



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2

Université d'Oran 2

كلية علوم الأرض و الكون

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

*Thèse de Doctorat (L.M.D)*

**Filière : Géographie et Aménagement du Territoire**

*Présentée par :*

**SEDDIKI Mohamed Akram**

**LA QUESTION FONCIERE DANS L'AGGLOMERATION  
DE MOSTAGANEM  
UN SYSTEME D'INFORMATIONS FONCIERES A PARTIR  
DES DONNEES MULTISOURCES**

*Dirigée Par :*

**SOUIAH Sid Ahmed**

**Soutenue devant le jury composé de :**

Président	GHODBANI Tarik	Professeur	Université d'Oran 2
Rapporteur	SOUIAH Sid Ahmed	Maitre de Conférences A	Université d'Oran 2
Examineur	HADEID Mohamed	Professeur	Université d'Oran 2
Examinatrice	FIZAZI Hadria	Professeur	Université USTO
Examineur	BENKOULA Habib	Maitre de Conférences A	Université USTO
Examineur	NOURINE Rachid	Maitre de Conférences A	Université d'Oran 1

Année 2021

## ملخص

يعتبر العقار مركزا للعلاقات الاجتماعية حول القطع الأرضية في التراب الوطني. يتم تحديد هذه العلاقات بشكل خاص من خلال عوامل متعددة: تاريخية، اقتصادية، قانونية، ذات صلة بالتهيئة والتعمير والسياسات العمومية.

تندرج هذه الأطروحة الدكتوراه في إطار التفكير الشامل لإنشاء منصة وطنية تجمع بين البيانات العقارية التي تنتجها جهات فاعلة مختلفة من العديد من القطاعات الاقتصادية والمؤسسية. لذلك، فإن هذا الهدف ليس وليد صدفة لأنه يستجيب للحاجة إلى إنشاء مشروع وطني يسمى (Infrastructure Nationale des Données Géographiques 'INDG')، الذي أسس له المعهد الوطني للخرائط والاستشعار عن بعد (INCT) بالشراكة مع الوكالة الفضائية الجزائرية (ASAL)، والوكالة الوطنية لمسح الأراضي (ANC) وهيئة المهندسين الخبراء العقاريين (OGEF).

ترتكز الفرضية الرئيسية على تعريف المعطيات في حد ذاتها وفقاً لخصائصها ومقاييس تمثيلها المختلفة من أجل تحديد واقتراح بنية تتكفل بإحداث نظام معلومات عقارية حيث يتم اقتراح ثلاثة (03) أسس معطيات: تملك الأرض (مسح الأراضي)، واستخدام الأراضي (التعمير والاستخدام الاقتصادي) والاستشعار عن بعد عالي الدقة المكانية (THRS) كوسيلة دعم للحصول على معلومات إضافية. مع ذلك، هناك قيود تقنية معرقة لإنشاء هذا النظام والتي من الممكن إيجاد حلولاً لها ضمن التقارير الدورية المنجزة من طرف المجلس الوطني للمعلومات الجغرافية (CNIG) وفقاً لمعايير التقييس المعتمدة أو في طور الاعتماد من قبل المعهد الجزائري للتقييس (IANOR).

حيث أن تطبيقات مثل هذا النظام تكون متعددة الجوانب. على المستوى الإقليمي، تتم معالجة مسائل السجل العقاري في البيئات الجبلية والسهوب. على المستوى الجهوي، تمت مناقشة مسألة مسح الأراضي في المناطق الجبلية والسهبية. على المستوى المحلي تمت معالجة إشكالية مسح الأراضي ثلاثي الأبعاد وإسقاطاتها، نحو إنشاء مسح أراضي متعدد الوظائف، أوليت لها أهمية بالغة في إطار هذه الأطروحة.

بالإضافة إلى هذه الاختلافات المتعددة، تظل مسألة استغلال العقار في قلب جميع التوترات والصراعات الاجتماعية، وبالتالي تظل في الأول والأخير الأداة المحددة لتعريف وإنجاح أي سياسة عقارية لتأسيس التنمية المتناسقة والفعالة.

بناء على ما سبق، تم اختيار مدينة مستغانم لتكون منطقة دراسة للنظر في تطور هذه الظاهرة خلال الفترة الممتدة من 2006 إلى 2015 مع الحرص على دمج الأنواع الثلاثة من المعطيات.

أخيراً، وتحسباً لإطلاق مشروع الإحصاء الوطني للسكان، تم الشروع في تطوير منهجيات، لا سيما من خلال تقنيات التعلم العميق (apprentissage profond) بهدف إعداد وثيقة أولية يعتمد على صور الأقمار الاصطناعية ذات الدقة المكانية العالية THRS.

**الكلمات المفتاحية:** مسح الأراضي، التعلم العميق، التنقيب عن البيانات، استغلال الأراضي، مستغانم، الجزائر.

## Abstract

Land is at the center of social relationships around parcels of land in the national space. These relationships are particularly determined by multiple factors: historical, economic, legal, land use planning and public policies.

The doctoral thesis is a part of a global reflection on the establishment of a national platform bringing together land data produced by various actors from many economic and institutional sectors. Therefore, this objective is not fortuitous insofar as it responds to the need for the implementation of the national project called 'National Infrastructure of Geographic Data' (INDG), initiated by National Institute of Cartography and Remote Sensing (INCT) in partnership with the Algerian Space Agency (ASAL), the National Agency of the Cadastre (ANC) and the Order of the Geometricians Land Experts (OGEF).

The main hypothesis is based, first of all, on the definition of the data itself according to its attributes and its different scales of representation in order to define and propose an architecture supporting a land information system where three (03) data bases are proposed: land appropriation (Cadastre), land use (urban planning and economic use) and high and very high spatial resolution remote sensing (THRS) as a support for complementary information. However, technical constraints hindering the implementation of this system find their solutions in an updated assessment carried out by the National Council of Geographic Information (CNIG) according to the standards adopted or being adopted by the National Institute of Standardization (IANOR). Thus, the applications of such a system are multiple. On a regional scale, the issues of land registration in mountainous and steppe environments are addressed. On a larger scale, the problem of the 3D cadastre and its projections towards a multifunctional cadastre have retained a real interest in our work.

In addition to these multiple variations, the issue of land consumption remains at the center of all tensions and social conflicts, thus remaining, upstream and downstream, the determining instrument for the definition and success of any land policy to ensure a harmonious and effective development.

Therefore, the city of Mostaganem is chosen as a study area to examine the evolution of this phenomenon, during the period 2006-2015 taking care to merge the three types of data.

Finally, and in anticipation of the launch of the national project of population census, methodological developments have been initiated, including deep learning techniques in order to prepare a first support based on THRS imagery.

**Keywords: cadastre, deep learning, data-mining, land consumption, Mostaganem, Algeria.**

## Résumé

Le foncier est au centre de rapports sociaux autour de parcelles de terrain de l'espace national. Ces rapports sont particulièrement déterminés par de multiples facteurs : historiques, économiques, juridiques, d'aménagement du territoire et de politiques publiques.

La thèse du doctorat s'inscrit dans une réflexion globale pour la mise en place d'une plateforme nationale regroupant les données foncières produites par différents acteurs relevant de nombreux secteurs économiques et institutionnels. De ce fait, cet objectif n'est pas fortuit dans la mesure où il répond à la nécessité de la mise en place du projet national dénommé 'Infrastructure Nationale des Données Géographique' (INDG), initié par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) en partenariat avec l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL), l'Agence Nationale du Cadastre (ANC) et l'Ordre des Géomètres Experts Fonciers (OGEF).

L'hypothèse principale repose, d'abord, sur la définition de la donnée elle-même selon ses attributs et ses différentes échelles de représentation afin de définir et proposer une architecture prenant en charge un système d'information foncière où trois (03) socles de données sont proposés : appropriation des sols (Cadastre), usage des sols (urbanisme et usage économique) et de télédétection à haute et très haute résolution spatiale (THRS) comme support d'informations complémentaires. Cependant, des contraintes techniques entravant la mise en place de ce système, elles trouvent leurs solutions dans un bilan actualisé effectué par le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) selon les normes adoptées ou en cours d'adoption par l'Institut National de Normalisation (IANOR). De sorte que les applications d'un tel système sont multiples. A une échelle régionale sont abordées les questions du Cadastre en milieux montagneux et steppique. A une échelle plus grande, la problématique du cadastre 3D et ses projections vers un cadastre multifonctionnel ont retenu un réel intérêt dans nos travaux.

Outre ces multiples déclinaisons, la question de la consommation foncière reste au centre de toutes les tensions et conflits sociaux, demeurant ainsi, en amont et en aval, l'instrument déterminant pour la définition et la réussite de toute politique foncière pour assoir un développement harmonieux et efficace.

De ce fait, la ville de Mostaganem est choisie comme zone d'étude pour examiner l'évolution de ce phénomène, durant la période 2006-2015 en prenant soin de fusionner les trois types de données.

En fin, et en prévision du lancement du projet national de recensement de la population, des développements méthodologiques ont été initiés, notamment par des techniques d'apprentissage profond dans le but de préparer un premier support à base de l'imagerie THRS.

**Mots clés : cadastre, apprentissage profond, data-mining, consommation foncière, Mostaganem, Algérie.**

Le concept de foncier est appréhendé comme englobant les éléments qui pèsent sur *l'appropriation, la valeur ou l'usage des terrains*, La politique foncière est dès lors définie comme l'ensemble *des décisions et actions de la puissance publique* (État, collectivités territoriales, organismes publics ou parapublics) ayant un impact sur l'appropriation, la valeur et/ou l'usage des terrains. (C Van Der Kaa, 2015). Ces décisions peuvent être de nature stratégique (orienter, objectiver, préparer...), réglementaire (distribuer des droits à construire...) ou opérationnelle (acquérir, porter, céder, remembrer...).



Entre utilisateurs 'experts', 'initiés' ou 'grand public' et à chaque niveau d'utilisation correspond un niveau de responsabilité, associé à un besoin en données de base, qui se distingue aussi bien par le volume de données nécessaires, que le niveau de généralisation, de précision et de forme sous laquelle cette information doit être remise aux intéressés. Le schéma des relations fait apparaître que chaque niveau est en interaction avec le niveau supérieur. (Anne P, 2003).

Les modalités de production et de diffusion de l'information géographique sur les territoires évoluent profondément depuis la transition numérique des années 1990, et se traduisent par l'émergence de nouvelles institutions qui en organisent leur circulation : les Infrastructures de Données Géographiques (IDG). Dans ce nouveau régime informationnel, la notion de « partage » est au centre des débats. Il s'agit là d'une idéologie contradictoire et porteuse de projets sociétaux divergents : favorisant transparence publique et démocratie informationnelle, ou visant à pallier les insuffisances de l'État en favorisant la participation citoyenne à la gestion des territoires (Pierre Gautreau et al, 2016).

Un organisme qui décide construire une Infrastructure de Données Spatiales ou géographiques vise à améliorer la capacité de gestion et la prise de décisions sur les questions qui touchent le territoire. Ces améliorations sont liées au traitement accordé à l'information spatiale, des

aspects tels que : La disponibilité de l'information mise à jour, l'information géographique est soumise à des changements constants aussi bien naturels qu'anthropiques qui nécessitent un entretien continu des informations nécessaires pour la prise de décisions appropriées. Ces plateformes rassemblent aujourd'hui les données, les réseaux informatiques, les normes et standards, les accords organisationnels et les ressources humaines nécessaires pour faciliter et coordonner le partage, l'accès et la gestion des données géographiques (Matthieu N, 2013).

Cette thèse du doctorat intitulée : « *La question foncière dans l'agglomération de Mostaganem – un système d'informations foncières à partie des données multi sources* » s'inscrit dans une réflexion globale pour la mise en place d'une plate-forme nationale regroupant les données foncières produites par différents acteurs relevant de nombreux secteurs économiques et institutionnels. Son premier objectif répond à la nécessité de la mise en place du projet national dénommé 'Infrastructure Nationale des Données Géographique' (INDG), initié par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) en 2012 en partenariat avec l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL), l'Agence Nationale du Cadastre (ANC) et l'Ordre des Géomètres Experts Fonciers (OGEF). La question fondamentale qui se pose : À quoi peut-être utilisée une telle infrastructure ? Certaines réponses trouvent leur place dans le cadre de l'atelier de « formation en Géo portails » organisé à Tanger (Maroc) en 2014 ([https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/manual\\_formation\\_geo\\_alboran\\_final\\_fr.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/manual_formation_geo_alboran_final_fr.pdf)) relatives :

- a- A la gestion des urgences, elle peut être créée pour soutenir les tâches d'aide et de sauvetage après des urgences majeures, en fournissant de grandes quantités d'informations et en aidant les forces de l'ordre.
- b- A la gestion environnementale du territoire et dans la préparation des études d'impact environnemental sur l'exploitation des ressources naturelles et la création de nouvelles infrastructures.
- c- Aux grands projets et consortiums qui travaillent avec des données spatiales de nombreux pays et qui doivent être structurées, organisées et partagées.
- d- Aux gouvernements et les organismes régionaux qui souhaitent publier leurs données et leur cartographie.
- e- Aux entités publiques qui veulent conjuguer les efforts et harmoniser les données provenant de différents organismes.
- f- ...

Cette thèse, qui traite d'une problématique d'actualité relative aux théories des IDG, s'attache aux modalités d'appropriation et de gestion du foncier, d'où l'originalité de ce travail de recherche réside dans la mise en place d'un système d'informations foncières à partir de trois types de données : *cadastrales, urbaines et issues de l'imagerie à très haute résolution spatiale comme source d'informations, récentes ou évolutives, complémentaires*. Le sujet est d'un impact national dans la mesure où il aborde des questions relatives à la consommation foncière (l'exemple du Groupement de Mostaganem), de l'actuel projet national de recensement de la population par la cartographie de la densité urbaine (cas de la ville de Mostaganem), du projet de maintenance du cadastre pour l'ensemble des wilayat du pays, y compris celles du domaine steppique, afin de garantir sa transposabilité d'un milieu à un autre. Les résultats obtenus dans les différentes régions témoignent de l'efficacité d'un tel système et démontre son caractère transposable, à la fois, dans une publication internationale et un développement spécifique dans le chapitre 5 de la thèse.

Sur le plan technique et méthodologique, plusieurs points sont mis en exergue à travail cette thèse et parmi elles les questions d'ordre juridiques et politiques régissant le domaine du foncier en Algérie : les processus d'exploitation qui en découlent, les contraintes et les critiques des procédures mises en place, leurs conséquences et répercussions sur la gestion intersectorielle dans un cadre d'un système unifié transposable et mutualiste. Aussi, les algorithmes développés d'apprentissage classique et d'apprentissage profond permettent de démontrer l'efficacité de la télédétection opérationnelle dans le domaine du foncier, notamment avec le lancement des satellites Algérien d'une précision cartographique à grande et moyenne échelle.

La première partie de cette thèse porte sur une fouille de textes régissant le foncier en Algérie, cela, afin d'appréhender la problématique de l'information foncière et pour permettre par la suite de proposer une conception d'un système d'informations foncières, soit un système qui permet aux décideurs publics de bénéficier de l'information nécessaire aux prises de décision relatives aux problématiques foncières. Cette première partie demande de se pencher, sur trois volets principaux :

- **Chapitre 01 : Evolution du régime foncier Algérien:** comment étaient réparties les terres avant 1830 ? Pendant la période coloniale ? Quelles sont les grandes mutations qui marquent la période postcoloniale ? Les principaux concepts relatifs aux droits de propriété et d'usage des sols ? Et quels sont les acteurs potentiels du domaine foncier ?

- **Chapitre 02 : Le cadastre comme un moyen d'appropriation du foncier** : quels sont les moyens de preuve ? Les modalités d'accès au foncier ? Quel type de cadastre ? Quels types de données et d'informations qui sont nécessaires pour permettre l'appropriation ? Quelles contraintes techniques et juridiques qui alourdissent la mise en place d'un système cadastral contemporain ? Quelles sont les défis de l'Agence Nationale du Cadastre face aux perspectives de partenariat dans le cadre du cadastre multifonctionnel ?

- **Chapitre 03 : L'urbanisme comme un moyen de recherche d'équilibres territoriaux** : la question de la maîtrise de l'urbanisation dans sa distribution à travers le territoire qui sera de plus en plus pour l'avenir, l'outil essentiel des rééquilibres du peuplement que nécessite notre territoire. Cet aspect qui est parfois sous-évalué ou négligé par les étapes de développements traduit par des déséquilibres flagrants de notre urbanisation et de l'armature urbaine du pays transparaissent dans la seule distribution des grandes villes. Plusieurs questions peuvent se poser : l'urbanisme en Algérie, a-t-il une organisation réfléchie pour une pratique responsable des espaces naturels, ruraux et urbains ? Propose-t-il des traductions spatiales relatives aux politiques sociales, économiques, environnementales et culturelles ?

Sur le même fil conducteur de la première partie, trois problématiques sont abordés dans la mesure où la mise en place d'une infrastructure de données à base d'un système foncier regroupant les deux socles de données 'd'appropriation et d'usage des sols' devrait faire référence à un support cartographique commun d'une part et de pallier les contraintes techniques qui peuvent altérer la précision des données intégrées ou de rendre plus complexe sa modélisation conceptuelle d'autre part. Les trois questions abordées dans cette seconde partie de la thèse sont hiérarchisées de la manière suivante :

- **Chapitre 04 : Le support cartographique de référence** : l'utilisation des données de la télédétection a des avantages évidents sur la cartographie de l'occupation du sol, la précision de ces données dépend de la qualité de l'extraction de l'information thématique. L'utilisation des images satellitaire à haute et très haute résolution spatiale dans le cadre de cette thèse, avait un double objectif : outre leur utilisation dans cette partie de thèse comme support d'extraction de l'information sur l'appropriation des îlots et des parcelles par la détermination de leur potentiel cartographique, elle est servi aussi comme un support de normalisation géométrique en troisième partie d'où tout autre document du cadastre ou d'urbanisme sont ajustés spatialement par rapport à ces images.

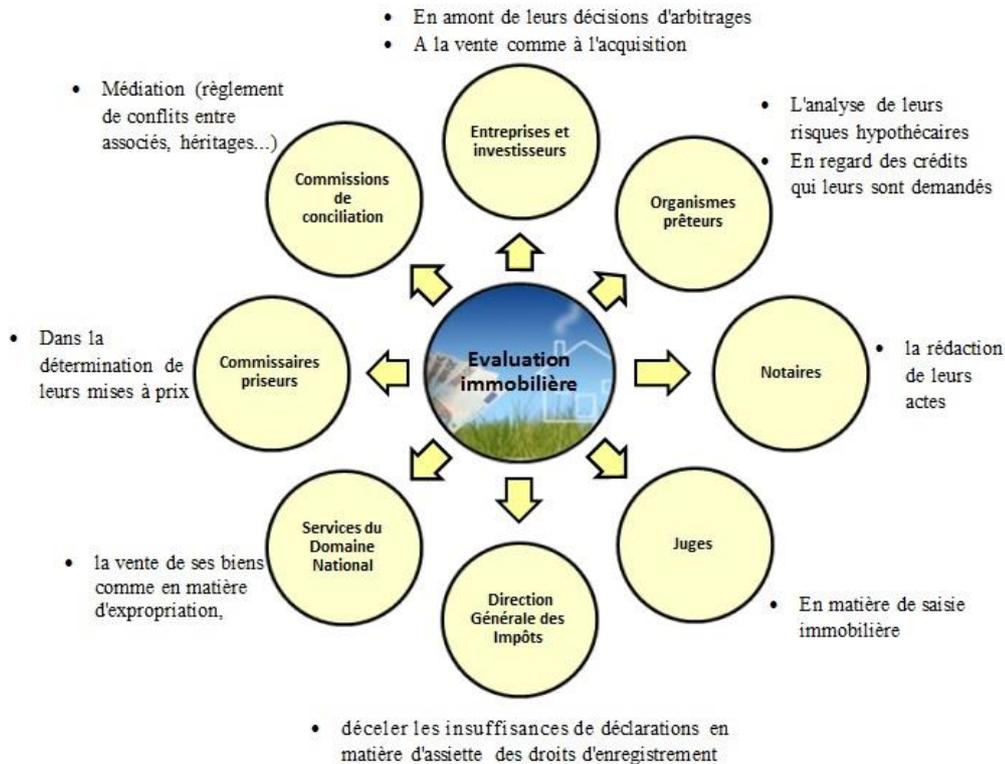
Plusieurs questions trouvent leur places suite à des applications diverses : sur le plan capacité informative, nous s'interrogeons sur l'efficacité des techniques traditionnelles de la classification qui se basent sur l'information spectrale contenue dans les pixels des images observées par rapport aux précisions demandées et les milieux étudiés ? En se focalisant principalement sur les satellites ALSAT2, quels solutions techniques que nous devons développés pour répondre aux objectifs de l'infrastructure INDG ?

- **Chapitre 05 : Problématique du foncier à une échelle spatiale régionale:** comme cas pratique de mise en évidence du potentiel cartographique de l'imagerie ALSAT2, un travail de développement a été réalisé en utilisant des classifieurs standards et d'autres développés dans le cadre d'une démarche orientée objet. Ce travail a fait l'objet d'une publication scientifique à la revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection sous l'intitulé : « apports de l'imagerie ALSAT2 pour la maintenance du cadastre steppique en Algérie ». Le même type d'images ALSAT2 a été testé avec les mêmes procédés développés sur la zone de Mostaganem et a donné pratiquement des résultats similaires quant à l'information extraite.

Cette problématique se pose à une échelle spatiale très vaste et touche pratiquement 22 wilayas du territoire national. Plusieurs questions ont été abordées : sachant que le paysage steppique diffère de celui des zones nord de l'Algérie, pouvant nous quant à établissement du cadastre général identifier les propriétés privées ou étatiques occupées par des personnes physique à partir de ce type d'image ? Pouvons-nous proposer au cadastre des solutions techniques efficace pour gérer le flux d'information entre le cadastre et la conservation foncière ? Si la technicité de l'approche utilisée est efficace, pouvons-nous régler les conflits juridiques ? Notons ici que le choix de l'imagerie ALSAT2 en plus de sa résolution spatiale fine (2,5 m en panchromatique) se rajoute sa disponibilité comme produit national qui peut servir à l'INDG comme support de mise à jour des documents cartographiques à des coûts compétitifs et dans les meilleurs délais.

- **Chapitre 06 : Problématique du foncier à une échelle spatiale locale:** publié et classé dans la rubrique d'urbanisme au bulletin des sciences géographiques de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection, le travail intitulé « le cadastre multifonctionnel : problématique de la représentation graphique pour l'évaluation des immeubles bâtis » est au cœur des problématiques du foncier en Algérie. Présenté à échelle des villes, voir des quartiers, le travail vise à mettre en exergue les potentialités de l'information extraite du cadastre 3D pour la mise en place d'un système

d'évaluation efficace pour l'évaluation des immeubles bâtis. Aussi, il s'inscrit dans le projet national dénommé 'cadastre multifonctionnel' qui fixe comme premier objectif la mise en place d'un cadastre fiscal qui devrait répondre aussi aux attentes des ayants besoins de l'évaluation immobilière en Algérie.



Les remarques, synthèses et conclusions des deux premières parties, nous ont amené à réfléchir sur la conception d'un système d'information foncière regroupant les trois socles de données abordés dans les deux premières parties : du cadastre, de l'urbanisme et de l'imagerie satellitaire à THRS. Il s'agit d'un système qui englobe les politiques foncières (appropriation et usage) et le système d'observation foncière (suivi de la consommation foncière).

- **Chapitre 07: Conception d'un système d'information foncière SIF** : validé par le comité scientifique de rédaction du bulletin des sciences géographiques N°32 de l'INCT, rubrique SIG/Téledétection, sous l'intitulé : « Réflexion sur la conception d'un système d'informations foncières à partir des données Multi-sources », le système objet de conception recoupe la maîtrise foncière à la planification urbaine d'où les applications et développement sont effectués sur la ville de Mostaganem. D'une structure mutualiste et coopérative permettant une gestion plus efficace des données et des informations foncières, le système intègre des données relatives à l'appropriation des sols et leur usage pour des fins d'urbanisme et utilise comme

support les ortho-images spatiales de haute et très haute résolution. La cartographie de prise de décision est l'une des applications du système conçu, elle permet de stimuler une animation foncière, ce qui conduit notamment à faciliter le transfert de la stratégie définie au niveau régional dans le cadre des PDAU à des décisions foncières opérationnelles prises par les autorités locales.

- **Chapitre 08 : Un système d'observation de la consommation du foncier à l'échelle du groupement de Mostaganem:** dans la wilaya de Mostaganem choisie comme zone d'étude pour réaliser nos travaux, la situation foncière a généré un contentieux non encore réglé dont le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme ne pouvait atteindre ses objectifs.

Face à cette situation, et à travers le développement d'une méthodologie basée sur l'exploitation simultanée de la télédétection et des outils SIG, le travail vise à synthétiser les PDAUs de 2006 et 2015, analyser les images multi-sources durant la même période et extraire les informations sur l'état juridique des terres, tous ces travaux sont menés dans l'objectif:

- D'éviter la consommation d'espaces agricoles et forestiers d'un impact négatif sur l'environnement et l'économie ;
  - D'arrêter les aménagements anarchiques et isolés et favoriser la mixité sociale et fonctionnelle des quartiers en impulsant le développement en un même lieu de plusieurs activités par la création des nouveaux pôles urbains ;
  - Et de lutter contre la spéculation foncière et la hausse des prix surtout dans les zones d'extensions illicites, cela par une nouvelle politique publique foncière.
- **Chapitre 09 : Un système de cartographie de la densité urbaine et de recensement de la population à l'échelle de l'agglomération de Mostaganem :** ce travail rejoint les initiatives de réflexion sur la modernisation de l'opération de recensement, à travers l'utilisation des nouvelles techniques et technologies telles que l'imagerie spatiale et l'exploitation de la base de données disponible au niveau de tous les secteurs. L'opération de recensement général de la population en Algérie, prévu initialement en 2018 et reportée en 2020 (RGPH 2020), elle n'est pas encore lancée jusqu'à l'heure actuelle, ce recensement permettra aux autorités publiques de connaître le nombre "exact" de la population et des agglomérations ainsi que leur répartition géographique, et constitue un élément essentiel pour l'élaboration des plans de développement futurs".

Techniquement, le travail est structuré sous forme d'approches semi-automatique (apprentissage) et automatique (apprentissage profond), et consiste à combiner les informations issues de l'Urbanisme (COS, taux d'occupation par logement...) avec celles extraites à partir des images spatiales THRS (limites/formes des bâtiments et l'ombre portée) pour arriver à préparer un support cartographique pouvant faciliter les opérations de recensement de la population.

# *Partie I*

## 1. Introduction

Un régime foncier peut être expliqué comme le rapport, défini par la loi ou la coutume, qui existe entre des individus ou des groupes relativement aux terres (inclut aussi les autres ressources naturelles comme l'eau et les arbres). C'est une institution, c'est-à-dire un ensemble de règles élaborées par une société pour régir le comportement de ses membres. Ces règles définissent la répartition des droits de propriété sur les terres, les modalités d'attribution des droits d'utilisation, de contrôle et de transfert des terres ainsi que les responsabilités et limitations correspondantes. Plus simplement, le régime foncier détermine qui peut utiliser quelles ressources pendant combien de temps et dans quelles conditions ?

Le régime foncier est donc constitué d'un ensemble d'intérêts qui se recoupent, notamment :

- **Des intérêts prépondérants:** lorsqu'une puissance souveraine (p. ex. une nation ou une collectivité) jouit du pouvoir d'attribuer des terres, de les exproprier, etc).
- **Des intérêts se chevauchant:** lorsque plusieurs parties jouissent de droits différents sur la même parcelle de terre (une partie peut détenir des droits d'affermage, une autre un droit de passage, etc).
- **Des intérêts complémentaires:** lorsque différentes parties partagent le même intérêt relativement à la même parcelle de terre (p. ex. lorsque des membres d'une même communauté possèdent en commun des droits sur les pâturages, etc).
- **Des intérêts concurrents:** lorsque différentes parties revendiquent les mêmes intérêts relativement à la même parcelle (p. ex. lorsque deux parties revendiquent indépendamment le droit à l'utilisation exclusive d'une parcelle de terre agricole. Une telle situation peut être à l'origine de conflits fonciers). (FAO, 2003).

Aborder la problématique du foncier en Algérie a toujours conduit à relever le problème du foncier et par conséquent les variations incertaines et incohérentes des diverses conditions qui ont marqué l'histoire du pays. (K. Chorfi, 2008).

En Algérie, la problématique du foncier devient cruciale. Pour des raisons extrêmement variées et à des degrés divers, le foncier se trouve au centre des débats et des enjeux.

Parler du foncier agricole par exemple, c'est évoquer inévitablement tout un processus historique dans lequel la terre a été l'enjeu principal aussi bien pendant la colonisation que pendant la période post indépendance, où elle a été au centre de choix politiques, voir même idéologiques. Tout un arsenal juridique mis en place pendant plus de 60 ans, pour la création et la libéralisation du marché foncier afin de faciliter les transactions foncières et réaliser la

sécurisation foncière des exploitants agricoles et ce, dans le but de renforcer l'accès au foncier agricole.

L'histoire du foncier en Algérie depuis 1830, est jalonnée de textes : lois, expropriations, cantonnement, réformes, restructuration, restitutions,...) qui ont entraîné à chaque fois une déstructuration et restructuration des structures foncières et de l'espace les composants, il y a eu au moins deux grandes ruptures foncières : rupture lors de la colonisation et lors de l'indépendance. Ceci a donné successivement : des domaines coloniaux et des domaines algériens puis, des domaines socialistes, des domaines privés, des domaines collectifs et des propriétés individuelles. Cette multitude de formes de propriété ne facilite pas la tâche aux décideurs qui espèrent toujours homogénéiser les structures foncières. (F. Baouche, 2014).

Du point de vue Cadastre, trois grandes orientations ont marqué la politique foncière algérienne :

- Le régime ottoman
- Le régime colonial
- Le régime de l'Algérie indépendante.

## **2. Le régime foncier avant 1830 : régime OTTOMAN**

Avant 1830, l'Algérie était un pays très peu urbanisé, moins de 10% de la population habitaient de petites et peu nombreuses villes. Ce caractère rural du pays et de la société se lisait dans les modes de propriétés foncières. Parmi les modes de propriété existaient à l'époque, trois de ces modes étaient basés sur le principe de l'indivision qui écartait la parcellisation et donc une utilisation intensive du sol comme c'était le cas dans les aires rurales sédentaires ou en milieu urbain (M. Saidouni, 2003).

L'Algérie comprenait 40 millions d'hectares de terres :

- 14 millions d'hectares dans le tell.
- 26 million d'hectares dans le reste du territoire.

Cette superficie globale se répartissait de la manière suivante :

- 1 500 000 ha : domaine de l'Etat au titre de bien du Beylik
- 3 000 000 ha : comprenaient les forêts, les landes, les broussailles, les rochers, les lits de rivières et les ravins
- 5 000 000 ha : dit ARCH ou SABEGA étaient affectées aux membres des tribus à titre de jouissance collective
- 4 500 000 ha: propriétés privées individuelles

- 3 000 000 ha: formaient les oasis ou ksour conquis par le travail de l'homme sur le sable et qui étaient des propriétés privées conformément au droit musulman à titre de terres vivifiées.
- 23 000 000 ha : terre de parcours généraux ; notamment les zones d'alfa étaient classées parmi les biens de la communauté faute de vivification ou d'attribution individuelle ou collective.

Le régime foncier Ottoman était assez complexe mais **stable**, classant les terres en plusieurs catégories :

### **2.1.Terres Archs**

Terres fertiles des plaines du Chelif, de Sidi Bel Abbes, d'Oran, de BENI SLIMANE, de Sétif, de Seybouse, du Titteri ... dont les tribus jouissaient en permanence, collectivement, suivant les besoins de la communauté. Ces terres étaient traditionnellement gérées par un conseil composé de notables de la tribu (LA DJEMAA).

### **2.2.Terres Melks**

Concernaient les terres occupant la majeure partie du tell et les oasis du Sahara. Possédées en plaine propriété par généralement plusieurs indivisaires, conformément au droit musulman ou à la coutume locale. Les transactions y étaient rares et se pratiquaient de préférence entre co-indivisaires.

### **2.3.Terres Habous**

Terres provenant de donations d'usufruit perpétuel au profit des pauvres et de fondations religieuses (villes saintes, mosquée, zaouias, ...).

### **2.4.Terres Beyliks**

La régence turque possédait à l'image de Bey d'excellentes terres dites du beylik, qu'il affermaient, louait ou concédait à sa guise comme un propriétaire ordinaire. Ces terres provenaient généralement de confiscation sur les tribus révoltées.

### **2.5.Terres Maghzen**

Les concessions du Bey ou du Dey, à charge de service concernaient les terres "MAGHZEN" et les concessionnaires étaient à la fois militaires et agriculteurs.

Cette classification de terres, nous amène à dire que la propriété foncière en Algérie avait comme source la religion, les coutumes locales et l'influence de l'empire ottoman. D'une manière générale, la doctrine musulmane classe la terre en deux grandes catégories : les terres vivantes : les terres productives susceptibles d'appropriation et les terres mortes : non productives et qui peuvent faire l'objet d'appropriation après vivification.

Les terres vivantes sont exploitées :

- en pleine propriété qui peuvent devenir wakf (Habous) par la volonté du propriétaire
- en concession d'usufruit

Sur le plan juridique, le terre de l'islam est soit :

- une propriété privée - terre où on paye la zakkat « achour »
- Kharradj (terres de mainmorte) - terre conquise et elle est donnée en concession. l'exploitant en a l'usufruit
- Les terres de dime (accords de paix) les non musulmans conservent leur bien en terre d'islam en toutes propriétés en versant annuellement la « djezia ».

Comme pour les quatre pays du Maghreb, l'Algérie a connu une sorte de cadastre rudimentaire, avec arpentage et estimation globale de superficie, qui a eu lieu en 1159, quand Abdelmoumen Ben Ali Koumi, premier calife de la dynastie des almohade (né entre 1104 à Honaine, dans le massif des Trara de Tlemcen et décédé en 1163 à Salé au Maroc) ordonna l'arpentage du Maghreb. On mesura, de long en large, depuis la Cyrénaïque (frontière égyptienne) jusqu'à l'oued N'oun, au sud-ouest du Maroc, dans la région de Guelmim (côte à l'océan atlantique). On retranscha de cette surface un tiers pour les montagnes, les rivières, les lacs salés, les routes et les déserts. Les deux tiers restants furent frappés du **kharadj** ou **impôt foncier**. (A. Ait Yahiaten, 2018).



الحمد لله و الشكر لله هذا قياس الذراع بالقيصرية عمرها في شهر ربيع الثاني عام ثمانية و عشرين و سبع مئة



Figure 1. La tablette est de marbre translucide de 66 cm sur 18 cm. L'inscription se compose de deux lignes en caractère épigraphique andalou qui se déploie sur deux cartouches. (A. Ait Yahiaten, 2018)

### 3. Régime foncier pendant la période coloniale (1830-1962)

La politique foncière coloniale française visait essentiellement à :

- a. Dégager par tous les moyens, les superficies de terre cultivable nécessaire à l'installation des colons Français et étrangers (européens).
- b. Soumettre au droit civil français et à des règles juridiques particulières les questions touchant la propriété foncière dans une partie du territoire du nord du pays, afin, d'assurer une sécurité totale aux nouveaux détenteurs.

Pour assurer la sécurité des nouveaux détenteurs, diverses lois furent promulguées et avaient pour la plupart l'objectif principal de soumettre la propriété Algérienne à la législation française (dominance de la notion du privé), dans le but d'éliminer son caractère collectif et la soumettre aux transactions.

Parmi les plus importants textes, on cite :

- L'ordonnance du 1er octobre 1844 : levait l'opposition sur les biens HABOUS aux acquéreurs européens et déclarait les litiges opposant les européens aux autochtones sous l'autorité des tribunaux Français et leur législation.
- L'ordonnance du 21 juillet 1846 : déclarait domaine de l'Etat Français tous les biens jugés sans maître (les biens dont les titres sont considérés comme insuffisants étaient classés comme tel).
- Loi du 16 juin 1851 : les ordonnances de 1844 et 1846 n'ayant pas eut l'effet attendu (les pièces exigées n'étant pas en usage parmi la population musulmane), la loi du 16 Juin 1851 est venue séparer les intérêts des européens de ceux des musulmans et caractériser l'inviolabilité de la propriété sans distinction du possesseur.
- Loi du 22 avril 1863 : dite du SENATUS CONSULTE inspirée par l'empereur Napoléon III, elle procédait à la répartition des terres entre les tribus dans un but évident de leur individualisation des terres collectives "ARCHS" sont ainsi transformées en "MELK" assurant leur transfert aux colons par l'intermédiaire des transactions.

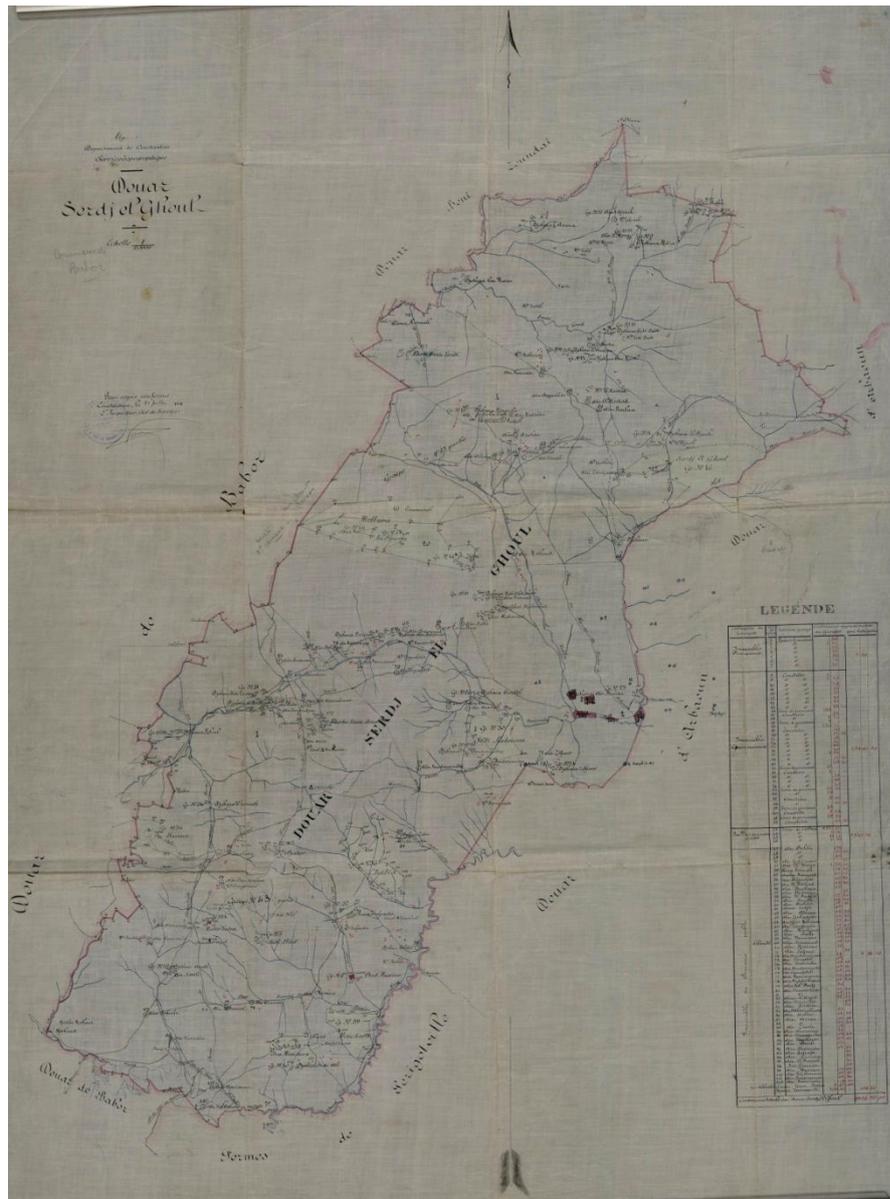


Figure 2. Plan du Sénatus du Douar Serdj El Ghoul, Wilaya de Sétif (source : DRC Sétif).

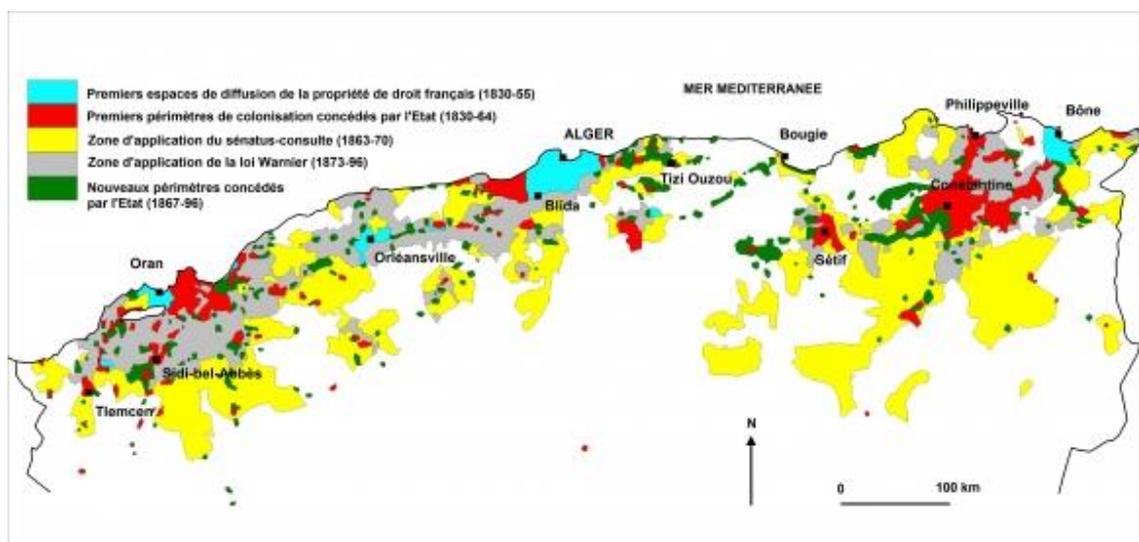


Figure 3. L'état du processus de francisation de la propriété en 1896 (D. Guignard, 2015)

- Loi du 26 juillet 1873 : dite WARNIER portait sur la francisation pure et simple de toutes les terres de l'Algérie. A l'effet, d'abolir tout recours au droit musulman, cette loi prévoyait en outre (à l'aide de recensement des autochtones) la constitution de la propriété privée sur les territoires divisés par le SENATUS CONSULTA.
- Loi du 16 février 1897 et du 4 Août 1926 : La première consistait en une sorte de purge des terres "ARCH" et "MELK" avec pour finalité la délivrance de titres (les enquêtes partielles). La seconde complétant la première et la généralisait à tout le territoire, y compris le sud. Elle avait pour base le SENATUS CONSULTA et était dénommée "enquêtes d'ensembles".
- Décret du 26 mai 1956 : avait pour objectif l'aménagement foncier, encourageant les échanges amiables afin d'organiser la propriété et appliquer le remembrement sur les exploitations rurales.
- l'ordonnance n° 59-41 du 3 janvier 1959, instituant en Algérie un nouveau régime foncier applicable dans certains périmètres dits périmètre de modernisation foncière par:
  - l'institution d'une procédure particulière d'enquête comportant : la délimitation des propriétés en vue de l'établissement d'un cadastre qui sera dressé et tenu à jour, la détermination des droits de propriété et autres droits réels et charges ;
  - l'institution d'une procédure d'aménagement foncier comportant des opérations de partages et des opérations de remembrement.
  - l'institution d'un tribunal foncier pour encadrer l'opération.
- la loi n° 59-1486 du 28 décembre 1959 instituant en Algérie un régime de publicité foncière applicable dans certains périmètres et complétant l'ordonnance n° 59-41 du 3 janvier 1959 par l'institution d'un nouveau régime de publicité foncière (réelle) sur la base des opérations du cadastre, caractérisé par la tenue d'un fichier immobilier par commune et la remise d'un livret foncier au propriétaire

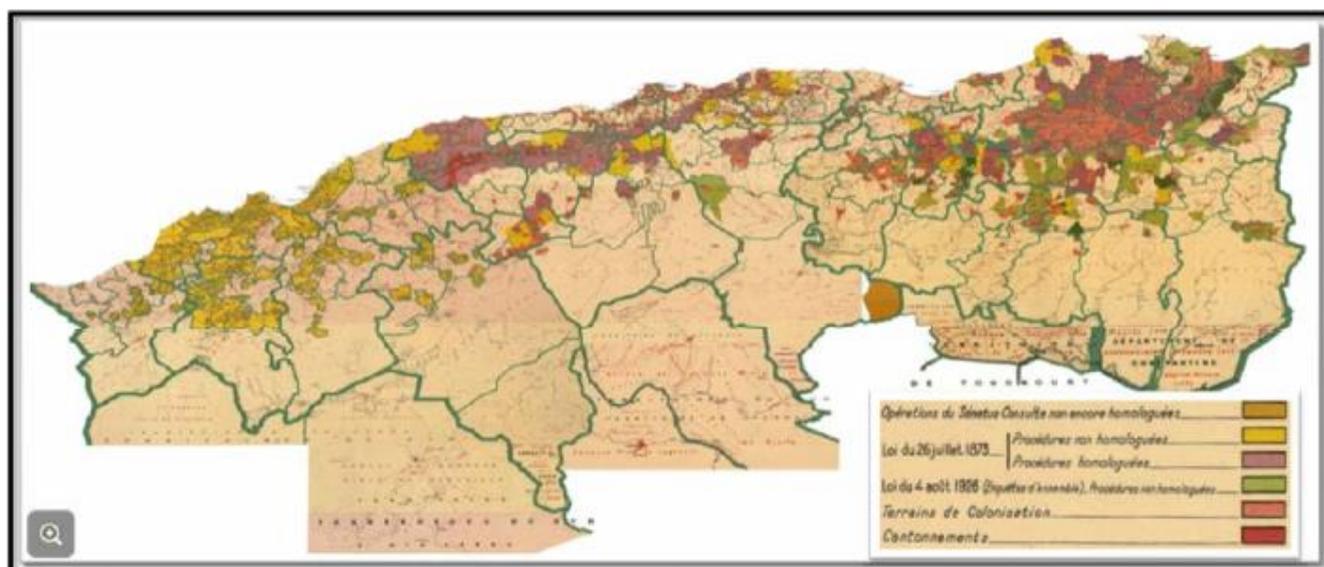
Toutes les lois citées ci-dessus ont été adoptées d'en le but d'asseoir une législation foncière coloniale. En effet, le législateur français a tenté de rapprocher le régime de la propriété Algérienne du régime Français, mais en se contentant de réaliser un rapprochement superficiel, dépourvu de toute valeur économique.

L'application de cette politique foncière pendant toute la période d'occupation a donné naissance à une physionomie foncière toute autre que celle qui existait avant 1830. L'inventaire foncier arrêté à la veille de l'indépendance se présente comme suit :

**Tableau 1. Catégories des terres avant l'indépendance**

Catégorie de terre	Superficie (ha)
Terres titrées Francisées	4 969 102
Terres Melk non titrées	4 406 356
Terres Arch non titrées	2 071 582
Domaine de l'Etat	4 694 214
Domaine communal	4 179 050
<b>Total</b>	<b>18 320 304</b>

Dès son indépendance, l'Algérie s'est trouvée confrontée à une série de difficultés entravant le développement de ses programmes socio-économiques, du fait de la situation héritée du système colonial (A. Ait Yahiaten, 2018).



**Figure 2. Situation du cadastre après l'indépendance, en 1962, les 2/3 du territoire étaient dépourvus de titres. (A. Ait Yahiaten, 2018)**

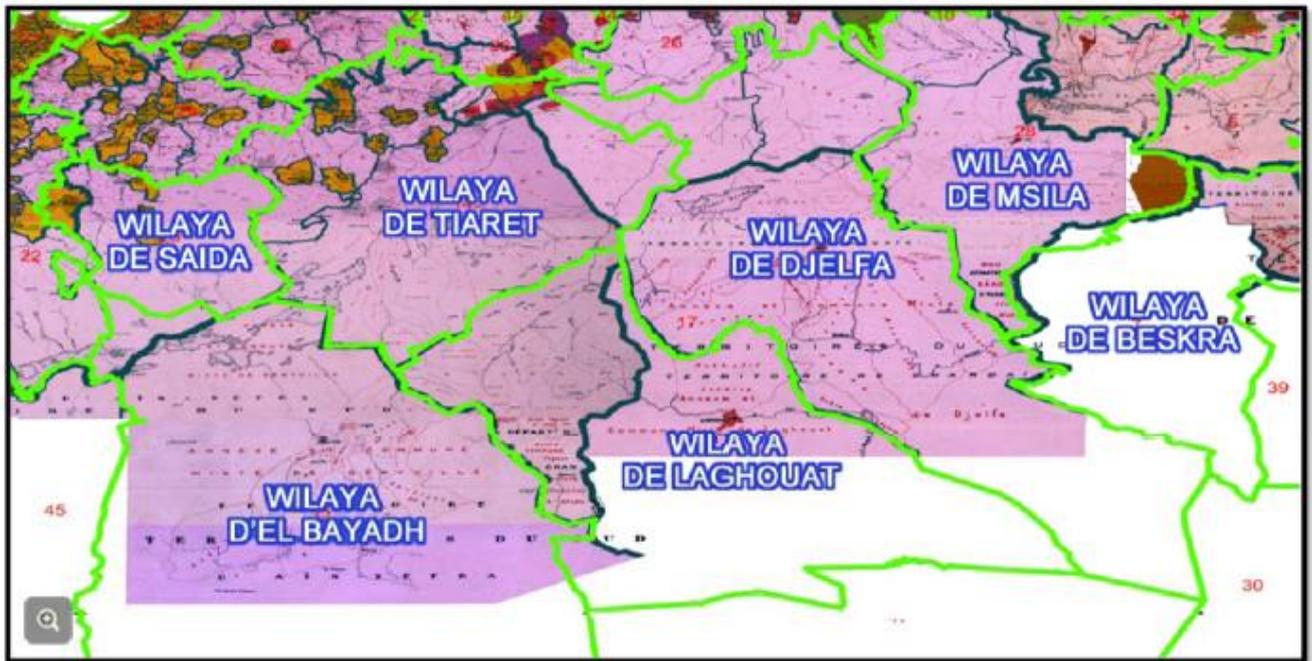


Figure 3. Exemple de wilayas dépourvues de titres. (A. Ait Yahiaten, 2018).

#### 4. Régime foncier après l'indépendance : période de 1962 à 1990

Soucieux de créer un Etat socialiste puissant, les pouvoirs publics, de l'Algérie indépendante, 'résolus, à lutter contre l'exploitation de l'homme sous toutes ses formes', et à 'l'élimination de tout vestige du colonialisme' (Art. 10 de la constitution de 1963), qui considéraient, à ces moments-là, le socialisme comme 'un objectif fondamental' (Art. 10 de la constitution de 1963) et 'une option irréversible' (Art. 10 de la constitution de 1976).

Aussi, ils voyaient dans le système collectiviste, où 'la propriété d'Etat représente la forme la plus élevée de la propriété sociale' (art. 13 de la constitution de 1976), un objectif à atteindre qui n'accordèrent que peu d'égard à la propriété foncière privée, celle-ci n'était reconnue que dans les limites les plus strictes, tout était mis en œuvre pour la constitution de la propriété publique au détriment de la propriété privée.

Ils s'inspirèrent de la démarche française de 1959 dite un système de confirmation du régime de propriété et d'établissement des preuves de celle-ci pour instituer un nouveau régime foncier agricole dominé par la propriété de l'Etat à commencer par la domanialisation des immeubles abandonnés par les anciens colons et en finir avec l'étatisation des groupes de propriété collective (ARCH) et communaux et la nationalisation intégrale ou partielle des propriétés privées dans le cadre de l'ordonnance 71-73 du 08/11/1971, portant révolution agraire et en soumettant la propriété privée à une procédure d'enquête administrative édictée par le décret n° 73-32 du 05/01/1973 relatif à la constatation du droit de propriété privée.

Pour résumer, durant les trente années qui ont suivi l'indépendance, le dispositif algérien de planification spatial a basculé d'une doctrine à l'autre, du socialisme à l'économie de marché, de la municipalisation des sols au droit de propriété privée. Le résultat a été un grand changement fonctionnel des différents espaces, comme les espaces à vocation agricole qui deviennent urbano-industriels. (H. Nemouchi, 2011).

#### 4.1. Période de 1962 à 1982

Schématiquement, le régime foncier constitué en Algérie s'est construit sur deux périodes:

- La première de 1962 à 1971, avec comme objectif la récupération des terres des colons (des biens vacants) et leur domanialisation. En 1964, sur les terres mises sous protection de l'État ou déclarées biens de l'État, sont installées des CAPAM coopératives d'anciens moudjahidines (S. Bendjaballah, 1997).
- La seconde période de 1971 à 1982, marquée par la révolution agraire, une révolution qui ne doit pas être considérée comme une simple phase préparatoire au développement, mais elle doit être une action globale et intégrale sur l'ensemble des facteurs qui conditionnent la vie et le travail dans les campagnes : la véritable justice sociale consiste précisément à restituer la terre à ceux qui la travaillent et, simultanément, à assurer la participation des paysans qui vivent de leur travail à l'élaboration et à la prise des décisions politiques et économiques qui les concernent, et à les promouvoir au rôle d'agents conscients du développement du pays et bénéficiant des fruits de ce développement. Tel est assurément le but de la révolution agraire (Le Monde *diplomatique*, 1972).

Il s'agit d'une phase d'application de deux parties :

- **Partie technique** : mettre en œuvre des dispositions de l'ordonnance n° 71-73 du 08/11/1971 portant révolution agraire sur le terrain, et qui consistaient en l'intégration au fond national de la révolution agraire des terres Arch, Communale, Wakf, et la nationalisation des terres appartenant aux absentéistes et celles excédent la fourchette imposée et la création, par la suite, des exploitations individuelles et collectives de la révolution agraire.
- **Partie juridique** : qui consistait en la constatation des droits de propriété et autres droits réels par une procédure d'enquêtes confiée au comité technique communal par le décret n° 73-32 du 05/01/1973 relatif à la constatation du

droit de propriété privée. Ces enquêtes, sous forme de procès-verbaux, sont homologuées par des arrêtés du wali et sanctionnées par des certificats de propriété enregistrés qui doivent être remplacés par des livrets fonciers, dans le futur cadastre (Art. 32).

Aussi, et à cette période caractérisée par une étatisation de la propriété foncière et de la gestion agricoles sur une partie des terres, succèdera à partir des années 1980 une phase de dénationalisation partielle et de "désétatisation" de la gestion. Le secteur privé connaîtra lui aussi des changements dans les formes de rente foncière. (S. Boukerrou, 2007).

#### 4.2. Période de 1982 à 1990

La vie de la révolution agraire et du régime foncier qu'elle a instauré n'aurait été qu'éphémère, sa remise en cause a commencé par la clôture hâtivement des opérations temporaires de la 2<sup>ème</sup> phase de la révolution agraire en 1982.

- La loi 83-18 du 13/08/1983 promulguée, relative à l'accession à la propriété foncière agricole a abrogé les articles 158 à 165 et l'article 168 de l'ordonnance n° 71-73 du 8 novembre 1971 portant révolution agraire et libéra le marché foncier sur les propriétés agricoles privées par la suppression de la publicité préalable de l'opération de transfert de propriété, du certificat d'agrément qui valait autorisation de l'opération et du droit de préemption reconnu à tout groupement pré-coopératif ou coopérative agricole dans la commune et à l'Etat sur les terres privées mise en vente.

Entre 1981 et 1985 a été opérée une restructuration des unités existantes, en fusionnant les deux systèmes de gestion (autogestion, coopératives agricoles) dont le résultat s'est traduit par la création de près de 3400 Domaines Agricoles Socialistes (D.A.S) totalisant 3 millions d'hectares environ. (CNES, 2004).

- La mise en œuvre de la loi n°87-19 du 8 décembre 1987 déterminant le mode d'exploitation des terres agricoles du domaine national et fixant les droits et obligations des producteurs, a eu pour effet de démembrer la plupart des D.A.S en exploitations agricoles collectives (EAC) et en exploitations agricoles individuelles (EAI) au nombre de près de 84.000, sur lesquelles l'État octroie aux bénéficiaires des droits réels immobiliers, consistant en droit de jouissance perpétuel et

transmissible consacrés par un acte administratif publié à la conservation foncière. Le bénéficiaire devant payer à l'Etat une redevance locative annuelle.

Il faut signaler que l'assiette foncière de ces EAC/EAI s'est rétrécie de l'ordre de 400.000 hectares par suite de la restitution à leurs propriétaires initiaux, à partir de l'intervention de la loi n°90-25 du 18 novembre 1990, des terres privées qui avaient été nationalisées au titre de la révolution agraire.

- Avec l'avènement de la constitution de 1989, le droit de propriété subit les effets des changements politiques du rôle de l'Etat. La rupture totale a été opérée à partir de 1989 par la mise en place d'un nouveau dispositif législatif en matière de foncier urbanisable qui s'est traduit par l'abrogation :
  - de l'ordonnance n°71-73 du 8 novembre 1971 portant révolution agraire ;
  - de l'ordonnance n°74-26 du 20 février 1974 relative aux réserves foncières communales;
  - de la loi n°84-26 du 30 juin 1984 relative au domaine national.

A ces textes se sont substituées les lois qui régissent le foncier et qui sont considérées sur le plan structure du foncier comme **critères de classification organique** :

- la loi n°90-25 du 18 novembre 1990, modifiée et complétée par l'ordonnance n°95-26 du 25 septembre 1995 portant orientation foncière,
  - la loi n°90-30 du 1er décembre 1990 portant loi domaniale. (CNES, 2004).
- **La loi n°90-25 du 18 novembre 1990, portant orientation foncière**  
C'est une loi cadre, une loi qui régit l'ensemble du patrimoine foncier. Son contenu s'articule autour de deux axes principaux consacrés respectivement au patrimoine foncier et aux modes et instruments d'intervention de l'Etat et des collectivités locales. D'une façon générale elle vise :
    - Une définition des catégories techniques qui permette d'asseoir la valeur des sols et de déterminer les plus-values ou les moins-values qui accompagnent les mutations et les transferts d'une catégorie à une autre ;
    - Une clarification des régimes juridiques conformes à la constitution et au code civil ;
    - Des orientations sur le droit d'usage en liaison avec le dispositif légal et réglementaire en vigueur ou à élaborer conformément aux objectifs définis précédemment ;

- La définition des modes d'intervention et de régulation que l'Etat et/ou les collectivités locales pourront entreprendre à travers les instruments techniques et financiers dont ils pourront disposer.

La loi d'orientation foncière donne la définition des différentes terres dont le sens général s'entend de « toute terre non bâtie ».

Il existe sept catégories de terres, chacune avec des critères propres destinés à faciliter la délimitation et l'intervention des mesures de sauvegarde et de protection:

- les terres agricoles ou à vocation agricoles ;
- les terres pastorales ou à vocation pastorale ;
- les terres forestières ou à vocation forestière ;
- les terres alfatières et à vocation alfatière;
- les terres sahariennes ;
- les terres urbanisées ou urbanisables ;
- les périmètres et sites protégés.

Ensuite cette loi consacre les catégories juridiques de propriété telles qu'énoncées par la constitution. Ainsi, les contours propres à chaque catégorie juridique sont affirmés, en même temps que l'étendue des prérogatives attachées à chacune d'elles.

Ainsi cette loi d'orientation foncière, tout en classant la propriété privée comme catégorie juridique, lui donne une définition et élargit la propriété aux droits réels immobiliers. Cette même loi énonce des dispositions supplémentaires à celles évoquées dans le code civil et relatives aux restrictions dans l'exercice du droit de propriété.

Tout d'abord elle consacre le principe de la reconnaissance de la propriété privée par le seul acte authentique soumis aux règles de la publicité foncière. Ainsi tout détenteur ou occupant d'un bien foncier et/ou de droit réel immobilier, doit nécessairement disposer d'un titre légal justifiant cette détention ou cette occupation. La propriété peut être individuelle ou collective ; dans ce dernier cas, elle se présente de deux façons soit dans l'indivision ou dans la copropriété. Pour faire face à l'absence de documentation foncière pour une grande partie de la propriété privée qui constitue une contrainte importante pour sa stabilité, la loi institue dans les communes où le cadastre n'a pas encore été établi un certificat de possession, document ayant des effets proches de ceux que confère le titre de propriété. (Ahmed Ali A, 2011).

Ce document qui préserve les droits éventuels des tiers, permet à son titulaire d'exercer toutes les prérogatives attachées à une juste possession. Le titulaire peut, à l'issue de dix années, consolider sa situation et accéder à la propriété en vertu du code civil. Les procédures d'établissement du certificat de possession s'exercent parallèlement à celle portant sur la constatation de la prescription acquisitive et d'établissement de l'acte de notoriété prouvant reconnaissance de propriété en application des dispositions du code civil relatives à l'exercice de la possession. (Ahmed Ali A, 2011).

- **La loi n°90-30 du 1er décembre 1990 portant loi domaniale**

Le projet de code domanial était destiné à combler le vide juridique résultant de l'abrogation de la loi coloniale en 1975. Il a donc été élaboré puis présenté au gouvernement en 1978 pour n'être finalement adopté par l'assemblée populaire nationale que six ans plus tard. Ce texte est à l'image du discours politique, confondant les notions d'État et de nation, de propriété de l'État, des collectivités locales et du domaine national.

L'article premier du code du domaine national reproduit l'article 14 de la Constitution qui définit la propriété d'État « comme la propriété détenue par la collectivité nationale dont l'État est l'émanation ». Il s'ensuit alors une représentation unifiée de la propriété nationale qui consacre le critère organique. Comme stipulé à l'article 7, les wilayas et les communes « détiennent et gèrent au nom de la collectivité nationale, les biens composant leur patrimoine respectif » (art. 7).

L'État détient ainsi le droit de propriété des biens immobiliers et mobiliers du domaine national. Le patrimoine des communes et des wilayas demeure quant à lui régi par les dispositions des codes communaux et des codes de wilaya.

Le code domanial de 1984 n'a pas encore produit tous ses effets que la Constitution du 23 février 1989 vient le remettre fondamentalement en cause en restaurant les règles de la domanialité classique. L'article 17 de la Constitution de 1989 dispose que « la propriété publique est un bien de la collectivité » et délimite les secteurs qu'elle couvre. L'article 18 édicte que « le domaine national est défini par la loi. Il comprend les domaines public et privé de l'État, de la Wilaya et de la Commune ». (A. Belhimer, 2015).

La loi domaniale définit la composition du domaine national qui comprend :

- le domaine public et privé de l'Etat ;
- le domaine public et privé de la wilaya ;
- le domaine public et privé de la commune ;

**Le Domaine public** comprend tous les biens meubles et immeubles qui sont affectés à l'usage du public, soit directement (voies publiques, rivage de la mer, cours d'eau...) soit par l'intermédiaire d'un service public (voies ferrées, aéroports, ports,..) ainsi que les biens spécialement aménagés pour l'exécution d'un service public (écoles, lycées, édifices publics...) ou ceux dont la destination ou le caractère interdit toute appropriation par des particuliers (ouvrages de défense nationale, les richesses nationales du sol et du sous-sol).

**Le Domaine privé**, quant à lui, regroupe tous les autres biens domaniaux non classés dans le domaine public.

Dès lors, il est possible à l'Etat propriétaire, représenté par l'administration des Domaines, de participer plus directement et plus librement au fonctionnement du marché foncier

Toutefois des exceptions à cette règle sont prévues notamment au profit des collectivités locales, des EPIC, des EPE et des associations, pour la cession de gré à gré d'immeubles domaniaux, mais à un prix correspondant à leur valeur vénale. (CNES, 2004).

Dans le sillage du texte constitutionnel, la loi 90-30 du 1er décembre 1990 substitue la notion de propriété publique à celle de propriété d'État. Les biens du domaine public sont déclarés « propriété publique » et les biens du domaine privé « propriété privée de l'administration ». Par domaine privé, il faut entendre les biens du domaine économique et les biens antérieurement rattachés au domaine particulier, extérieur et militaire de soutien. L'État propriétaire est donc de fait engagé dans les rapports marchands.

Ainsi, la séparation entreprise par la loi de 1990 entre « propriété publique » et « propriété privée » rompt avec la conception antérieure du domaine national.

De même que la distinction opérée entre « droit de propriété » et « droit de jouissance » établit qu'un bien ne peut être une dépendance du domaine national que s'il est propriété d'une personne administrative. (A. Belhimer, 2015).

Cette mesure s'applique aussi bien aux établissements publics qu'aux entreprises nationales. Les administrations disposent quant à elles d'un régime spécial : les biens sont directement affectés par l'État ou les collectivités territoriales et s'ils sont acquis, ils deviennent propriété de la personne publique dont ils relèvent. Les biens des collectivités territoriales acquièrent la qualité de dépendance du domaine public soit par délimitation, soit par classement.

Cette qualité peut être perdue selon les modalités prévues à l'article 34 de la loi domaniale. Notons aussi que les biens des entreprises publiques sont régis par le principe de la saisissabilité rendant ainsi vain le débat mené sur leur aliénation lorsque les lois du 12 janvier 1988 portant orientation des entreprises publiques sont présentées devant l'instance législative.

Le domaine public occupé par les entreprises publiques subit lui aussi des réaménagements. L'article 170 du décret du 23 novembre 1991 fixe à trois le nombre de titres d'occupation du domaine public auxquels elles peuvent prétendre : l'affectation, la concession et la loi.

L'affectation est un acte unilatéral par lequel l'administration propriétaire met à la disposition d'une entreprise ou d'un établissement des biens dès lors qu'ils sont destinés à une mission de service public ou à une mission d'intérêt général assimilée. La concession est un contrat administratif accompagné d'un cahier de clauses générales.

Les biens du domaine public peuvent enfin être affectés à une entreprise publique en vertu des dispositions de la loi : c'est le cas pour les activités de transport ferroviaire ou de distribution de l'électricité et du gaz. (A. Belhimer, 2015).

## **5. Classification du foncier selon les critères fonctionnels**

### **5.1. La concession du foncier agricole relevant du secteur public**

Le foncier agricole a, de tout temps, constitué un enjeu d'intérêts entre divers protagonistes ; sa problématique est devenue plus complexe par la multitude d'intervenants, par la valeur symbolique du rapport à la terre et par la spéculation.

Les réorganisations des différentes formes d'exploitation des terres ont été souvent effectuées davantage dans la précipitation dans le seul but d'atténuer des tensions existantes au plan social que pour asseoir une structuration complète du monde agricole. (CNES, 2004).

Les données générales font ressortir une superficie utilisée par l'agriculture de 47 millions d'hectares dont 8,2 millions d'hectares de surface agricole utile (SAU). Ce potentiel comprend :

- des terres de parcours : 32 millions ha, dont 20 millions ha steppiques et 12 millions ha de parcours pré sahariennes
- des forêts : 4 millions ha
- des surfaces alfatières : 2,8 millions ha.

En 2004, la surface agricole utile (SAU) était constituée de 5,4 millions ha de terres privées et 2,8 millions ha de terres du domaine privé de l'Etat confiés à 30.519 EAC ( 1.841.000 ha), 66.110 EAI (674.000 ha) , 177 Fermes pilotes (151.000 ha) et 222 Instituts et offices (14.000 ha) ; 90.000 ha de cette SAU relève de l' Accession à la Propriété foncière agricole ; 31.000 ha de terres ne sont pas encore attribuées

La problématique du foncier agricole ne concerne que le statut des terres du domaine national qui occupent une superficie de l'ordre de 2,8 millions d'hectares soit 27% de la SAU exploitée par environ 200 000 attributaires. Par contre le reste des terres, soit 73% de la SAU, exploités par environ un million de fellahs a été pendant trop longtemps occultée. (CNES, 2004).

Pour ce type, nous nous limitons à la présentation de deux notes importantes qui ont été diffusées pour application et relatives à la concession du foncier agricole relevant du domaine public :

- La note de la Direction Générale du domaine national du 11 avril 2011, relative à la concession des terres agricoles relevant du secteur public.
- La note de la Direction Générale du Cadastre du 24 avril 2011, relative à la concession des terres agricoles relevant du secteur public, conversion du droit de jouissance en droit de concession.

03085

Le Directeur Général Du Domaine National

A

- Messieurs les Directeurs des Domaines (toutes wilayas)
- Messieurs les Directeurs de la Conservation Foncière (toutes wilayas)

En communication à :

- Messieurs les Inspecteurs Régionaux des Domaines et de la Conservation Foncière (toutes régions).

**OBJET :** Concession des terres agricoles relevant du secteur public.

- R \* f :** - Loi n° 10-03 du 5 Ramadhan 1431 correspondant au 15 août 2010 fixant les conditions et les modalités d'exploitation des terres agricoles du domaine privé de l'Etat.  
- Décret exécutif n° 10-326 du 17 Moharram 1432 correspondant au 23 décembre 2010 fixant les modalités de mise en œuvre du droit de concession pour l'exploitation des terres agricoles du domaine privé de l'Etat.

**P \* J :** Un (1) modèle d'acte administratif.

J'ai l'honneur de vous faire connaître que le nouveau dispositif juridique régissant la concession des terres agricoles du secteur public vient d'être parachevé.

En effet, la loi n° 10-03 du 15 Août 2010 et le décret n° 10-326 du 23 Décembre 2010 susvisés ont précisé les conditions, les modalités et les procédures de conversion du droit de jouissance perpétuelle octroyé au profit des exploitations agricoles collectives et individuelles en concession de longue durée.

A cet égard et en vue d'assurer une mise en œuvre harmonisée de cette opération d'envergure nationale, il a paru nécessaire de l'encadrer à travers, d'une part le rappel des principes généraux de ce dispositif juridique et d'autre part, les modalités et mécanismes de déroulement des travaux incombant à vos services.

\*\*\*/\*\*

### 1- Rappel du dispositif juridique :

#### ➤ De la loi n° 10-03 du 15 août 2010:

Il paraît utile de préciser que cette loi concerne essentiellement les terres agricoles du domaine privé de l'Etat régies avant la promulgation de la loi n° 10-03 susvisée, par la loi n° 87-19 du 8 décembre 1987 déterminant le mode d'exploitation des terres agricoles du domaine national et fixant les droits et obligations des producteurs.

A ce titre, il y a lieu de préciser que cette loi a arrêté de nouveaux principes relatifs à la gestion des terres agricoles relevant du secteur public, à savoir notamment:

- La conversion du droit de jouissance perpétuelle en droit de concession ;
- la concession n'est octroyée qu'au profit des exploitants ayant satisfait à leurs obligations au sens de la loi n° 87-19 du 8 Décembre 1987 et détenteurs d'actes authentiques publiés ou d'arrêtés du wali;
- La concession est octroyée pour une période de 40 ans renouvelable ;
- La concession porte sur les assiettes foncières concernées ainsi que sur les biens superficiels en dépendant ;
- les formalités d'établissement, d'enregistrement et de publication foncière de l'acte de concession sont exemptées de tous frais ;
- La concession est octroyée moyennant le paiement d'une redevance annuelle ;
- La redevance de la concession est fixée par loi de finances ;
- La conversion du droit de jouissance est encadrée par l'Office National des Terres Agricoles (ONTA) créé par le décret exécutif n° 96-87 du 24 février 1996, modifié et complété par le décret exécutif n° 09-339 du 22 octobre 2009 ;
- La résiliation de la concession par voie administrative en cas de manquement du concessionnaire à ses obligations et/ou au non respect des clauses contenues dans le cahier des charges dont le modèle type est annexé au décret exécutif n° 10-326 du 23 Décembre 2010 susvisé.

#### ➤ Du décret n° 10-326 du 23 décembre 2010 :

Le décret n° 10-326 du 23 décembre 2010 susvisé prévoit la mise en œuvre des dispositions de la loi n° 10-03 du 15 Août 2010 suscitée.

A ce titre, ledit décret a tracé les différentes procédures devant aboutir à la conversion du droit de jouissance perpétuelle, octroyé dans le cadre de la loi n° 87-19 du 8 décembre 1987 suscitée, en droit de concession.

\*\*\*/\*\*

A cet effet, il est indiqué que sur la base de la demande introduite par l'exploitant auprès de l'ONTA, cet office, en cas d'avis favorable, élabore et formalise le cahier des charges à signer par l'exploitant concerné et transmet le dossier au directeur des domaines territorialement compétent en vue de la consécration de l'opération par acte administratif.

Dans ce cadre, l'administration des domaines est chargée, notamment, de l'établissement des actes de concession et de la fixation des redevances annuelles liées à ce droit.

## **2- Des travaux incombant à l'Administration des Domaines :**

### **2-1 De l'établissement de l'acte de concession :**

L'article 6 de la loi 10-03 du 15 Août 2010 susvisée, stipule que la conversion du droit de jouissance perpétuelle en droit de concession est établie par les services des domaines au nom de chaque exploitant.

D'autre part, ce même article prévoit que lorsqu'il s'agit d'une exploitation collective, l'acte de concession est établi au profit de chaque exploitant concessionnaire dans l'indivision et à parts égales.

Il est à préciser que dans un souci de simplification des procédures, l'acte administratif est établi de manière unilatérale par vos soins et ne nécessite pas la signature de l'exploitant, le cahier des charges signé par l'ONTA et l'exploitant et devant être annexé à l'acte suffit.

L'acte administratif, établi en trois (3) exemplaires par vos services et dans les meilleurs délais, exempté de tous les frais, doit être, après accomplissement des formalités d'enregistrement et de publicité foncière, remis à l'ONTA en deux (2) exemplaires en vue de la notification par cet office d'un exemplaire au profit de l'exploitant.

Dans le but de faciliter les procédures et partant de contribuer efficacement à la réussite de cette opération, il est demandé à l'ensemble des directeurs des domaines de ne pas subordonner l'établissement de l'acte de concession au paiement préalable des arriérés de redevances dûes au titre du droit de jouissance.

L'acte administratif de concession doit porter sur la terre et les biens superficiels en dépendant et qui constituent des immeubles ou immeubles par destination et ce conformément au modèle type d'acte élaboré par le Service Central, ci-joint en copie, et auquel doit être annexé obligatoirement le cahier des charges.

\*\*\*/\*\*

### **2-2 De la redevance annuelle de la concession :**

L'article 41 de la loi de finances complémentaire pour 2010, a fixé la redevance au titre du droit de concession sur les terres agricoles du domaine privé de l'Etat selon les zones de potentialités (A, B, C et D) et les catégories des terres (en irrigué ou sec).

**Il est à souligner que la redevance de la concession ne porte que sur la terre.**

A cet égard, il est utile d'attirer votre attention sur le fait que le 2<sup>ème</sup> alinéa de l'article suscité a prévu la fixation des zones de potentialités agricoles par voie réglementaire.

Par conséquent, en attendant la parution et la mise en œuvre du texte réglementaire fixant ces zones de potentialités agricoles, déjà élaboré et en voie de finalisation par le secteur de l'agriculture, il n'y a pas lieu de réclamer la première redevance de la concession.

En effet, l'acte de concession doit être établi et remis, le paiement de la redevance de la concession sera réclamé à l'intervention du texte définissant les zones de potentialités prévu par l'article 41 suscité.

En outre, compte tenu de l'importance et de l'intérêt particulier accordé par les pouvoirs publics à la promotion de l'activité agricole, il convient également et comme précisé ci-dessus au point 2.1 de ne pas réclamer actuellement les arriérés de redevances dûes au titre du droit de jouissance perpétuelle.

Compte tenu de l'importance de cette opération et de la nécessité d'accompagner les producteurs agricoles dans le nouveau processus de gestion des terres agricoles publiques dont la prise en charge dans les délais est impérative, il convient d'assouplir les mécanismes y afférents, s'inscrivant ainsi dans le cadre des facilitations et de l'encouragement de l'activité agricole décidés par l'Autorité Supérieure, tels que :

- La responsabilité de la conformité du dossier étant du ressort de l'ONTA, vos services doivent dès réception du dossier et sauf contrainte juridique majeure, engager la procédure de l'établissement et de remise de l'acte de concession ;

\*\*\*/\*\*

- L'acte de concession ne doit pas être subordonné au paiement préalable des redevances aussi bien au titre de la première annuité de concession qu'au titre des arriérés de redevances dûes au titre du droit de jouissance perpétuelle ;
- La superficie de la terre doit être celle déjà portée dans l'acte de jouissance perpétuelle, en cas d'existence ; les services du cadastre devant se consacrer à l'établissement du cadastre général dont l'achèvement est prévu en 2014 ;
- L'exigence de nouveaux plans de délimitation ne doit concerner que les terres dont les superficies ont connu des changements suite à des opérations notamment de déclassement ou de reprise ;
- Pour les exploitations agricoles n'ayant pas été à ce jour délimitées, l'établissement, par les services du cadastre, d'un plan de délimitation pour les besoins de cette opération, s'impose ;
- Lorsque la zone a fait l'objet de l'établissement du cadastre général, il y a lieu de prendre en considération la superficie cadastrée sur la base d'une copie du plan délivrée par les services du cadastre ;
- Les actes de concession doivent être établis et remis avec diligence,
- Les directeurs de la conservation foncière sont tenus de veiller à la publication de façon prioritaire des actes de concession dont il s'agit ;
- Les inspecteurs régionaux des domaines et de la conservation foncière doivent veiller au suivi de cette opération et d'encadrer en tant que de besoin, les services des domaines et de la conservation foncière chargés de l'opération.

Il vous est demandé de mobiliser, chacun en ce qui le concerne, tous les moyens en vue de la réussite de cette importante opération et de veiller à la stricte application des prescriptions contenues dans la présente note qui doit faire l'objet d'une large diffusion.

- \* Copie que j'ai l'honneur d'adresser à Messieurs les walis (toutes wilaya).
- \* Copie que j'ai l'honneur d'adresser à Monsieur le Directeur Général de l'Agence Nationale du Cadastre.
- \* Copie que j'ai l'honneur d'adresser à Monsieur le Directeur de l'Organisation et de la Protection des Patrimoines (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural).



24 AVR 2011

الجزائر، في

## NOTE

## A

Messieurs les Directeurs du Cadastre de wilaya

En communication à Messieurs les Directeurs Régionaux du Cadastre

**Objet :** Concession des terres agricoles relevant du secteur public - Conversion du droit de jouissance en droit de concession.

**P . J :** Instruction n° 03085 F/DGDN/DVDE/PPA du 11 avril 2011 (arabe et français) et un imprimé (Etat de suivi des travaux réalisés dans le cadre de la concession)

J'ai l'honneur de vous communiquer pour information et aux fins utiles ci-joint les copies de l'instruction du Directeur Général du Domaine National n° 03085 F/DGDN/DVDE/PPA du 11 avril 2011, relative à la concession des terres agricoles relevant du secteur public.

A travers cette note le rôle des structures du cadastre dans cette opération est implicitement déterminé en dernière page.

Aussi, dans ce même cadre et au vu de l'ampleur du travail à faire dans beaucoup de wilayas ainsi que des délais de réalisation relativement courts impartis à cette opération, il est du devoir des structures du cadastre de prendre les dispositions utiles en rapport afin qu'elles puissent traiter promptement et correctement les tâches qui leur sont confiées.

Pour cela, il conviendrait au DCW :

- o **de faire un état exhaustif de la situation par commune :** cet état devra faire ressortir les exploitations touchées par les distractions et les organismes bénéficiaires des distractions,

- o **d'élaborer un plan d'action de concert avec la DRC de rattachement :** ce plan d'action, indépendamment du plan de charge arrêté dans le PO, sera suivi rigoureusement par la DCW et soutenu en cas de besoin par la DRC.

Aussi, il m'a été fait part des nombreux cas de transfert de droits non finalisés par les organismes expropriants qui risquent de perturber les plans de charge des DCW. Pour cela, **les DCW concernées sont impérativement appelées à saisir rapidement les walis** par courrier appuyé de l'état exhaustif de situation préalablement élaboré à l'effet intercéder auprès des institutions expropriantes leur demandant d'activer la finalisation des transferts de droits qui les concernent (dépôt des dossiers de transfert de droits constitués par les expropriants auprès des services des domaines). Ceci permettra aux services du cadastre de procéder à la mise à jour au fur et à mesure que les travaux avancent et délivrer dans les délais requis les documents permettant la conversion du droit de jouissance en droit de concession.

Ainsi donc, j'insiste sur :

- o **le respect des délais impartis :** les DCW ne doivent pas perdre de vue que le délai accordé à cette opération est de 18 mois, à compter du 18 août 2010, conformément à l'article 30 de la loi 10 - 03 du 15 août 2010. Ce qui revient à dire que les DCW sont tenues de terminer l'ensemble des tâches dont elles ont la charge dans ce cadre (délimitation et délivrance de plans ou, extraits de plan, PR4bis,...) au plus tard le 18 janvier 2012. un intérêt particulier devra être accordé au facteur temps, particulièrement par les DCW concernées par des expropriations entrant dans le cadre de grands projets (exploitations touchées par des projet de route, autoroute, chemin de fer, barrage, conduite hydraulique, etc ...)

- o **le bannissement du cumul d'instances :** à l'issue de cette opération toute la documentation cadastrale en rapport doit être à jour.

Par ailleurs, afin de permettre aux services de la planification de l'ANC de suivre les travaux réalisés dans le cadre de cette opération, je vous demanderais de me faire parvenir, mensuellement et dument renseigné un état "Suivi mensuelle des travaux réalisés dans le cadre de la concession des terres agricoles du secteur public" dont le modèle d'imprimé est ci-joint ; l'état portant sur les travaux réalisés depuis le début de l'opération jusqu'au 30 avril 2011 doit me parvenir au plus tard le 05 mai 2011.

## 5.2. Le foncier industriel

Le Foncier industriel désigne l'ensemble des Terrains se Trouvant dans des zones spécialement aménagés ou en dehors de ces zones, Actifs résiduels des entreprises publique dissoutes et actifs excédentaire des Entreprises Publique Economique en Activité, destinés à être utilisés pour l'exercice d'une activité de production de bien ou de service. (S.H. Khouadjia, 2016).

La mise en place d'espaces destinés à recevoir des projets industriels dans un cadre organisé remonte aux années 1970 et 1980 ; des arrêtés interministériels consacrent la création des Zones Industrielles aménagées par l'Etat ; leur gestion fut confiée aux Etablissements de Gestion de Zones Industrielles (EGZI)».

En ce qui concerne les zones d'activités, la majeure partie a été le fait des décisions des autorités locales. Ces zones sont généralement démunies d'organismes aménageurs ou de gestionnaires et connaissent presque les mêmes contraintes que celles des zones industrielles.

La CADAT (Caisse Algérienne d'Aménagement du Territoire) a été créée en 1959. Elle opérait à l'échelle nationale par le biais des structures régionales liées à une administration centralisée à Alger. En 1982, elle change de dénomination pour devenir le Centre national d'études et de réalisation en urbanisme ou CNERU. En 1983, la restructuration organique du CNERU a permis la création de huit unités régionales, les centres d'études et de réalisation en Urbanisme (URBA).

En 1984, les zones industrielles, auparavant propriété de la CADAT devenaient la propriété des URBA, unités régionales d'urbanisation, au niveau local et leur mission consistait à viabiliser les lots industriels, à les céder viabilisés aux opérateurs industriels, puis à transférer l'espace commun aux établissements de gestion. La responsabilité de gestion des zones industrielles incombait aux Entreprises de gestion des zones industrielles (EGZI), dont la mission est la gestion des espaces communs. Selon le rapport établi par le CNES en 2004, l'évaluation de la gestion au niveau des zones faisait ressortir :

- l'absence de promoteurs (URBA) dans certaines zones industrielles ;
- des Zones industrielles non régularisées au profit des promoteurs (URBA) ;
- l'absence de transfert de propriété des promoteurs aux bénéficiaires (les industries) pour 3 233 lots industriels (76 %) sur un total de 4 211 lots ;
- de retards enregistrés par les promoteurs (URB) dans la viabilisation des sites qui leur ont été cédés en raison du manque de moyens financiers ou du défaut de régularisation des terrains cédés aux nouveaux propriétaires ;

- de contentieux liés aux prix de cession à appliquer ;
- la faillite de certaines sociétés de gestion des zones industrielles ;
- le changement de la vocation des terrains attribués ;
- des terrains régularisés mais non utilisés. (CNES, 2004).

S'agissant du cadre juridique du foncier industriel en Algérie, il ne semble pas répondre aux exigences du principe de sécurité juridique et ce, en raison du volume important des textes qui a pendant longtemps gérés ce foncier, entre les lois de finances et, les lois de l'investissement. Le système de gestion du foncier industriel est devenu complexe, pour le simplifier, il a été établi dans la loi de Finance 2013 des dispositions restructurant le système. Les décisions d'attribution des lots devant retourner au wali sur proposition du comité d'assistance à la localisation et la promotion des investissements et la régulation foncière (CALPIREF).

Après la promulgation de la loi de finances complémentaire de 2015, l'attribution du foncier industriel ne sera plus soumise au (CALPIREF). Désormais, ce foncier sera à la charge des walis sur proposition du directeur de wilaya en charge de l'investissement agissant, chaque fois que de besoin, en relation avec les directeurs de wilaya des secteurs concernés, pour les terrains relevant du domaine privé de l'Etat, des actifs résiduels des entreprises publiques dissoutes, des actifs excédentaires des entreprises publiques économiques, ainsi que des terrains relevant des zones industrielles et des zones d'activité. (S.H. Khouadjia, 2016).

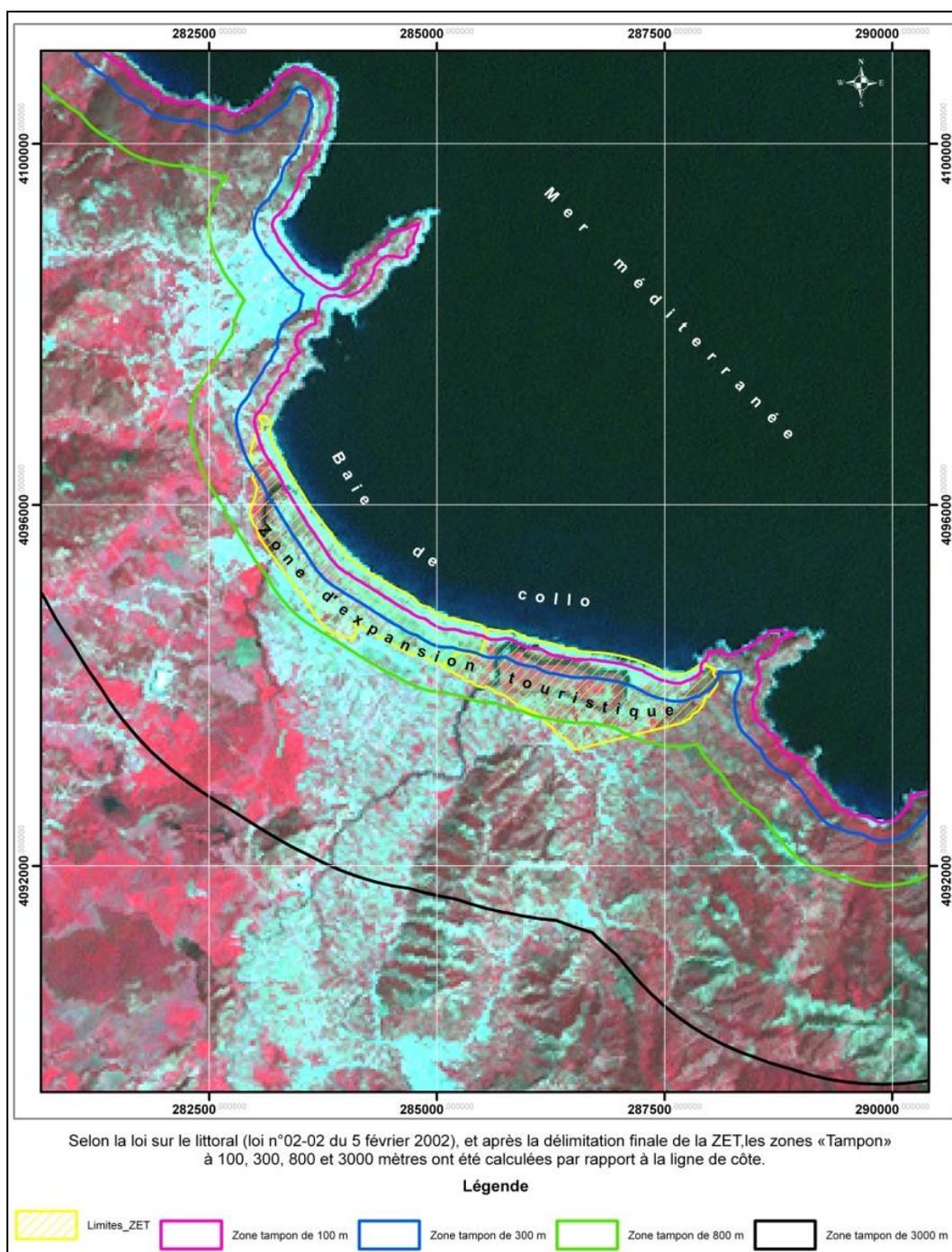
Actuellement, un projet de texte modifiant la loi 08-04 de 2008 relative au foncier industriel en vue d'introduire de nouvelles clauses permettant le suivi de l'opération d'exploitation des assiettes industrielles non exploitées par les opérateurs industriels, et la création d'une Instance nationale chargée de la gestion du foncier industriel sur la base de la transparence et l'efficacité économique.

### **5.3. Le foncier touristique**

Dans le processus de promotion du tourisme, la prise en charge de la question foncière touristique s'est manifestée dès 1966; les pouvoirs publics avaient préconisé la création de zones d'expansion touristique (ZET) qui représentent des territoires susceptibles d'être spécialement aménagées " dans les parties enclavées du littoral, des hauts plateaux et dans le Sud ", dans la perspective d'abriter les investissements touristiques.

Au cours de la décennie 1986-1996, le portefeuille foncier touristique a été délimité au moyen de la création des ZET. La mobilisation des terrains à usage touristique au niveau des ZET connaît pratiquement les mêmes contraintes que les zones industrielles. (CNES, 2004).

Les 173 Zones d'Expansion Touristique (ZET) classées par décret n° 88-232 du 05 novembre 1988, couvrent une superficie totale de 47.073 ha, A travers le territoire national, ces zones sont implantées sur 14 wilayas littorales (140 ZET ) sur une superficie de 34 852,86 ha , au niveau de wilayas intérieures et les hautes plaines (13 ZET) sur 3 480,6 ha et dans le Sud et le Grand Sud (20 ZET) sur 9 501,09 ha..



**Figure 4. Spatio-carte ALSAT2 support d'établissement du plan d'aménagement touristique de la baie de Collo avec représentation des bandes définies dans le cadre de la loi 02-02 du 05 février 2002 relative à la protection du littoral**

Dans le cadre du plan d'action pour le développement durable du tourisme en Algérie " Horizon 2010 ", une grande opération a été initiée par l'administration du tourisme qui est le lancement d'un programme de financement d'études d'aménagement du foncier touristique et des travaux de viabilisation de 20 zones d'expansion touristique. (CNES, 2004).

Trois points fondamentaux sont précisés dans l'article 03 de la loi n° 03-01 du 17 février 2003 :

- **Zone d'expansion touristique** : Toute région ou étendue de territoire jouissant de qualités ou de particularités naturelles, culturelles, humaines et créatives propices au tourisme, se prêtant à l'implantation ou au développement d'une infrastructure touristique et pouvant être exploitée pour le développement d'une ou de plusieurs formes rentables de tourisme.
- **Aménagement touristique** : Ensemble des travaux de réalisation des infrastructures de base pour les espaces et les étendues destinées à accueillir des investissements touristiques. Il est matérialisé par des études qui fixent la nature des aménagements et la typologie des activités des infrastructures projetées.
- **Zone de protection** : partie d'une zone d'expansion ou d'un site touristique non constructible nécessitant une protection particulière en vue de conserver ses qualités naturelles, archéologiques ou culturelles.

Par rapport aux plans soulignés initialement, les dernières déclarations des instances supérieures du secteur de tourisme, affirment que le foncier touristique en Algérie est riche de 225 ZET, dont 166 implantées dans les régions côtières, 36 dans les régions montagneuses et 23 dans les régions sahariennes". Le secteur tend à créer au moins une ZET dans chaque wilaya du pays, d'autant que certaines wilayas manquent toujours de telles zones qui lui permettent de réaliser des structures et établissements touristiques et hôteliers dans lesquels les spécificités de chaque région sont prises en compte". (APS, 2021).

#### **5.4. Le foncier urbain**

Le processus d'urbanisation ne peut se concevoir sans son support, le foncier, car il ne peut y avoir d'urbanisation sans les terrains d'assiette. En Algérie, le foncier n'a pas été un simple support à l'urbanisation; il a été le catalyseur d'un processus urbanistique effréné devenant au fil du temps, un but et non un moyen et donnant naissance à des comportements peu conscients des dégradations des terres.

Ce type de foncier est marqué par un principe d'irréversibilité selon lequel toute action de construction fait perdre irrémédiablement les caractéristiques originelles du sol. *Un sol construit ne peut redevenir à sa vocation initiale.*

Les repères historiques du foncier urbain se divisent en deux :

- **Avant 1990**

Durant les deux décennies qui ont suivi l'indépendance, le parc de logements hérité de la colonisation était encore suffisant pour répondre aux besoins exprimés. La pression exercée sur le foncier était, par conséquent faible et la nécessité de revoir le régime foncier ne s'était pas fait sentir.

Cependant, deux éléments vont bouleverser cette situation :

- le premier est d'ordre politique ; il s'agissait de traduire en milieu urbain la révolution qui s'était produite en milieu rural dans le domaine agricole par la démocratisation de l'accès au foncier à travers un processus de nationalisation et de limitation de la propriété foncière privée en milieu urbain;
- le second est d'ordre économique ; il contraint à faire face à la montée des besoins en terrains nécessaires à l'implantation des projets publics et collectifs et des programmes publics d'habitat.

- **Après 1990**

A partir de 1990, on enregistre l'amorce d'un processus d'ouverture marqué par d'importants bouleversements législatifs quant à l'approche de l'urbanisation et de la gestion du foncier.

Une rupture totale a été opérée à partir de 1989, par la mise en place d'un nouveau dispositif législatif en matière de foncier urbanisable. Les éléments fondamentaux introduits sont résumés comme suit :

- la loi portant orientation foncière de 1990 qui introduit notamment l'abrogation des dispositions relatives aux réserves foncières communales et libéralisation du marché.
- la loi sur l'aménagement et l'urbanisme de 1990 qui met en place le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) pour chaque commune, définissant l'usage des sols et les droits à construire, les Plans d'Occupation des Sols (POS) qui précisent l'organisation du cadre bâti, ainsi que les différents actes d'urbanisme (certificat d'urbanisme, permis de lotir, permis de construire, permis de démolir, certificat de conformité, certificat de morcellement) qui s'y rattachent. (CNES, 2004).

- la loi domaniale de 1990 qui procède à la détermination et modalités de gestion du domaine national.
  - la loi sur l'expropriation pour cause d'utilité publique de 1991 qui définit les conditions et des modalités pour l'expropriation de terrains au profit de projets d'utilité publique et entrant dans le cadre des plans d'urbanisme.
  - la loi sur les biens Wakf de 1991 qui précise les modalités de constitution et de gestion de biens Habous.
  - le Décret législatif sur l'activité immobilière de 1993 qui consacre la promotion immobilière et foncière comme une activité commerciale.
- **Les implications du nouveau cadre légal**
    - La délimitation des propriétés foncières:  
La première implication de ces réformes est la reconnaissance du droit de propriété comme vecteur préalable de l'action foncière.  
A ce titre, il a été procédé à la relance des procédures d'enregistrement et de publicité foncière en liaison avec les travaux cadastraux lancés, d'abord pour le monde rural et ensuite pour les secteurs urbanisés dans le cadre d'une opération soutenue par le secteur de l'Habitat avec les services de l'Agence Nationale du Cadastre.
    - Le certificat de possession  
Pour pallier à la contrainte liée à l'absence de titre de propriété authentique dans les régions où le cadastre n'a pas encore été réalisé, l'établissement du certificat de possession a été mis en place par les articles 39 à 46 de la loi n° 90- 25 du 18 novembre 1990 portant orientation foncière.  
Ce certificat permet la constitution d'une hypothèque de premier rang en garantie de prêts à moyen et long termes.  
Le décret exécutif n° 91-254 du 27 juillet 1991 fixant les modalités d'établissement et de délivrance de ce certificat de possession sont soumises à la procédure de publication et d'enregistrement.  
Aussi, le décret n° 83-352 du 21 mai 1983 institue une procédure de constatation de la prescription acquisitive et d'établissement d'acte de notoriété prouvant reconnaissance de propriété par le notaire compétant. Cet acte est soumis aux formalités d'enregistrement et de publication. (CNES, 2004).

- La régularisation foncière des terrains attribués dans le cadre des Réserves Foncières Communales (RFC).

La régularisation du transfert de terrains affectés aux programmes publics et aux citoyens par les communes, au titre des RFC, a été engagée dès 1993.

Ainsi, les bénéficiaires de lots de terrain à bâtir ont vu l'établissement d'un acte authentique au lieu et place de l'acte administratif délivré par la commune.

Les terrains affectés aux organismes publics pour la réalisation de logements sociaux notamment, a fait l'objet d'une disposition de loi de finance pour leur transfert, au dinar symbolique, à l'OPGI.

Comme signalé précédemment, la gestion bureaucratique des réserves foncières communales a donné lieu à de lourds contentieux notamment au plan de la régularisation des terrains à usage d'habitation.

Durant la gestion des Délégations Exécutives Communales (DEC), des superficies considérables ont été attribuées sans qu'elles soient régularisées. Cette situation a généré une dérive au plan urbanistique, notamment la prolifération de lotissements urbains illicites.

Certes l'article 86 de la loi 90/25 avait mis en place un dispositif de gestion des situations héritées de l'ordonnance 74/26 mais, sans pour autant traiter les situations nées des extensions illicites des lotissements.

La régularisation de ces lotissements nécessite obligatoirement, et de manière très rapide, la mise en place d'un dispositif qui permettrait aux Domaines de l'Etat, de régulariser la commune pour lui permettre de régler les contentieux existant et de débloquer les situations des autres secteurs d'activité.

- **Les disponibilités foncières**

Les normes et les règles générales d'utilisation des sols ainsi que l'élaboration des instruments de développement et de gestion urbaine sont fixées par la loi n°90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme et l'ensemble de ses textes d'application.

L'ensemble des communes sont dotées de plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) en tant qu'instruments de planification et de gestion des sols à l'échelle communale et intercommunale. Ces instruments édictent les règles générales visant à organiser la production, l'utilisation et la gestion économique des sols urbanisables ainsi que l'équilibre entre les besoins de l'habitat, de l'agriculture et l'industrie. (CNES, 2004).

L'autre instrument d'urbanisme important et indispensable est le Plan d'Occupation des Sols qui a notamment pour fonctions d'apporter des précisions nécessaires en matière de droits à construire de la parcelles de composition urbaine, d'implantation des équipements et des traces des voiries et réseaux divers (VRD) et l'aménagement des quartiers.

Jusqu'à l'an 2004, les Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme dont sont dotées l'ensemble des communes du pays ont délimité une assiette urbaine de l'ordre de 136.613 ha. au total ; ces potentialités se répartissent entre les différents secteurs urbanisés, à urbaniser et à urbanisation future, respectivement 22.258 ha (16,3%), 50.136 ha (36,7 %) et 64.219 ha (47%).

De manière stratifiée, ces disponibilités sont réparties comme suit :

- littoral (23 wilayas): 57.651 ha, soit 0,003 ha/habitant ;
- Hauts Plateaux (16 wilayas): 38.682 ha, soit 0,004ha/habitant ;
- Sud (9 Wilayas): 40.280 ha, soit, 0,014 ha/habitant.

Par ailleurs, les lenteurs enregistrées dans la mise en œuvre des mesures d'accompagnement entre la situation du monopole et la libéralisation du marché foncier, en matière de transactions, ont engendré des contraintes qui continuent de peser lourdement sur le marché du foncier avec une tendance à la saturation des espaces à urbaniser ou urbanisables dans la plupart des communes et la lenteur, la complexité et le manque de transparence dans la mise en œuvre des procédures devant consacrer **le droit de propriété des terrains** tel que :

- la couverture cadastrale insuffisante,
- le livret foncier embryonnaire,
- la lenteur dans l'enregistrement des actes et leur publication

*En outre, les contraintes liées au cadastre urbain, à la propriété dans l'indivision ainsi que la rétention foncière n'ont pas permis l'émergence d'un marché transparent. (CNES, 2004).*

## 6. Notions relatives au droit foncier en Algérie

Pour régler la conduite de l'homme considéré comme être social, le droit distingue les rapports qui s'établissent entre l'homme et les autres hommes des rapports qui s'établissent entre l'homme et le corps social: les premiers font l'objet du **droit privé**, les seconds font l'objet du **droit public** :

- Le **droit privé** s'intéresse aux relations entre les particuliers;
- Le **droit public** régit l'organisation de l'Etat et les relations de l'Etat et des administrations publiques avec les particuliers,

Le droit privé est divisé en plusieurs branches. La branche principale est le Code Civil qui s'occupe des personnes, des biens et des obligations. A côté on trouve: le droit commercial qui s'occupe des relations entre commerçants et des actes de commerce ; le droit du travail qui régit les relations entre employeurs et salariés.

Le droit public, qui recouvre le droit constitutionnel et le droit administratif, est un droit « exorbitant » développé au « bénéfice » des collectivités publiques et des activités administratives ou d'intérêt général. C'est fondamentalement un « droit de privilèges ».

### 6.1. Effets de la loi dans le temps et dans l'espace

Effets de la loi dans le temps (art.2 du Code Civile) : la loi n'a pas d'effet rétroactif pour garantir le respect des droits acquis. La loi peut être abrogée :

- par une loi postérieure édictant expressément son abrogation,
- de façon implicite par une nouvelle loi contenant des dispositions incompatibles avec la loi antérieure.

Effets de la loi dans l'espace : cette question est de savoir à quelles personnes et en quels lieux la loi s'applique. la police et la sûreté (art.5 du C.C.) ainsi que les immeubles et autres droits réels immobiliers (art. 17 du C.C) relèvent de la loi territoriale, c'est-à-dire de la loi *du territoire* sur lequel les faits se passent et où les choses se trouvent.

L'état civil et la capacité des personnes relèvent de la *loi personnelle*, c'est-à-dire de la loi du pays auquel la personne appartient (art. 10 du C.C).

### 6.2. La capacité juridique

La capacité juridique est la mesure du rôle qu'une personne peut jouer sur la scène du droit (c'est donc, l'étendue de ses droits). Elle comprend deux termes fondamentaux:

- L'aptitude à jouir du droit ou capacité de jouissance;

- L'aptitude à user d'un droit ou capacité d'exercice.

Pour résumer :

- Les personnes physiques ont **tous** les droits que la loi ne leur enlève pas.
- Les personnes morales ont **seulement** les droits que la loi leur accorde.
- Les incapables sont les personnes dont la capacité juridique **est limitée**.

### 6.3. Classification des droits auxquels les biens donnent naissance

A l'égard de choses (mobilières ou immobilières) on peut avoir des droits de deux espèces :

- Des **droits réels** qui mettent leur titulaire en rapport immédiat avec la chose et que l'on exerce directement sur la chose (par exemple : être propriétaire de sa voiture, de son appartement). Le code civil traite en ses art.614 à 881 des droits réels principaux (droit de propriété, droit de jouissance, servitudes réelles) et en ses art.882 à 1003 des droits réels accessoires (hypothèques, privilèges,...).
- Des **droits personnels** qui mettent leur titulaire en rapport avec une personne et que l'on exerce, dès lors, en exigeant de cette personne ce qu'elle doit vous procurer (par exemple : le droit qu'à un propriétaire sur le locataire de sa maison par l'exigence du paiement d'un loyer, c'est-à-dire un droit de créance).

Le droit réel comporte :

- un **droit de suite** (il suit la chose en quelque main qu'elle se trouve),
- un **droit de préférence** (en cas d'hypothèque),
- Le **droit personnel** ne comporte pas de droit de suite ni de droit de préférence.

### 6.4. Classification des biens

Les dispositions des articles 683 et 684 du Code Civil énoncent le principe de la classification des biens en: « immeubles » et « meubles ». L'immeuble est la chose immobile, celle qui ne peut se mouvoir ou qu'on ne peut mouvoir, le meuble est la chose mobile, celle qui se déplace ou qu'on peut déplacer à volonté.

Il y a trois catégories d'immeubles :

- **immeubles par nature** (exemple : fonds de terre, bâtiment);
- **immeubles par destination** : comprend les choses matérielles qui sont mobilières par leur nature mais que le code civil déclare « immeubles » en raison de leur destination particulière (exemple : animaux et matériels attachés au service d'une exploitation agricole ; équipements attachés au fonctionnement d'une usine ...);

- **immeubles par l'objet auxquels ils s'appliquent**: il s'agit de biens incorporels tels que usufruit, servitudes, privilèges, hypothèques, actions immobilières, ...

Il y a deux catégories de meubles :

- **meubles par nature** (exemple : un vêtement, une automobile, une table, un animal,...).
- **meubles par détermination de la loi** : il s'agit de meubles incorporels qui sont constitués par des droits portant sur des meubles (par exemple, le gage, la propriété littéraire ...).

### 6.5. Du droit de propriété

L'étude du droit de propriété peut s'articuler autour de trois points relatifs :

- Le premier, au **contenu** de ce droit : La propriété est le droit de jouir et de disposer des choses pourvu qu'on n'en fasse pas un usage prohibé par les lois. (art. 674 du C.C).
- Le second, à l'**objet** de ce droit, et qui fait appel à la théorie de l'accession : il peut se résumer au vieil adage « *l'accessoire suit le principal* » cf. art.676 du C.C. (*exemple* : une construction est censée appartenir au propriétaire du sol).
- Le troisième, à la **sanction** de ce droit, c'est-à-dire l'action en revendication : celui qui est troublé dans la jouissance ou l'exercice de son droit de propriété, doit se protéger par une **action en justice**.

### 6.6. Des modes d'acquisition de la propriété (art.773 à 843 du C.C.)

Relatifs à :

- l'occupation et de la succession,
- l'accession,
- au contrat de propriété,
- à la chefâa,
- à la possession,

**La prescription acquisitive** (art.827 à 830 du C.C.) : la prescription acquisitive est l'effet d'une possession exercée pendant un certain temps et sous certaines conditions.

Pour que la prescription acquisitive puisse servir de fondement à l'acquisition de la propriété, la prescription doit être :

- continue et non interrompue,
- paisible,

- publique
- non équivoque
- exercée à titre de propriétaire.

Le temps requis pour prescrire est en principe de quinze ans, Il y a trois exceptions :

- **10 ans** pour le possesseur avec juste titre et de bonne foi
- **33 ans** pour prescrire les droits successoraux
- **03 ans** lorsqu'il s'agit d'un bien mobilier et par le possesseur de bonne foi.

## 6.7. Servitudes

On peut avoir sur les biens ou un droit de propriété ou un simple droit de jouissance ou simplement des services fonciers à prétendre.

Le droit de jouissance et le droit aux services fonciers sont des démembrements du droit de propriété ; la nécessité juridique de les subir est une servitude.

Les servitudes personnelles qui s'attachent à la personne de son bénéficiaire. Elles sont au nombre de trois :

- l'usufruit (art.844 à 854 du C.C),
- l'usage et l'habitation (art.855 à 857 du C.C),

Les servitudes réelles (services fonciers) qui s'attachent à la **chose** elle-même ( art. 867 à 869 CC) :

- celles qui dérivent de la situation matérielle des lieux n'existent juridiquement qu'en vertu d'obligations imposées par la loi ; il s'agit de servitudes légales (exemple : l'alignement ; l'enclave ; la mitoyenneté,...)
- celles qui s'acquièrent par acte juridique ou par succession résultent de la volonté de l'homme : il s'agit donc de servitudes volontaires parmi lesquelles on distingue les servitudes continues (réseau d'eau, d'assainissement, vues,...) des servitudes discontinues (droits de passage, de puisage, de pacage...) ainsi que les servitudes apparentes (celles qui s'annoncent par des ouvrages extérieurs tels qu'une porte , une fenêtre ...) des servitudes non apparentes ( prohibition de bâtir sur un fonds ou de surélever un bâtiment ...).

## 6.8. Forme des actes

- L'acte **authentique**, porte la signature et le sceau de l'officier public ou du fonctionnaire, habilité à l'établir, qui en atteste l'authenticité (cf. art. 324 du C.C.).
- L'acte **sous seing privé** est simplement revêtu de la signature de personnes privées et ne porte, en soit, aucune garantie d'authenticité.

- L'acte authentique fait foi par lui-même, tandis que l'acte SSP ne fait foi qu'après avoir été reconnu et vérifié en justice.
- Les actes authentiques font, par eux-mêmes, foi de leur date, tandis que les actes SSP ne prennent date que, notamment, du jour où ils sont enregistrés.
- L'acte authentique fait foi jusqu'à inscription de faux, tandis que l'acte SSP ne fait foi que jusqu'à preuve contraire.

### 6.9. Les sûretés

- Les sûretés sont personnelles ou réelles : les sûretés personnelles consistent à élargir le gage du créancier en adjoignant au débiteur un ou plusieurs débiteurs supplémentaires (solidarité – cautionnement),
- Les sûretés réelles consistent à renforcer le gage du créancier en affectant à la garantie de l'obligation un bien (nantissement – droit de rétention – privilège – hypothèque).

### 6.10. Des privilèges (art. 982 à 1001 du C.C)

- Le privilège est en droit réel accessoire qui comporte un droit de préférence et un droit de suite (pour les immeubles),
- Il est le fait de la loi,
- Les privilèges portent soit sur des meubles, soit sur des immeubles. Les uns et les autres sont généraux ou spéciaux suivant qu'ils portent sur l'ensemble des meubles et des immeubles du débiteur ou seulement un ou des meubles ou immeubles déterminés.
- **Des privilèges généraux et des privilèges spéciaux mobiliers**
- Les privilèges généraux portent, d'abord, sur la généralité des meubles ; à défaut de meubles en valeur suffisante pour couvrir les créances qui en sont munies, ils portent sur la généralité des immeubles.
- Le code civil (art.990 et suivants) énumère les privilèges généraux et les privilèges spéciaux mobiliers.
- **Privilèges spéciaux sur les immeubles**
- Ils comportent normalement le droit de suite ;
- Ils sont soumis à des formalités de publicité foncière destinées à les rendre opposables aux tiers.
- Le privilège immobilier qui n'aurait pas fait l'objet d'une inscription en temps utile dégénère en hypothèque.
- Les privilèges spéciaux sur les immeubles sont l'objet des articles 999 à 1001 du code civil.

### 6.11. Les hypothèques (art.882 à 947 du C.C)

- Comme le privilège, l'hypothèque est une sûreté fournie au créancier, par un bien laissé aux mains du débiteur, pour l'acquittement de l'obligation.
- Elle est opposable aux tiers par le double jeu du droit de suite et du droit de préférence.
- L'hypothèque se distingue du privilège :
  - **par sa source :**
    - o le privilège est toujours *d'origine légale*.
    - o l'hypothèque est tantôt *conventionnelle*, tantôt *légale*.
  - **par ses effets :**
    - o les privilèges existant concurremment sur un même bien se classent d'après la qualité de la créance garantie.
    - o les hypothèques concurrentes se classent d'après la date de leur inscription.
  - **par son objet :**
    - o les privilèges portent indifféremment sur des meubles ou sur des immeubles
    - o l'hypothèque est essentiellement immobilière.
- **Publicité de l'hypothèque**
  - La publicité foncière est le pivot de régime hypothécaire.
  - Si certaines hypothèques légales sont occultes, toutes les autres hypothèques qu'elles soient légales, judiciaires ou conventionnelles, sont soumises à des formalités de publicité foncière destinées à les rendre opposables aux tiers.
  - L'inscription d'hypothèque ne rend opposable aux tiers:
    - o que pendant dix ans à compter de la date de son inscription;
    - o Son effet cesse si elle n'a pas été renouvelée à l'expiration de ce délai
  - Il y a quelques hypothèques spécialement dispensées du renouvellement décennal des inscriptions:
    - Celles inscrites notamment aux profit des banques et institutions publiques et dont la durée est prorogée à trente ans.

## 7. Conclusion

Le foncier demeure un domaine complexe, régi par un grand nombre de textes et de multiples intervenants sans pouvoir de décision réel. La confusion des législations, des attributions d'acteurs, des dispositifs de prise en charge ouverts à de multiples appétits, donne l'impression d'une situation des plus confuses. La prise en charge du patrimoine foncier, dans le cadre de différents dispositifs généraux et spécifiques, n'a pas été concluante et n'a pas réussi à endiguer le processus de dilapidation des terres.

De manière générale et depuis la période coloniale, c'est le facteur politique qui influe le plus sur la façon dont se pose et se traite la problématique foncière. Cette vision fait naître des combinaisons multiples mettant en jeu un certain nombre d'acteurs, à l'intérieur de règles de jeu définies ou prédéfinies en compétition autour d'un espace.

De tout temps, les législations n'ont eu de cesse d'enfermer la question des rapports de l'homme à cet espace dans la seule approche de la domanialisation ou de la propriété privée. Un schéma qui a atteint ses limites au regard des effets de cette approche, et est appelé à prouver sa pertinence en matière d'appropriation privative.

L'Algérie s'est engagée depuis les années 90 dans un processus de réformes économiques, dont les politiques successives n'ont pas apporté de solution au problème du foncier, en dépit du fait qu'il constitue un vecteur important des mécanismes de l'investissement. (CNES, 2004).

L'instauration d'un marché foncier libre comme réponse aux mutations vers une économie libérale de marché, ne doit pas cacher l'histoire mouvementée du problème foncier en Algérie ; une histoire faite d'options extrêmes qui expliquent les rapports tendus qu'entretiennent la société et l'Etat algérien avec leur sol. (M. Saidouni, 2003).

La promulgation d'un texte réglementaire fixant les procédures de fusion des administrations du cadastre et de la conservation foncière en une seule administration est **devenue une nécessité**. Cette mesure, est de nature à traiter les dysfonctionnements enregistrés, notamment le défaut de coordination entre les deux administrations.

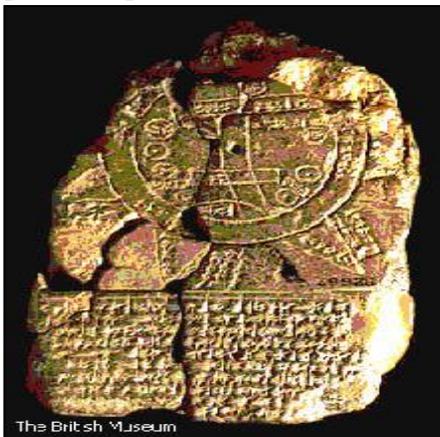
## 1. Introduction : le cadastre c'est quoi et pourquoi ?

L'approche cadastrale est souvent liée à la notion d'appropriation de la terre qui elle-même source de richesse et de prospérité individuelle ou collective. Elle est souvent source de conflits individuels ou tribaux. Assoir l'appropriation de la terre sur des règles juridiques ou administratives claires et connaître la description et l'étendu de ce qu'on possède ont été les principaux éléments constitutifs du cadastre.

Cette notion prend divers aspects en fonction du temps et de l'espace de manière à aboutir à un inventaire sommaire et parfois détaillé (Liste et schéma).

L'origine étymologique du mot cadastre n'est pas tout à fait claire. Pour certains auteurs, il proviendrait du terme "CATASTICO" du grec "KATASTIKHON" qui signifie liste ; ou encore d'un mot « latin » approché "CAPITESTRA", terme qui désigne dans la Rome antique les registres contenant la liste des biens et l'indication de leur possesseur. (Dictionnaire Larousse « étymologique »).

La définition du cadastre est tributaire des moyens et des objectifs tracés dans le temps et dans l'espace par les différentes civilisations, en vue de s'adapter aux besoins recherchés par les pouvoirs publics.



**Figure II.1. Carte du monde babylonienne**

Désormais possession du British Museum, la célèbre carte du monde dressée par les Babyloniens vers l'an 500 av. J.-C. présente la Terre sous la forme d'un disque plat entouré d'eau. Cette vision du monde, résultant en partie de la méconnaissance et de l'inexploration des océans, était partagée par les anciennes civilisations grecques et mésopotamiennes. (M. Chaib, 2010)



**Figure II.2. Carte du monde du XVe siècle**

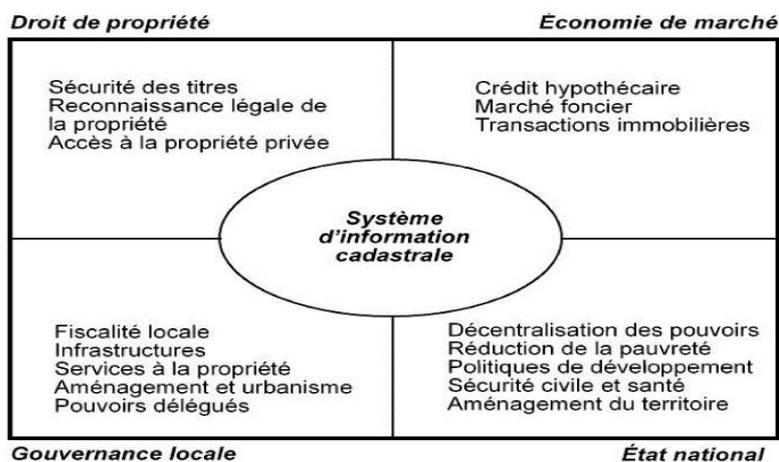
Cette carte du monde a probablement été dessinée vers la fin du XVe siècle par Paolo Toscanelli. On reconnaît facilement les côtes de la Méditerranée, mais celles de l'océan Indien sont très imprécises. Quant à l'intérieur de l'Asie et de l'Afrique, ils relèvent de l'imaginaire. Il semble que Toscanelli fût le premier à avancer l'idée que l'on pouvait atteindre l'Asie en naviguant vers l'ouest, idée reprise avec enthousiasme par Christophe Colomb. (M. Chaib, 2010)

Le cadastre est considéré comme étant, l'inventaire de la propriété foncière dont il donne une description plus au moins détaillée, destiné à répondre aux besoins individuels ou collectifs notamment en matière foncière, juridique, fiscale et économique. (M. Chaib, 2010).

Cet inventaire se traduit par l'établissement : de plans cadastraux et des registres fonciers. En Algérie, la définition pratique du cadastre est donnée par l'ordonnance N° 75-74 du 12 Novembre 1975 portant établissement du cadastre général et institution du livre foncier donne au cadastre la définition suivante : "*Le cadastre général définit et identifie la consistance des immeubles et sert de base matérielle au livre foncier qui établit la situation juridique des immeubles et indique la circulation des droits immobiliers*".

Dès 1976, les pouvoirs publics en Algérie avaient pris conscience de la nécessité de mettre en place un système foncier moderne, puisque à cette date sont intervenus les textes relatifs à l'établissement du «**Cadastre général** » et à l'institution du «**livre foncier** » dont la finalité est d'obtenir une *cartographie physique et juridique de l'ensemble du patrimoine immobilier et foncier du pays et de constituer, en quelque sorte, un véritable état civil de la propriété foncière*.

Le Cadastre entraîne des améliorations dans la gestion de la propriété foncière et par conséquent un rendement meilleur qui se répercute avantagement sur la valeur, le revenu de la propriété et finalement sur l'amélioration de l'économie. Plusieurs organismes de l'état ont besoin de sa documentation graphique et littérale : « *...le cadastre, source d'information foncière et économique d'une richesse exceptionnelle est appelé à jouer un rôle documentaire important face à un nombre croissant d'utilisateurs : l'agriculture, l'habitat, l'équipement, les communes...* » (Extrait de l'instruction d'établissement du cadastre général).



**Figure II.3. Apports de la mise en place d'un système d'information cadastrale (Francis Roy, 2006)**

## 2. Aspects et missions du cadastre

Le cadastre peut se présenter principalement sous trois aspects permettant de classer en trois types de cadastre : Aspect fiscal (cadastre fiscal) ; aspect juridique (cadastre juridique) et l'aspect technique (cadastre technique).

- **Cadastre juridique**

C'est le cadastre légal. Il a pour objet, l'identification du propriétaire d'une parcelle, il suppose que soient connus :le statut juridique de la parcelle : titre de propriété (lettre d'attribution, permis d'occuper, concession urbaine d'habitation, concession rurale d'habitation, titre provisoire, titre foncier, bail), la source et preuve d'acquisition, les charges sur la parcelle (hypothèque, gage, mise à la disposition, etc....) ;les droits et servitudes y afférents ;son état et ses limites exactes.

- **Cadastre fiscal**

Le recensement exhaustif de tous les biens fonciers et la définition des assiettes ou bases des impôts (valeur locative et valeur vénale) sont les garants d'une plus grande justice fiscale et d'une maximisation certaine du rendement des impôts liés au foncier et du contrôle de leurs recouvrements.

La fiscalité cadastrale ou foncière est donc le système de perception de l'impôt sur la propriété foncière. C'est un système d'information foncière qui assure la gestion de l'ensemble des informations permettant d'évaluer les biens fonciers et de déterminer les bases des taxes foncières ou afférentes aux fonciers (taxes foncières sur les propriétés bâties et non bâties).

- **Cadastre technique**

Il poursuit plusieurs objectifs et est à la fois un instrument de gestion du foncier et des équipements (voirie, ligne téléphonique, réseau d'eau, électricité, etc....) et un outil d'aide à la prise de décision, en matière d'urbanisme et d'aménagement.

Il doit contenir une information mise à jour sur la configuration du parcellaire, les limites des propriétés, leur usage, leur mode d'occupation, leur équipement ainsi que sur les servitudes susceptibles d'avoir un impact sur l'affectation des parcelles et leur mise en valeur, sa mission est essentiellement basée sur les travaux topographiques cadastraux. La figure 4 résume les principales missions du cadastre en Algérie et dans d'autres pays du monde.

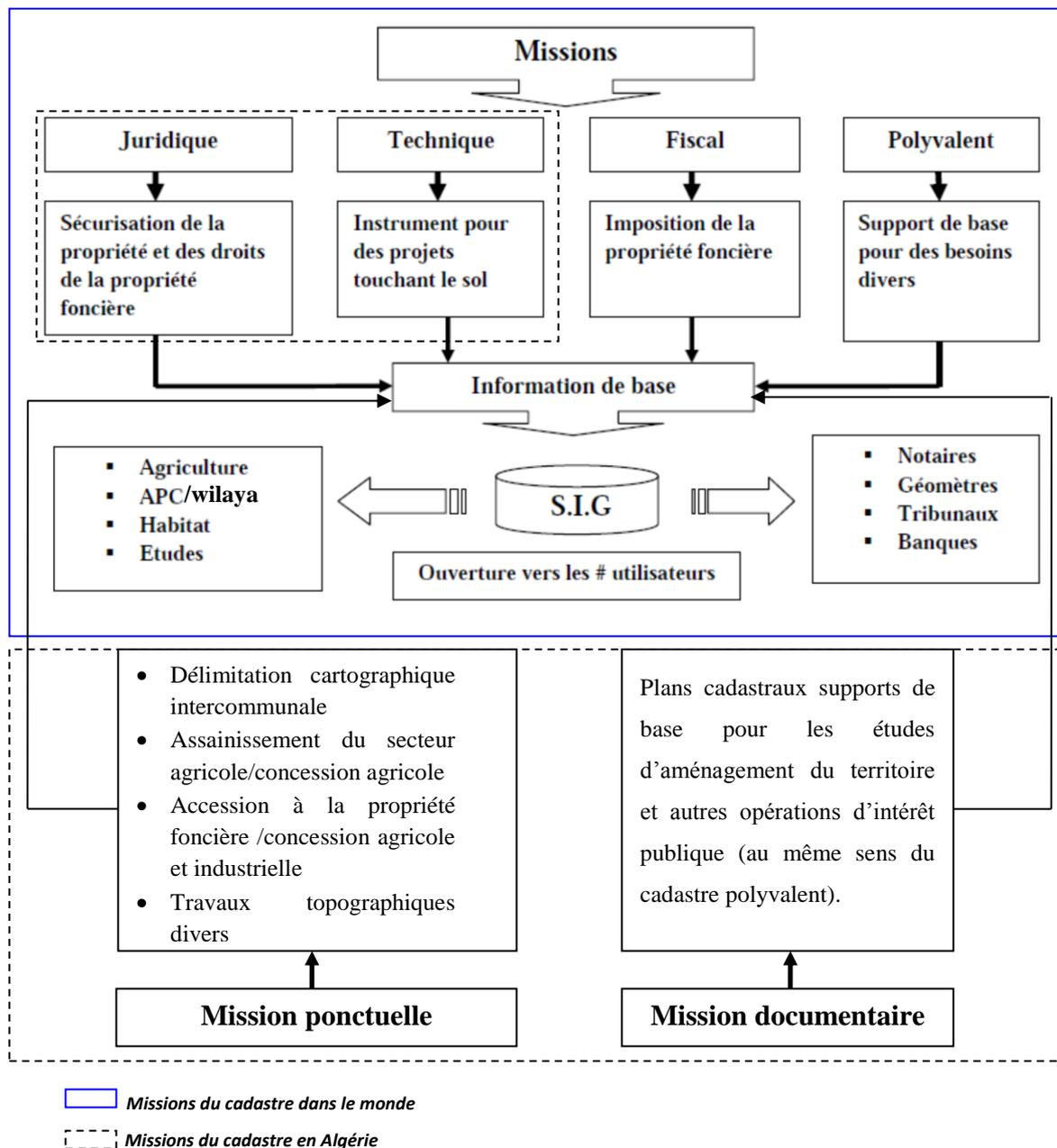


Figure II.4. Missions du cadastre

### 3. Procédure d'établissement du cadastre général

La procédure d'établissement de la documentation foncière générale en Algérie, comprend des travaux de bureau administratifs et techniques qui servent à l'ouverture officielle des opérations cadastrales et à la préparation des documents cartographiques et photographiques supports de délimitation des propriétés sur terrain (figure 5). Les travaux de terrain comprennent trois types :

➤ **L'enquête foncière comporte :**

- La constatation du droit de propriété immobilière et des autres droits réels immobiliers et les charges si elles existent
- La détermination de la superficie et le bornage

- la désignation de la consistance physique
- la représentation graphique au moyen d'un plan support de délimitation.

➤ **Délimitation :**

La conformité entre le plan croquis et les limites des propriétés sur terrain avec la présence des propriétaires.

➤ **Topographie :**

Complètement sur terrain par des levés directs.

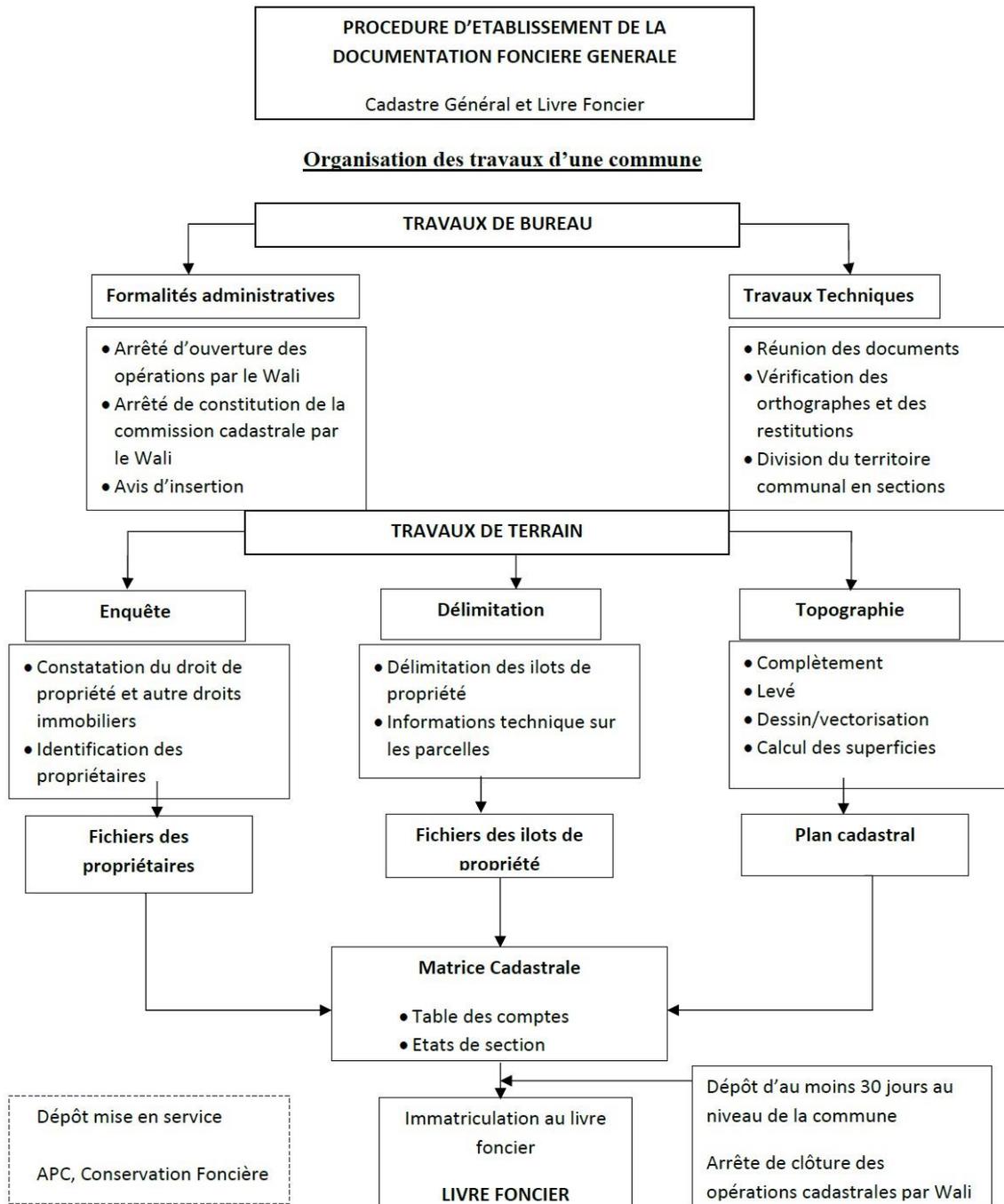


Figure II.5. Procédure d'établissement du cadastre général en Algérie (M. Chaib, 2010)

## 4. La documentation cadastrale

### 4.1. Le plan cadastral

Le plan cadastral est le document fondamental du cadastre. C'est un plan général au sens qu'il couvre la totalité du territoire de la commune, dont il est l'unique représentation parcellaire à grande échelle.

#### a. La section cadastrale

La section est l'unité de découpage cadastral. c'est une partie du territoire communal déterminée dans le but de faciliter l'établissement, la consultation et la tenue des documents cadastraux, son périmètre est constitué dans la mesure du possible par des limites présentant un caractère suffisant de fixité.

#### **Echelle :**

Le service du cadastre peut utiliser des échelles différentes pour dessiner les diverses sections d'une commune. Le choix de l'échelle est dicté par le degré de morcellement du parcellaire et par la nature de zones à lever.

Zones urbaines : 1/500 (zones urbaines très denses)

1/1000 (zones urbaines peu denses)

Zones rurales : 1/2000 ou 1/2500 (zones rurales très morcelées)

1/5000 (zones rurales peu morcelées)

Zones steppiques et sahariennes :

Zones à exclure du cadastre steppique et saharien (échelles identiques aux zones rurales et urbaines).

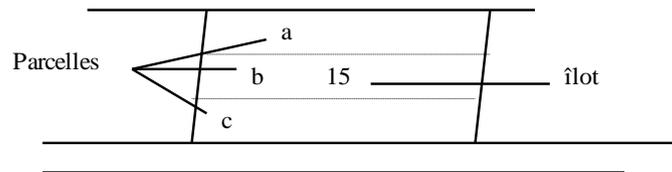
En dehors des zones à exclure : échelle du 1/20000 à 1/200000.

#### b. L'îlot de propriété

L'îlot de propriété est constitué par l'ensemble des parcelles contiguës frappées des mêmes droits et des mêmes charges, appartenant à un même propriétaire ou à une même indivision dans un même lieu-dit et formant une unité foncière indépendante selon l'agencement donné à la propriété. La parcelle cadastrale est une portion de l'îlot de propriété d'un seul tenant, présentant une même nature d'occupation du sol.

#### **Désignation**

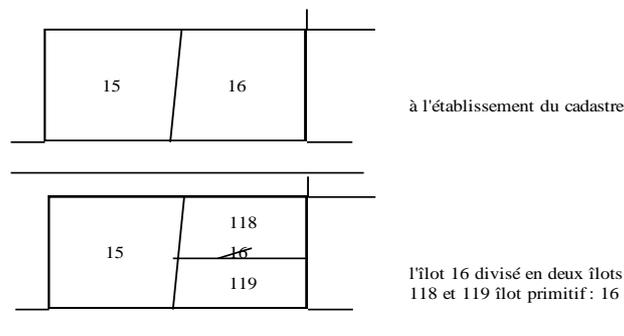
Les îlots de propriété sont identifiés par un numéro attribué par section dans un ordre continu à partir de l'unité. Les parcelles cadastrales, sont désignées au plan cadastral par une lettre minuscule a, b, c...



**Figure II.6. Désignation d'un îlot de propriété**

### Îlot primitif

Les îlots de propriétés primitifs sont ceux qui figurent à l'origine sur le plan minute et qui ont fait l'objet du numérotage initial. Lors de l'apparition de nouveaux îlots au plan cadastral, lesquels reçoivent un numéro pris à la suite du dernier numéro attribué dans la section, l'indication de l'îlot primitif (pour les îlots issus d'une division) ou de l'îlot primitif voisin (îlot pris sur le domaine public) permet de retrouver facilement la position de ces nouveaux îlots sur le plan cadastral.



**Figure II.7. Notion d'îlot primitif**

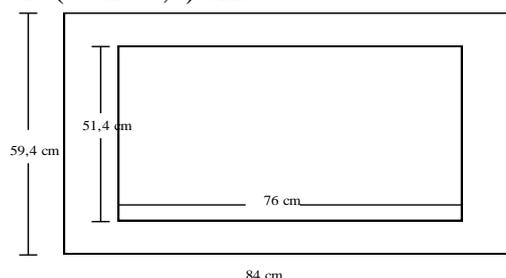
### c. Signes conventionnels (employés dans le dessin du plan)

Des signes conventionnels ont été retenus pour représenter :

- Les limites (communales, de sections, de lieu-dit, d'îlot de propriété et de parcelles)
- Les détails topographiques
- L'hydrographie
- Les constructions

### d. Le dessin

- Le format utile : (76 x 51,4) cm
- Le format extérieur: (84 x 59,4) cm.



**Figure II.8. Dimensions d'un plan de section**

## 4.2. Les registres

### a. La matrice cadastrale

La matrice cadastrale est un registre qui donne par compte de propriétaire, la nomenclature des îlots lui appartenant sur le territoire d'une commune, avec pour chaque îlot, la désignation de la section, du numéro d'îlot détaillé en parcelles et leurs contenances respectives. La matrice cadastrale fournit par ailleurs des informations à caractère économique concernant le sol, son occupation et les objets qu'il supporte.

Tableau II.1. Extrait d'une matrice cadastrale

MATRICE CADASTRALE															Imprimée le:		
Wilaya : ALGER					Nom : ETAT					Numero National : 164400000100001							
Commune : AIN BENIAN					Prenom :					Nature ou Profession :							
					Né ou constitué le : // /					Prenom pere :							
					Presume :					Prenom grand pere :							
					Nationalité :												
					Adresse :												
Se	Ilot	Pa	Lot	Bat	Esc	Niv	Surf		Superficie Ilot			Adresse Ilot	N jur / N sol	Dr char/Occ	Appro/Util	Objet supp	
							Lot	Tant	Quo part	Ha	A						Ca
006	0134	0031	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0032	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0033	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0034	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0035	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0036	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0037	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0039	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0134	0040	UNIQ	0			72,00	25,00/1000		1	4 6	01,00	130 LOGTS AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS
006	0135	0002	UNI	0			72,19	115,00/1000			4 5	05,00	C E M EL GHARNATI AIN BENIAN	DPRE /	/	DEVO /	
006	0135	0003	UNI	0			85,00	135,00/1000			4 5	05,00	C E M EL GHARNATI AIN BENIAN	DPRE /	/	DEVO /	
006	0135	0006	UNIQ	0			72,02	115,00/1000			4 5	05,00	C E M EL GHARNATI AIN BENIAN	DPRE /	/	DEVO /	
006	0135	0002	UNIQ	0			72,00	153,00/1000			4 5	05,00	C E M EL GHARNATI AIN BENIAN	DPRE / ARGJ	/ SBAT	DEVO / LHA	CONS

### b. L'état de section

L'état de section est un registre où les états sont classés dans l'ordre topographique, c'est-à-dire l'ordre des sections et des numéros d'îlots, et où est indiqué, pour chaque îlot, le numéro de compte du propriétaire.

Tableau II.2. Extrait d'un état de section

ETAT DE SECTION				23/05/2001
WILAYA : ALGER				
COMMUNE : CASBAH				
SECTION : 004				PAGE N° 1
Ilot	Lot	N° Compte	Tire de	
0007		160700000600161		
000		160700000600162		
0010		160700000600160		

### 3. Mise à jour de la documentation cadastrale

A l'achèvement des travaux cadastraux dans une commune, le cadastre fournit une description précise et actuelle de la propriété foncière. Mais la situation qu'il exprime se modifie continuellement par suite des mutations portant sur les droits réels et les changements de toutes sortes apportées par l'homme à la configuration parcellaire ou qui proviennent d'événements naturels.

Pour que le cadastre conserva son caractère d'actualité et puisse remplir le rôle, que lui a assigné le législateur, il est nécessaire de le tenir à jour de tous ces changements.

Ces changements peuvent provenir :

- Soit des causes juridiques (vente, partage, succession, donation...)
- Soit de changements ayant une incidence topographique (constructions nouvelles, changement de nature de culture, ...).

La mise à jour doit répondre à trois objectifs principaux :

- La constatation des changements et leurs applications sur la documentation cadastrale ;
- Assurer la concordance de la documentation cadastrale et le fichier immobilier
- La création d'une banque de données.

Le déroulement de la mise à jour présenté ci-après est structuré selon l'instruction N°16 du 24 Mai 1998, en spécifiant le service chargé de cette mission ainsi que les différents cas de figures et les intervenants.

#### 3.1. La conservation cadastrale: un service chargé de la mise à jour

Sur le plan organisationnel, la Direction du Cadastre de la Wilaya DCW dispose de quatre services à savoir :

- Service des travaux cadastraux et applications informatiques.
- Service des travaux spéciaux.
- Service de **la mise à jour et la conservation cadastrale.**
- Service des moyens et personnels.

Lesquels sont supportés par près de six brigades opérationnelles sur le terrain et au bureau. Ces brigades sont équipées en moyens de levé, de traitement et d'archivage et disposent aussi

des brigades restant à la disposition des usagers pour toute investigation ou demande de plans et documents cadastraux.

Le rôle principal de la conservation cadastrale en plus de l'archivage de la documentation cadastrale et sa consultation, est de tenir à jour les documents cadastraux constitués (plans, matrices, états de sections) suite à toutes mutations ou autres changements intervenus.

Quel que soit le cas de la mise à jour, la conservation doit entreprendre le processus en interne avec les autres services concernés (travaux topographiques), et en externe par l'envoi et la réception des différents documents nécessaires, avec les gestionnaires de l'information sur le territoire ayant des relations avec le cadastre. Globalement, deux situations peuvent se présenter :

- Tout changement affectant la situation juridique de l'immeuble donne lieu obligatoirement à l'intervention du rédacteur d'acte (notaire...), du géomètre agréé (pour l'établissement du document d'arpentage), du cadastre (en sa qualité de détenteur du document cadastral initial) et de la conservation foncière (détentriche du fichier immobilier).
- Tout changement affectant la situation physique de l'immeuble est constaté lors des tournées périodiques du cadastre, ou selon les renseignements communiqués par l'APC.

### 3.2. Principaux documents de mise à jour

Ils sont au nombre de quatre :

1. **Les extraits cadastraux :** L'expression « extrait cadastral » s'applique aux extraits spécialement destinés à la publicité foncière dans les communes cadastrées. Ils sont destinés à fournir aux rédacteurs des actes et à tous les autres usagers les renseignements cadastraux dont ils ont besoin. Chaque ilot de propriété est identifié par : sa nature, la commune de situation, la section cadastrale, son numéro de plan cadastral, son lieu-dit et sa commune. Les divers extraits cadastraux :
  - Des extraits cadastraux modèles PR4bis, qui permettent d'assurer la liaison entre le bureau de la conservation cadastrale, le rédacteur de l'acte et la conservation foncière.
  - Des extraits de plans établis sur des imprimés (support transparent) modèle CC15 ou CC16, dont il sera question à propos des documents d'arpentage.
  - Des extraits ordinaires des documents cadastraux : extrait de la matrice cadastrale modèle CC11 et extrait de l'état de section CC12.

- 2. Les documents d'arpentage :** tout changement de limite de propriété doit être constaté par un document d'arpentage. Ce document est soumis au service du cadastre pour vérification et numérotage des nouvelles unités foncières, préalablement à la rédaction de l'acte réalisant le changement de limite. Le document d'arpentage (ou document de modification de l'îlot de propriété) répond à la fois aux nécessités de la publicité foncière et à celles de la conservation du cadastre. Ce document ne peut être dressé que par des personnes agréées.
- 3. Les croquis de conservation :** la maintenance du plan cadastral est effectuée par l'intermédiaire du croquis de conservation, dont il fait usage dans les cas suivants :
  - Le changement ne nécessite pas une délimitation de propriété avec attribution de nouveaux numéros de plans.
  - Le changement affecte le numérotage cadastral et il est généralement indépendant de la volonté des propriétaires. Sinon il aurait nécessité d'un document d'arpentage.
  - Ils sont établis à l'échelle du plan cadastral, ils représentent la configuration ancienne des parties modifiées et la configuration nouvelle telle qu'elle résulte des constatations effectuées sur le terrain par l'agent du cadastre.
- 4. Les états descriptifs de division :** pour certains cas, la division de la propriété n'entraîne pas création de limite, il s'agit notamment de copropriété (verticale, horizontale ou mixte) et de l'affectation hypothécaire d'une partie d'un immeuble bâti ou non. Cet état descriptif est un acte authentique. Les bureaux de la conservation cadastrale reçoivent par l'intermédiaire des conservations foncières des copies ou extraits des états descriptifs de division.

### 3.3. Les mutations: définitions, cas de figures et intervenants

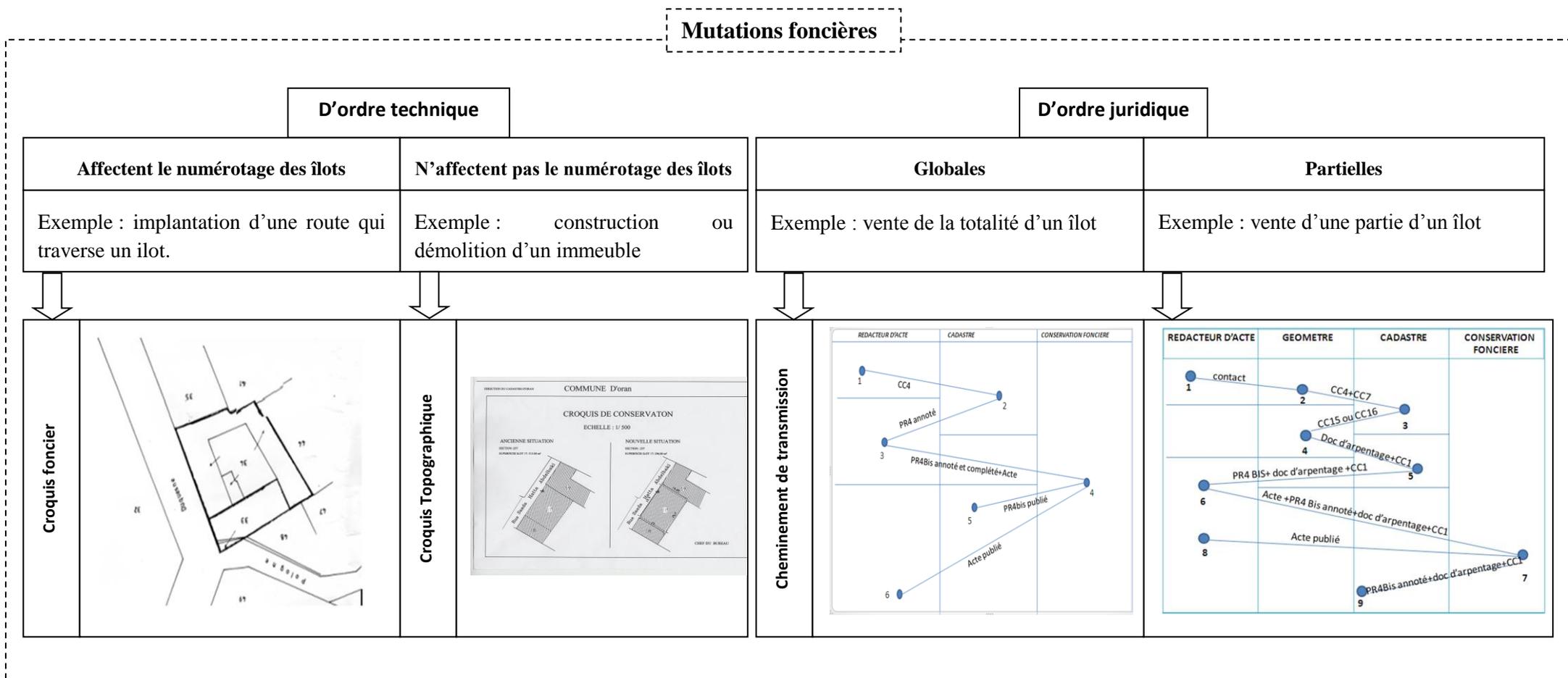


Figure II.9. Les différentes mutations foncières possibles et les cheminements de transmission des documents

- **Les mutations juridiques**

Ce sont des mutations foncières qui affectent la situation juridique des immeubles, elles se présentent sous deux formes :

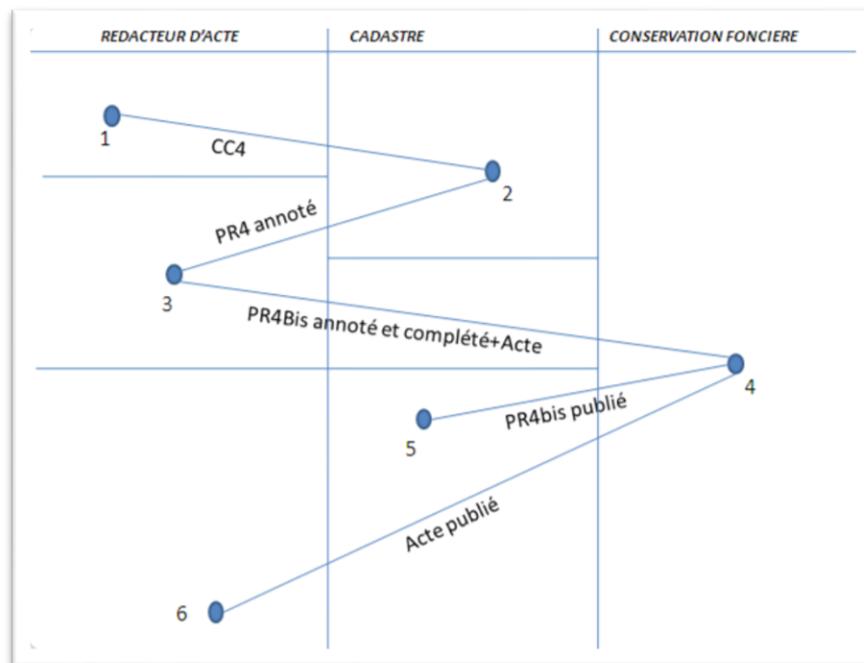
- **Mutation globale**

Il s'agit de modification qui ne touche que les propriétaires alors que les limites de propriété demeurent inchangées. L'unité foncière est transférée totalement d'un propriétaire à un autre.

Exemple : vente ou donation de la totalité d'un ilot;

Le cheminement de transmission des documents entre les différents organismes est présenté par le tableau suivant :

**Tableau II.3. Transmission des documents pour une mutation globale**



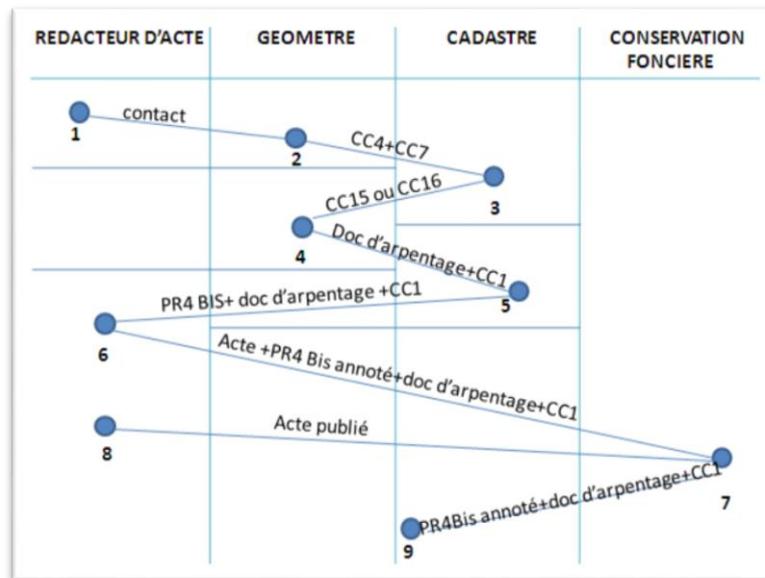
- **Mutation partielle**

Ce sont des modifications d'ordre juridique qui touchent le propriétaire et la limite de propriété. Une partie de l'unité foncière est transférée d'un propriétaire à un autre.

Exemple : vente ou donation d'une partie d'un ilot ;

Le cheminement de transmission des documents entre les différents organismes est présenté par le tableau suivant :

Tableau II.4. Transmission des documents pour une mutation partielle



- **Les mutations d'ordre techniques**

Ce sont des modifications d'ordre technique qui n'affectent pas la situation juridique de l'immeuble. Elles se présentent sous deux formes :

- **Mutations qui affectent la numérotation des îlots: croquis foncier**

Sont des mutations induites par d'éventuels changements de limites d'îlot sans que la nature juridique soit affectée:

Exemple: Changement de limite des sections au vue d'une réorganisation territoriale des communes ;

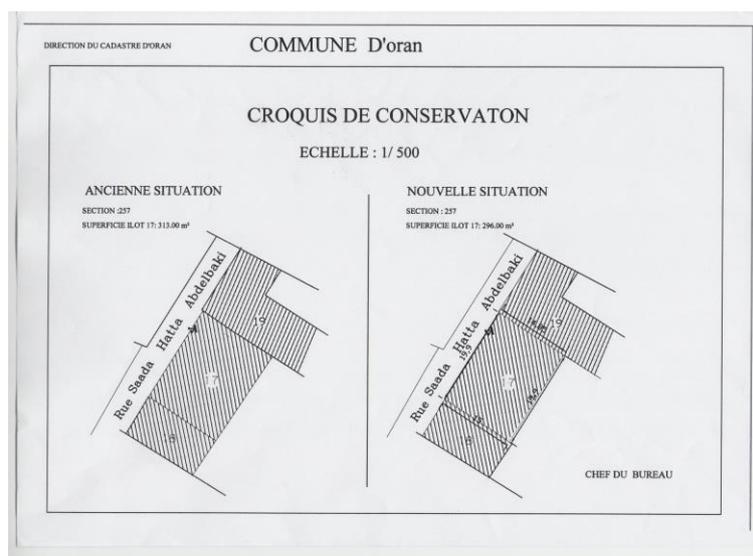
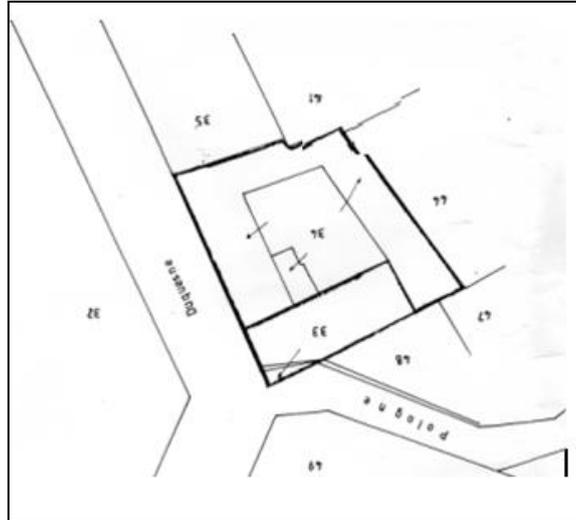


Figure II.10. Exemple d'un croquis foncier

○ **Mutations qui n'affectent pas la numérotation des îlots: croquis topographique**

Il s'agit de changements intervenus à l'intérieur des îlots de propriété tel que le changement de nature de culture (nouvelle plantation, arrachage,...)



**Figure II.11. Exemple d'un croquis topographique**

#### 4. Etat d'avancement des opérations cadastrales

*Selon les déclarations du Directeur Général de l'ANC aux journalistes d'El Watan le 17 décembre 2012 :*

Le taux d'avancement national du cadastre général a atteint 45%, alors que le délai d'achèvement de cette opération est maintenu pour fin 2014 : " Cette opération qui a été déjà bouclée dans les zones steppiques et sahariennes, qui totalisent une superficie de 220 millions d'hectares, a touché 19 millions d'hectares en zones rurales et 400.000 ha en zones urbaines, soit un taux national de 45%".

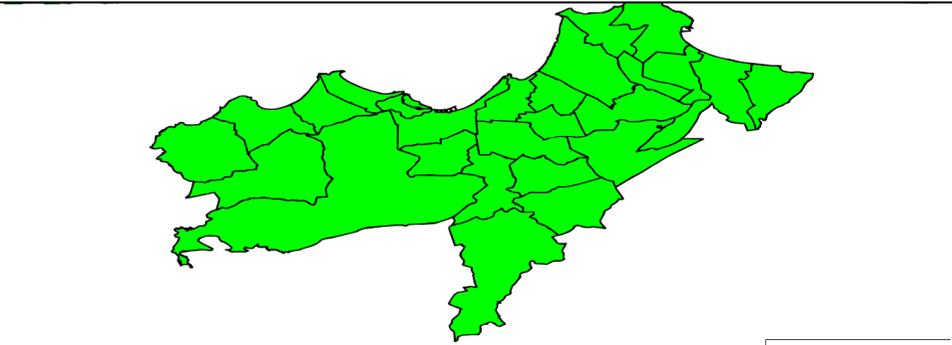
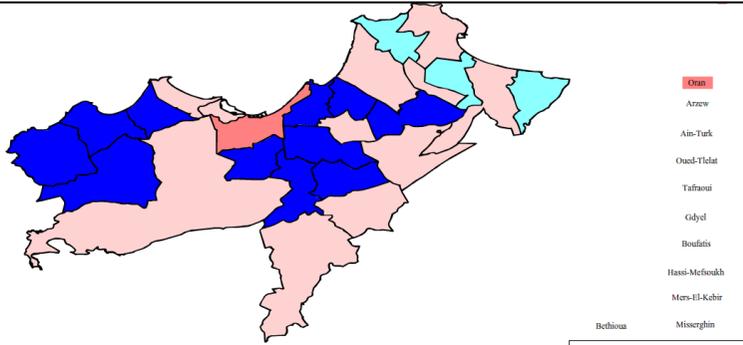
Le directeur de l'Agence nationale du cadastre a reconnu que l'opération accusait un important retard avant 2008 avec une moyenne annuelle de 400.000 ha de terrains cadastrés, ajoutant que "l'acquisition de nouveaux moyens notamment dans le cadre de la coopération avec les Pays-Bas a permis de porter ce rythme jusqu'à 1,5 million d'hectares en 2011". Ainsi, trois millions d'hectares étaient cadastrés entre 2008 et 2010 avec une moyenne annuelle d'un million d'hectares, tandis que 1,5 million d'hectares l'ont été en 2011 et 1,2 million sont projetés pour 2012, a-t-il ajouté.

Le cadastre des zones steppiques et sahariennes, d'une superficie totale de 220 millions d'hectares, a été achevé grâce à l'utilisation de l'imagerie satellitaire. En outre, l'échéance de fin 2014 "imposée par les pouvoirs publics" pour achever l'opération de cadastre général devrait être respectée avec le rythme actuel de réalisation, a-t-il estimé. Evoquant les principales contraintes à l'origine du retard accusé dans l'avancement du cadastre, Le Directeur Général a insisté sur "l'anarchie" qui a marqué les lotissements (attribution de lots de terrains) durant les années 1990.

"Nous nous sommes trouvés avec des villas construites sur des terrains cédés par les collectivités locales et qui étaient vendus trois à quatre fois", a-t-il dit, ajoutant qu'il existe des milliers de cas similaires et dont les occupants ne disposent pas d'actes de propriété. Cette situation a rendu très compliqué l'établissement d'actes de propriété aux occupants des terrains en question.

Les litiges et contentieux, les occupations illicites et les lenteurs liées aux opérations d'expropriation dans le cadre de la réalisation d'équipements publics ont aussi pesé sur le rythme d'avancement du cadastre. S'agissant, par ailleurs, de la concession de terrains agricoles relevant du domaine privé de l'Etat, le même responsable a fait savoir que 35.000 actes sont établis par l'Office national des terres agricoles (ONTA) sur un ensemble de 100.000 dossiers, alors que l'opération doit être bouclée en août 2013.

**Wilaya d'ORAN : surfaces urbaines cadastrées d'Oran chef-lieu 3672 ha sur 4456 ha, surface rurales cadastrées à 100%**



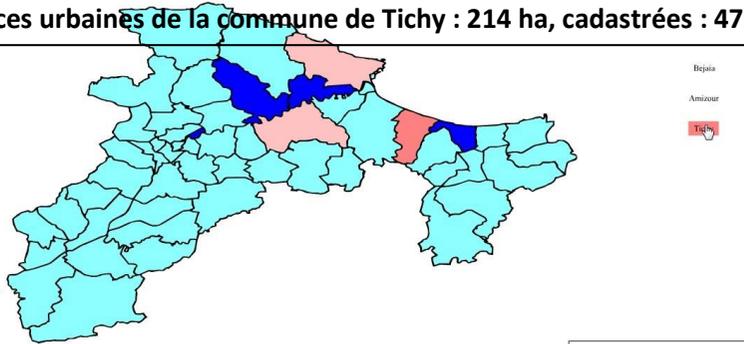
Agglomérations	Superficie (Ha)	Nbres de sections totales	Superficie Cadastree (Ha)	Nbres de sections cadastrées	Fin des travaux
Oran	4456	580	3672	460	

Agglomérations	Superficie (Ha)	Nbres de sections totales	Superficie Cadastree (Ha)	Nbres de sections cadastrées	Fin des travaux

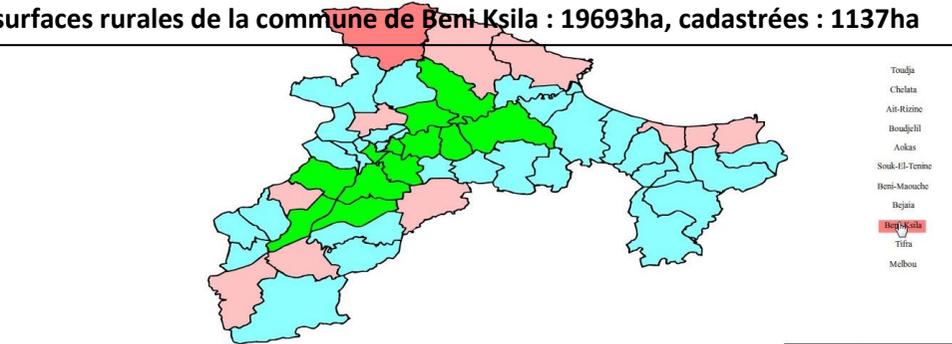
Mise A Jour Décembre 2014

Mise A Jour Décembre 2014

**Bejaia : surfaces urbaines de la commune de Tichy : 214 ha, cadastrées : 47ha, surfaces rurales de la commune de Beni Ksila : 19693ha, cadastrées : 1137ha**

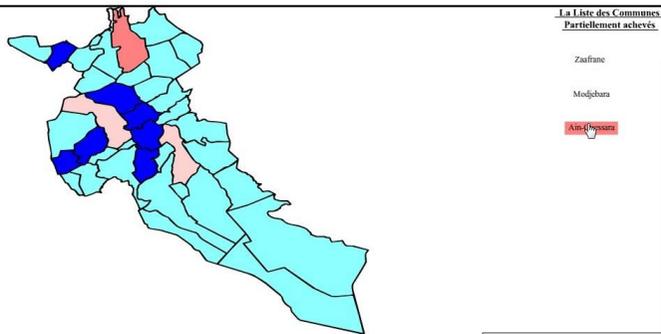


Agglomérations	Superficie (Ha)	Nbres de sections totales	Superficie Cadastree (Ha)	Nbres de sections cadastrées	Fin des travaux
Tichy	214	26	47	7	15/02/2015

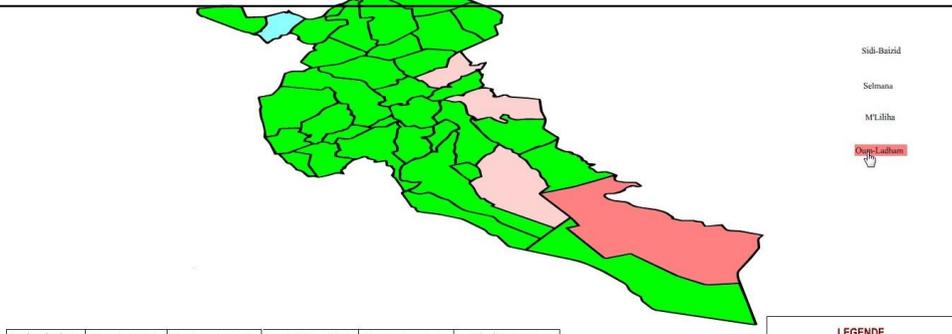


Agglomérations	Superficie (Ha)	Nbres de sections totales	Superficie Cadastree (Ha)	Nbres de sections cadastrées	Fin des travaux
Beni-Ksila	19693	182	1137	5	15/02/2015

**Djelfa : surfaces urbaines de la commune de Ain Oussara : 3696 ha, cadastrées : 1723ha, surfaces rurales de Oum-Ladhham : 511324ha, cadastrées : 2460 ha**



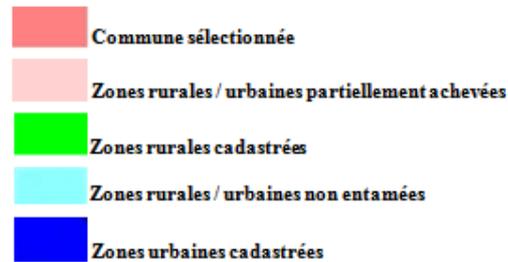
Agglomérations	Superficie (Ha)	Nbres de sections totales	Superficie Cadastree (Ha)	Nbres de sections cadastrées	Fin des travaux
Ain-Ouassara	3696	94	1723	92	15/01/2015



Agglomérations	Superficie (Ha)	Nbres de sections totales	Superficie Cadastree (Ha)	Nbres de sections cadastrées	Fin des travaux
Oum-Ladhham	2445	25	2460	6	

Figure II.12. Etat d'avancement des opérations d'établissement du cadastre général pour 03 wilayas

Les figures ci-dessus illustrent des états d'avancement des opérations d'établissement du cadastre général pour trois wilayas, les illustrations sont téléchargées du site officiel de l'ANC en date du 15 Janvier 2015.



## 5. Problèmes ralentissant les opérations d'établissement du cadastre

### 5.1. Problèmes à l'échelle régionale

#### 5.1.1. Procédure d'établissement du cadastre steppique et saharien

- **Problématique :** la situation foncière reste caractérisée, dans de nombreux cas, par une indétermination des droits de propriété, une nature juridique mal définie pour de nombreuses terres notamment dans les régions steppiennes et sahariennes en raison de l'immensité du territoire à cadastrer, la non homogénéité de la distribution des zones d'intérêt (zones urbaines, agricoles, industrielles ...) influant directement sur les coûts et les délais de réalisation, ce qui rend indispensable l'adoption d'une nouvelle stratégie qui tient en compte les derniers progrès en matière d'acquisition et de gestion de l'information géographique.
- **Solutions :** *Ce problème est exposé en détails au chapitre 04 de la thèse d'où les solutions techniques font l'objet d'une publication internationale à la revue française de photogrammétrie et de télédétection.*

#### 5.1.2. Le cadastre en zones montagneuses : exemple de la Kabylie

- **Problématique :** Si nous prenons l'exemple de la kabylie, elle est tout d'abord une région importante de l'Algérie où la propriété est extrêmement morcelée et où l'indivision disparaît très vite. Il y est de règle de pratiquer le partage immédiat entre les héritiers à la mort de l'auteur commun: ce qui est possible en raison de la simplicité relative du système successoral kabyle.

- **La conséquence** en est un morcellement excessif de la propriété: un domaine de deux hectares de bonne terre est rare en kabylie, et les jardins de douze ou quinze ares sont extrêmement fréquents.

Bien plus, dans leur horreur de l'indivision, les kabyles en arrivent à partager des choses *qui pour certains ne paraissent pas partageables*, par exemple les arbres, oliviers, figuiers ou frênes. Il arrive souvent aussi que, par un droit de superficie assez fréquent en Algérie, la propriété des arbres s'élevant sur un terrain est distincte de la-propriété du sol. Parmi les problèmes qui entravent l'avancement des travaux cadastraux dans les zones montagneuses liés à la nature du terrain nous citons :

- **Morcellement de la propriété** : la propriété peut subir un partage successif à cause de l'héritage jusqu'à où elle contient juste quelques arbres d'olives dans une superficie qui ne dépasse pas quelque mètres carrés (exemple 200 m<sup>2</sup>).
- **Densité de l'occupation du sol** : en raison du climat, la faible superficie et la nature montagneuse du terrain la population procède à une activité d'agriculture mixte, où on peut trouver plusieurs types de légumes dans la même parcelle que les oliviers.
- **Densité et variation de la végétation** : puisque la quantité de pluviométrie est importante dans ces régions, elles se caractérisent par la présence des forêts denses et des arbres d'oliviers.
- **Difficulté d'accès à la propriété** : les propriétés sont dispersées sur les pentes des montagnes avec un réseau routier détruit ou même absent, les agents du cadastre sont obligés de traverser de grandes distances à pied, parfois jusqu'à 3 ou 4 Km, ce qui influe négativement sur la productivité du travail.
- **Absentéisme de propriétaires** : il y a plusieurs raisons qui ont conduit à l'absence des propriétaires lors de délimitation de leurs propriétés, parmi ces raisons :
  - La situation sécuritaire, surtout pendant la décennie noire qui a entraîné le déplacement d'un grand pays.
  - La migration vers les grandes villes afin de rechercher une vie meilleure en raison du manque de revenu découlant du rendement agricole médiocre (petit espace, des coûts élevés de production).
  - Propriétaires inconscients de l'importance de la mise en place d'un système cadastral avec absence des interventions des autorités locales.



**Figure II.13. Densité variable d'arbres –photographie de la zone de sidi Aich de Bediaia**

Les photographies aériennes peuvent être un support de production des orthophotoplans et des restitutions, mais leur utilisation devient restreinte, notamment lorsqu'il s'agit des zones à grandes étendues le cas de la chaîne des montagnes d'El Babour, ainsi que leur qualité du support argentique insuffisante pour l'interprétation des limites des îlots et des parcelles dans ces régions montagneuses caractérisées par la présence dense des arbres d'olives et un degré de morcellement élevé.

Ce problème d'ordre technique lié à la qualité des orthophotoplans, même si ce document a la précision du plan ou d'une carte, la richesse d'une photographie, il a des inconvénients en ce qui concerne l'identification des objets :

- Un grand nombre de détails sont cachés par les ombres ;
- La qualité géométrique est parfois insuffisante, du fait que la méthode de correction est basée sur le MNT qui est un modèle de correction des altitudes par interpolation à partir d'un minimum de points terrain ;
- L'impossibilité d'obtenir directement un plan numérique, ce qui constitue un handicap majeur pour un cadastre moderne et rapide ;
- L'utilisation de la solution d'orthorectification pour un bloc de photographies aériennes qui peut contenir des centaines d'images, est un processus lent et coûteux, qui nécessite un nombre élevé de points GPS, d'où avec la difficulté d'accès, une mission peut prendre des mois.

**Solution technique** : les acquisitions LIDAR, cas de la commune de Béni Saf

La combinaison des informations lidar avec des caméras numériques de moyen format, permettra l'acquisition simultanée des mesures altimétriques avec des images numériques de grande résolution qui aboutira entre autres à :

- La production des modèles altimétriques numériques ;
- La production d'orthophotos numériques ;
- La modélisation en 3D des lignes à haute tension ;
- La modélisation en 3D des chemins de fer et des autoroutes ;
- La production des modèles de villes en 3D pour les applications des télécommunications et de la propagation du bruit ;
- La foresterie - La création des modèles de surface.
- La mesure de la hauteur de la végétation et des forêts.

Notre test s'est fait sur la région de Béni Saf (wilaya d'Ain Témouchent), où nous avons eu un jeu de données, des fichiers **las** que nous avons manipulés et traités pour obtenir différents produits.

FILENAME=G:\lidar\benisaf.las	UL CORNER LONGITUDE=1° 24' 08.3268" W
DESCRIPTION=benisaf.las	UL CORNER LATITUDE=35° 19' 40.0139" N
AREA COUNT=0	UR CORNER LONGITUDE=1° 20' 19.2422" W
LINE COUNT=0	UR CORNER LATITUDE=35° 19' 36.9256" N
POINT COUNT=0	LR CORNER LONGITUDE=1° 20' 21.4953" W
MESH COUNT=0	LR CORNER LATITUDE=35° 17' 46.7464" N
<b>LIDAR POINT COUNT=49,827,847</b>	LL CORNER LONGITUDE=1° 24' 10.4937" W
POINT CLOUD MEMORY=510.5 MB (PREVIEW CLOUDS: 281.4 MB)	LL CORNER LATITUDE=35° 17' 49.8313" N
<b>LIDAR POINT DENSITY=9.898 samples / m<sup>2</sup></b>	PROJ_DESC=UTM Zone 30 / WGS84 / meters
LIDAR POINT SPACING=0.3179 m	PROJ_DATUM=WGS84
LIDAR OFFSET=( 645214.1, 3907169.1, 0 )	PROJ_UNITS=meters
LIDAR SCALE=( 0.001, 0.001, 0.001 )	EPSG_CODE=EPSG:32630
UPPER LEFT X=645214.100	<b>COVERED AREA=19.647 sq km</b>
UPPER LEFT Y=3910564.720	LOAD TIME=15.09 s
LOWER RIGHT X=650999.990	<b>MIN ELEVATION=-7.05 METERS</b>
LOWER RIGHT Y=3907169.100	<b>MAX ELEVATION=268.69 METERS</b>
WEST LONGITUDE=1° 24' 10.4937" W	
NORTH LATITUDE=35° 19' 40.0139" N	

Les différents traitements effectués, nous ont permis d'arriver à produire une vraie ortho-image dont le levé des îlots cadastraux est à l'échelle du 1/5000 pour le rural et à 1/500 pour l'urbain. Il est à souligner que le seul inconvénient revient au coût d'acquisition de ce type de données qui est trop cher.

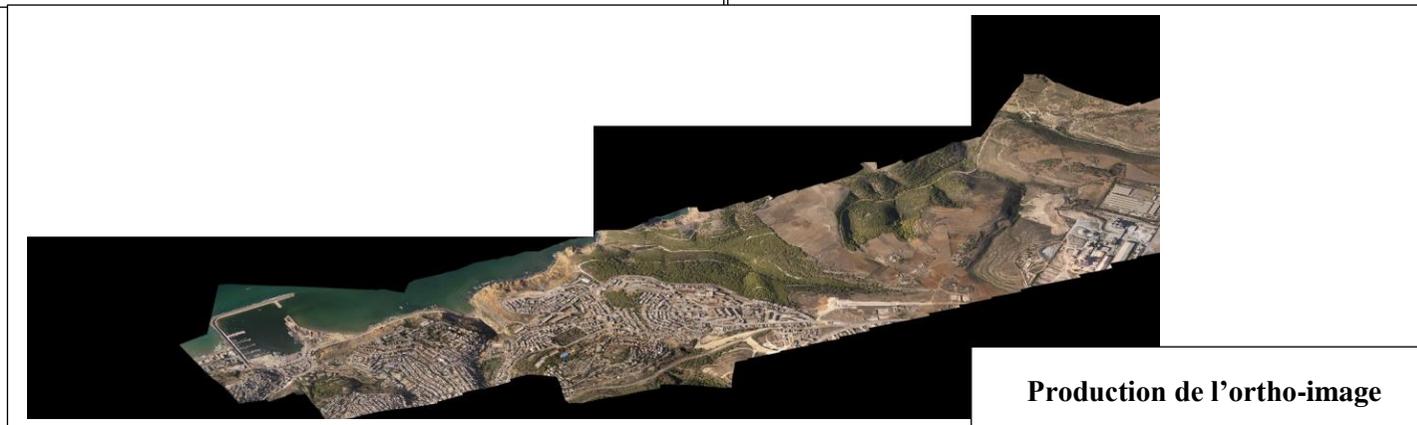
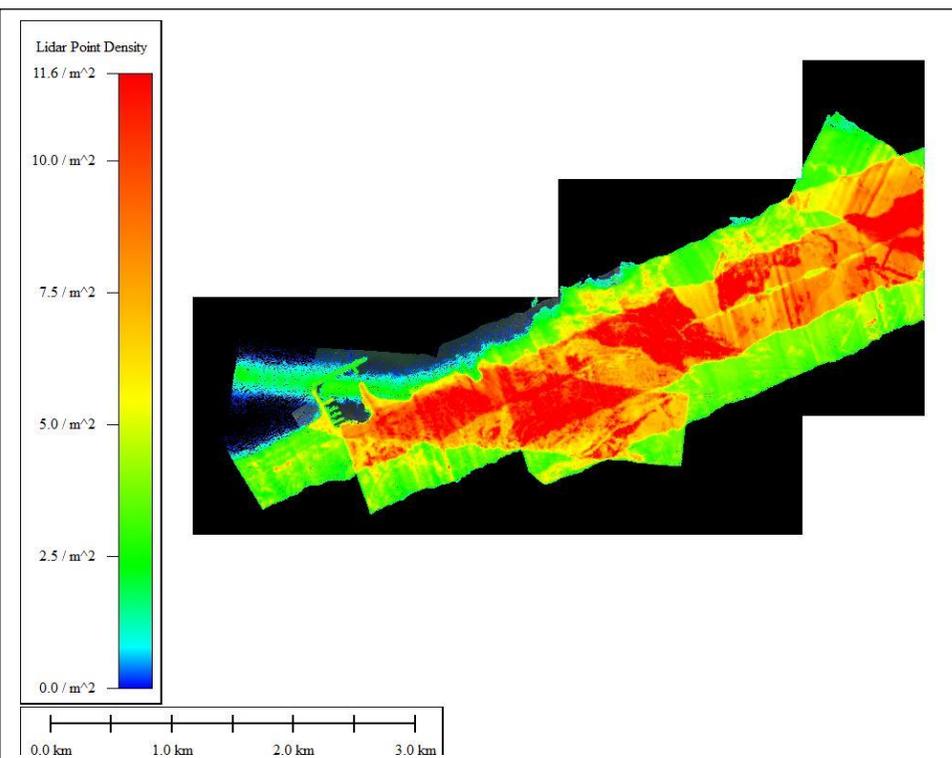
**Beni saf : fichier metadata**

Returns					Attributes		
Return	Point Count	%	Z Min	Z Max	Name	Min	Max
Second	6,839,589	13.73	-6.82	267.73	Return No.	1	7
Last	40,881,451	82.05	-7.05	268.45	Intensity	4	61767
Single	34,041,783	68.32	-7.05	268.45	Class Code	2	10
First-of-Many	6,839,439	13.73	-1.07	268.69	Scan Angle	-32.00	43.00
Second-of-Many	6,839,589	13.73	-6.82	267.73	User Data	0	0
Third-of-Many	1,740,737	3.49	-2.08	258.23	Point Source	1	1
Last-of-Many	6,839,668	13.73	-6.82	267.15			

Classification Codes								
Classification	Point Count	%	Z Min	Z Max	Min Intensity	Max Intensity	Synthetic	Withheld
2 - Ground	14,855,465	29.81	-2.17	191.34	8	17532	0	0
3 - Low Vegetation	12,751,044	25.59	-1.99	191.49	8	27659	0	0
4 - Medium Vegetation	6,700,055	13.45	-1.53	192.12	4	61767	0	0
5 - High Vegetation	11,159,641	22.40	0.27	268.69	5	9092	0	0
6 - Building	4,167,322	8.36	0.33	268.45	5	14621	0	0
7 - Low Point (Noise)	193,669	0.39	-7.05	249.79	8	7238	0	0
9 - Water	650	0.00	-0.63	256.06	8	534	0	0
10 - Railroad	1	0.00	49.72	49.72	18	18	0	0

**Levé LIDAR, lignes de vol et densité de points**



**Figure II.14. Production d'ortho-image à très haute résolution spatiale à partir d'un nuage de point Lidar dense.**

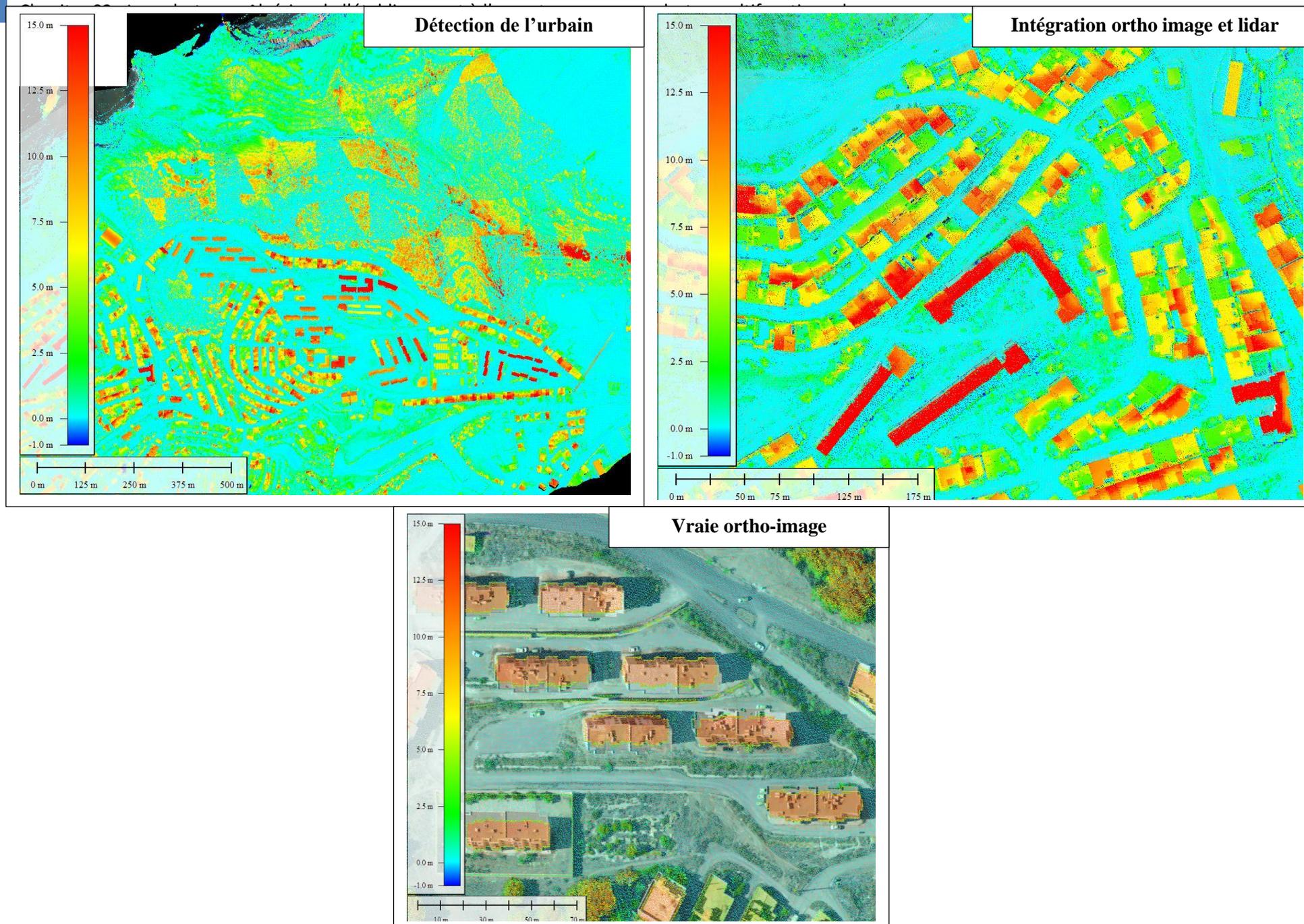


Figure II.15. Production de la vraie ortho-image par intégration du nuage de point Lidar à l'ortho image

## 5.2. Problèmes à l'échelle locale

Contrairement au cas précédents (échelle régionale), ce deuxième type, se pose soit à l'échelle des zones rurales, urbaines, d'un quartier ou même d'un îlot. Comme exemples, nous avons choisi les cas de figure suivants :

- **Problèmes à l'échelle locale 'd'ordre technique'** : cas des chevauchements des limites intersections/intercommunales et des écarts intolérables en superficies.
- **Problèmes à l'échelle locale 'd'ordre juridique'** : cas de l'absentéisme des propriétaires en milieu urbain et proposition de l'adoption de la nouvelle démarche de l'enquête foncière.
- **Problèmes à l'échelle locale 'd'ordre mixte (technique et juridique)'** : cas du cadastre 3D.

### 5.2.1. Chevauchement des limites intercommunales et intersections

- **Problématique** : Avec la numérisation récente du plan cadastral sur l'ensemble du territoire Algérien et le taux élevé des plans vectorisés. Il est indispensable de promouvoir les outils nécessaires à un assemblage informatique des données. L'ANC a signalé des discordances et des chevauchements de limites intersections et intercommunales, dans un but de trouver une solution adéquate à ce problème et d'assurer un plan cadastral identique à la réalité en basant sur les documents et les plans existants. Selon la Direction des études à l'ANC, la construction d'une base graphique à l'échelle communale à partir des plans cadastraux établis par sections a rencontré d'énormes difficultés, en effet l'ajustement des plans a généré beaucoup de chevauchements sur les mêmes limites des sections; il en est de même pour les sections (ou plans cadastraux) non géo référencés et non carroyés.
- **Solution technique** : pour résoudre ce problème, il faut savoir son origine. Trois cas de figures peuvent se présenter :
  - **Qualité du document support de base** : les erreurs commises lors de l'orthorectification peuvent créer des imprécisions sur les positions des limites.
  - **Procédure de découpage en section** : les limites de la nouvelle section à cadastrer doivent être reportées à partir des limites des sections limitrophes qui sont déjà cadastrées.

- **Numérisation de la documentation graphique :** si l'agent chargé de cette mission de numérisation ne respecte pas les règles de dessin en mode topologique.

Nous avons développé une approche d'ajustement des plans chevauché basée dans son principe sur la compensation par bloc en photogrammétrie numérique, l'article est présenté en annexe 02 publié dans les actes du séminaire de l'ISPRS 2020 : *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B4-2020, 2020 XXIV ISPRS Congress (2020 edition).*

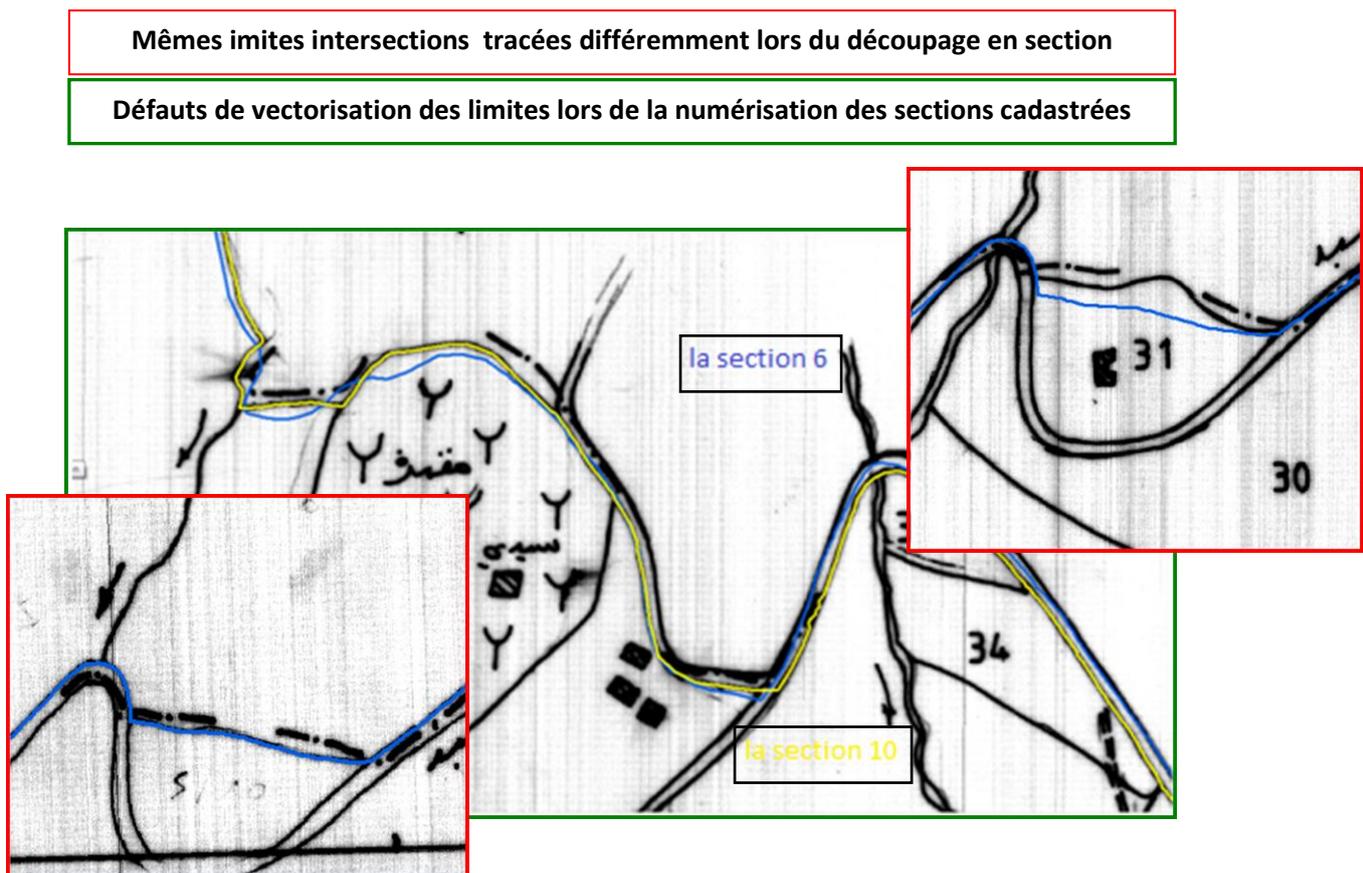


Figure II.16. Exemple sur le chevauchement des limites intersections et intercommunales

### 5.2.2. Ecart non tolérables en surfaces des îlots

- **Problématique :** le calcul automatique des superficies des îlots de propriété présente des différences, parfois importantes avec celles déterminées par procédé classique. Les superficies dont il s'agit sont déjà transcrites sur le livre foncier et les livrets fonciers en possession de leurs titulaires pour les différentes mutations. [source : Direction des études ANC].

Une étude critique et comparative entre les méthodes de calcul des superficies cadastrales (classiques et numériques) utilisées aux services du cadastre a été effectuée en 2012 sur une zone à Sidi Belabbes dont les méthodes comparées sont:

- Calcul de surface en utilisant le planimètre sur un plan cadastral réalisé sur la base d'orthophotoplan ;
- Calcul de surface sous ArcGis sur un plan cadastral scanné réalisé sur la base d'orthophotoplan ;
- Calcul de surface sous ArcGis sur un orthophotoplan numérique ;

L'étude porte sur 08 îlots appartenant à trois sections successives : section 08, section 09 et section 10. L'analyse des résultats obtenus, fait ressortir deux îlots entachés des fautes (limites erronées) îlot : 13-section : 08 ; îlot : 08-section : 09 à cause des difficultés rencontrées sur terrain pour identifier les limites des îlots, non apparentes sur l'orthophotoplan, ainsi à cause du manque de bornage des propriétés.

**Tableau II.5. Calculs de surfaces effectués sur des plans de section numérisés**

N° Section	N° Ilot	Surfaces Terrestre (m <sup>2</sup> )	Superficie plan scanné (m <sup>2</sup> )	Tolérances T=4*√s	Ecart (m <sup>2</sup> )
8	1	328707.73	330654	2293.321539	1946.27
	12	501350	503302	2832.242927	1952
	31	48382	51444	879.8363484	3062
	32	57380	60863	958.1649127	3483
9	3	131358	130277	1449.733769	-1081
	37	30455	30554	698.0544391	99
10	12	23656	23073	615.2202858	-583
	13	61547	61333	992.3467136	-214

**Tableau II.6. Calculs de surfaces effectués sur les orthophotoplans**

N° Section	N° Ilot	Surfaces Terrestre (m <sup>2</sup> )	Superficie orthophotoplan (m <sup>2</sup> )	Tolérances T=4*√s	Ecart (m <sup>2</sup> )
8	1	328707.73	326851	2293.321539	-1856.73
	12	501350	502487	2832.242927	1137
	31	48382	48841	879.8363484	459
	32	57380	57970	958.1649127	590
9	3	131358	129349	1449.733769	-2009

	37	30455	30253	698.0544391	-202
10	12	23656	23112	615.2202858	-544
	13	61547	61566	992.3467136	19

**Tableau II.7. Calculs de surfaces effectués en utilisant le planimètre (plans papier)**

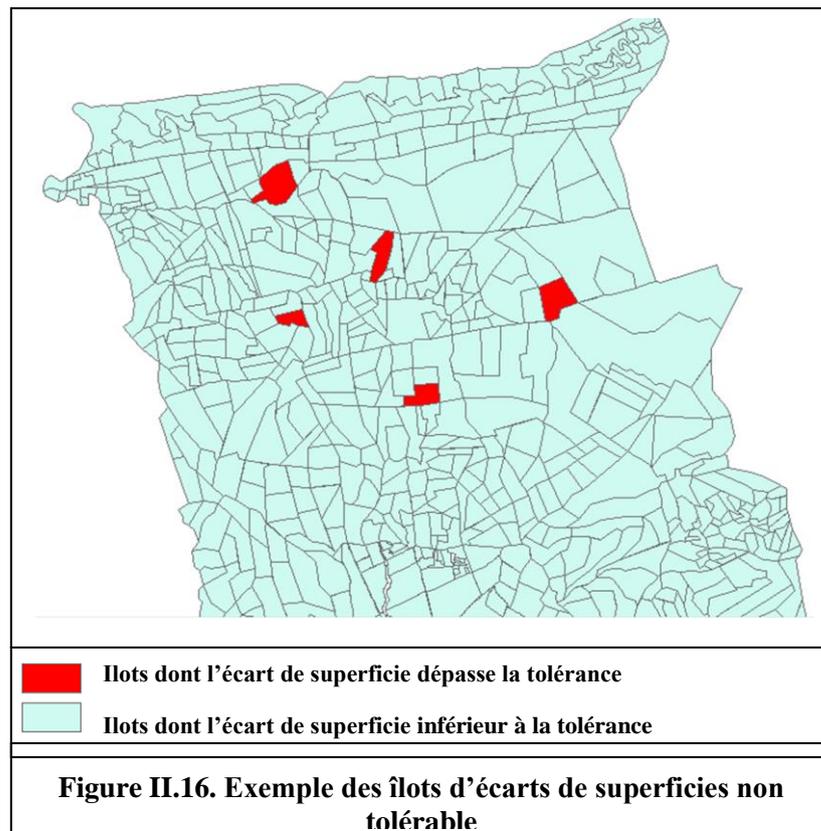
N° Section	N° Ilot	Surfaces Terrestre (m <sup>2</sup> )	Superficie par planimètre (m <sup>2</sup> )	Tolérances T=4*√s	Ecart (m <sup>2</sup> )
8	1	328707.73	331500	2293.32154	2792.27
	12	501350	503750	2832.24293	2400
	31	48382	50250	879.836348	1868
	32	57380	56250	958.164913	-1130
9	3	131358	130250	1449.73377	-1108
	37	30455	30625	698.054439	170
10	12	23656	22000	615.220286	-1656
	13	61547	61125	992.346714	-422

- **Solution technique** : ce problème est similaire au cas précédent, pour le résoudre, il faut s'assurer de l'origine ou la source des anomalies:
  - **Contrôle de la qualité du document support de base** : qui est l'orthophotoplan, on doit s'assurer de sa précision en appliquant la procédure de contrôle exigée dans la phase des travaux préparatoires (travaux de bureau dans l'organigramme d'établissement du cadastre général, figure I.3) car la qualité géométrique est parfois insuffisante, du fait que la méthode de correction est basée sur le MNT qui est un modèle de correction des altitudes par interpolation à partir d'un minimum de points terrain, c'est à dire la reconnaissance des erreurs liées à la genèse du document.
  - **Contrôle de la qualité du document papier** : il s'agit ici de le vérifier par rapport au support de base (orthophotoplan), car l'erreur peut provenir d'une mauvaise identification des limites à partir du plan croquis de délimitation lors de la confection du plan 'mise en net'.
  - **Contrôle de la qualité du plan après numérisation** : les erreurs dans le numérique se scindent en trois catégories : des erreurs lors de l'acquisition de la donnée qui correspond aux deux cas précédents, des erreurs de conversion ou de

transfert des données et des erreurs lors de traitements qui est le cas de la numérisation. L'absence des guides de dématérialisation des documents cadastraux peut engendrer des erreurs et même des fautes.

- Une confection de plan de faible qualité ne peut être que partiellement rectifié.

*Dans tous les cas, et en utilisant soit le planimètre ou le logiciel ArcGIS, nous ne pouvons pas parler scientifiquement de la recherche d'un algorithme d'ajustement des surfaces dont l'écart dépasse la tolérance pour certaines parcelles ou îlots (en couleur rouge figure II.16) et inférieur à la tolérance pour les autres qui représentent la majorité (en couleur verte).*



### 5.2.3. L'absentéisme des propriétaires en milieu urbain

- **Problématique :** La législation actuellement en vigueur en Algérie vise à mettre en place un cadastre légal (juridique). L'ordonnance n 75-74 du 12 novembre 1975 a prescrit l'établissement du cadastre général et l'institution du livre foncier. Les conditions d'application de ce texte législatif ont été fixées par le décret n 76-62 du 25 mars 1976 en ce qui concerne les dispositions relatives à l'établissement du cadastre général et par le décret n 76-63 du 25 mars 1976.

Toutefois, la conduite des opérations à la lumière de ce dispositif a fait apparaître des insuffisances ayant conduit à l'amendement des décrets :

- N 76-62 du 25 mars 1976 par le décret exécutif n 92-234 du 7 avril 1992
- N 76-63 du 25 mars 1976 par le décret exécutif n 93-123 du 19 mai 1993

Ces amendements ont portés essentiellement :

- Le dépôt des documents cadastraux à la conservation foncière qui peut s'effectuer désormais par section ou groupe de sections.
- La durée de l'immatriculation foncière qui a été ramenée de 5 ans à 4 mois lorsque l'immeuble enquêté fait l'objet d'une possession ayant atteint la durée légale de prescription acquisitive et à 2 ans lorsque le propriétaire apparent ne dispose pas de titre justificatif suffisant.

L'évolution et l'augmentation de la population qui augmentent le nombre de mutations foncières, l'existence des copropriétés et le non disponibilité des propriétaires qui ne répondent pas souvent aux convocations sont des facteurs qui alourdissent l'enquête foncière.

Une enquête a été effectuée au niveau de plusieurs Directions locales du cadastre d'où le nombre des immeubles situés dans les zones cadastrées inscrits au compte inconnu, atteint un niveau alarmant, il est intolérable, *cette situation révélant plus de 1/3 des immeubles dont la principale cause est 'absentéisme des propriétaires et le ayant droits ou les possesseurs.*

Une solution d'enquête foncière par la collecte des informations auprès des conservations foncières a été proposée par l'ANC dans un objectif de réduire le maximum possible les cas d'inconnus, suite à une étude menée par la Direction des études sous l'intitulé : étude de faisabilité du cadastre général des zones urbaines à partir des fichiers immobiliers des conservations foncières et des informations détenues par les services extérieurs (OPGI...).

L'étude a été réalisée dans un but de rationaliser toutes les ressources existantes par l'exploitation optimale des renseignements contenus dans le fichier immobilier des Conservations Foncières et les informations détenues par les Directions des Domaines, les communes, ainsi que les différentes structures locales. Cette opération permet en plus de la réduction du nombre de propriétaires en inconnu, un gain en temps considérable et la fiabilité de l'information recueillie.

Tableau II.8. Principales sources d'informations de la nouvelle démarche de l'enquête foncière en milieu urbain

Sources d'informations	Conservation Foncière			Domaines	Commune	Autres
	Avant 1961	1961-1976	Après 1976			
	Le système réglementaire de l'archivage au niveau des conservations foncières mis en place suivants trois périodes : Avant 1961, entre le 1 <sup>er</sup> mars 1961 et le 25 mars 1976 et après le 25 mars 1976 :			Les documents utiles que l'agent du cadastre peut consulter au niveau des Directions des Domaines : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les sommiers de consistance des biens de l'Etat (bien affectés)</li> <li>• Les fiches d'évaluations concernant les immeubles individuelles ou en copropriété des biens de l'Etat cèdes dans le cadre de la loi (81 / 01....)</li> <li>• Les fiches descriptives d'immeubles classées par adresse d'immeubles .Sur ces fiches sont indiqués les noms des propriétaires ou occupants par lot de copropriété.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plans de lotissements et permis de lotir</li> <li>• Liste des biens communaux</li> <li>• Liste des propriétaires</li> <li>• Carnets de recensement de la population et de l'habitat (RGPH)</li> </ul>	L'agent du cadastre peut recueillir des informations foncières utiles au niveau d'autres structures en particulier : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les services de l'urbanisme pour les plans d'urbanisme (PDAU et POS, autres plans).</li> <li>• Promoteurs immobiliers publics et privés pour les plans et listes des propriétaires</li> </ul>
	<p>Au cours de cette période les archives sont détenues par les conservations foncières « mères » .Pour connaître ces conservations l'agent du cadastre se renseigne au niveau des conservations foncières de sa wilaya. L'information foncière est disponibles dans des registres répertoires tenus selon les noms des propriétaires classés par ordre alphabétique.</p>	<p>Documents utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fiche mauve (PR 10)</li> <li>• La fiche est crée par propriétaire et par commune</li> <li>• le classement des fiches est organisé par ordre alphabétique des propriétaires</li> <li>• les personnes physiques et les personnes morales sont classées séparément.</li> </ul>	<p>Documents utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fiches roses (fiche générale d'immeuble modèle PR 2)</li> <li>• Les fiches vertes (fiche particulières modèles PR3)</li> <li>• Les fiches blanches (fiche alphabétique modèle PR11)</li> <li>• Les fiches PR2 sont créés par commune et classées par ordre alphabétique des adresses des immeubles .Elle contiennent la désignation de l'ensemble de l'immeuble (individuelle, indivision ou l'ensemble de l'immeuble en copropriété)</li> <li>• Les fiches PR3 sont des fiches annexées à la fiche rose quand l'immeuble est en copropriété<sup>(1)</sup>.</li> <li>• Les fiches PR11 sont des fiches créés par propriétaires et classées suivant l'ordre alphabétique<sup>(2)</sup>.</li> </ul>			

(1) : Qui indique la désignation de l'immeuble, du lot et des copropriétaires successifs

(2) : Qui contiennent l'ensemble des biens appartenant au même propriétaire qui sont situés dans des communes rattachées à la même conservation foncière.

*Remarque :* cette nouvelle approche d'enquête a permis de gagner le temps et d'avoir des informations fiables concernant l'îlot et son propriétaire, néanmoins, on ne peut pas parler de la résolution du problème d'inconnu, jusqu'à son apparition pour valider les renseignements par l'émargement sur la fiche T5 lors du dépôt de la documentation au niveau de la commune concerné par l'établissement du cadastre général.

### 5.2.4. Problématique du cadastre 3D

- **Problématique :** Plusieurs études internationales concernant les systèmes cadastraux ont d'ores et déjà été conduites dans le but de promouvoir la valeur ajoutée apportée par la 3<sup>ème</sup> dimension dans les procédés d'administration des terres.

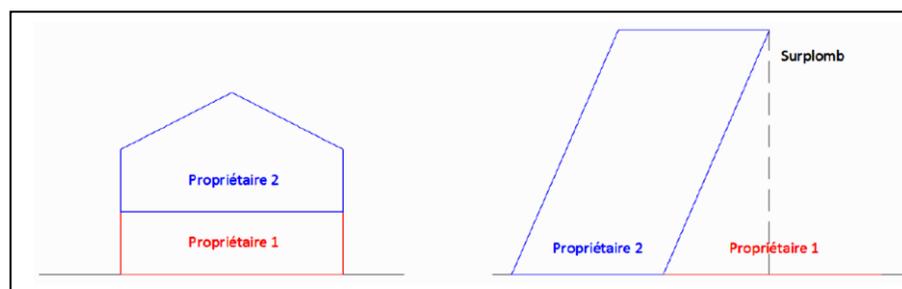
Diverses méthodes existent dans la plupart des pays pour gérer les cas de superposition de la propriété et tenter d'apprendre les uns des autres est sans doute l'une des meilleures façons de faire évoluer nos propres systèmes cadastraux.

Le questionnaire produit par le groupe de travail de la FIG consacré au cadastre 3D, pour lequel 364 exemplaires complétés ont été reçus, est une excellente source d'informations pour compléter nos connaissances en se basant sur un mode d'expertise des systèmes cadastraux qui les rends comparables les uns aux autres.

Un cadastre 3D est un cadastre qui enregistre et explicite des droits et des obligations, pas uniquement sur des parcelles, mais également sur des unités de propriété en 3D. Selon cette définition un cadastre 3D est donc un système cadastral où la propriété n'est plus définie seulement par des surfaces bidimensionnelles mais aussi des objets tridimensionnels.

C'est donc un système cadastral qui permet d'une façon ou d'une autre de gérer des « volumes » de propriété et par là même une superposition de la propriété.

Un cas de superposition de la propriété est une situation dans laquelle deux propriétés se retrouvent partiellement ou totalement à l'aplomb l'une de l'autre. La Figure ci-dessous illustre un exemple de cas de superposition de la propriété.



**Figure II.17. Exemple de superposition des propriétés**

Nous avons travaillé sur cette problématique et rechercher les solutions techniques possibles avec comme application la mise en place d'un système d'évaluation immobilière. Le travail est présenté dans le chapitre 06 et a fait l'objet d'une communication à l'université de M'Sila sous l'intitulé : «Le cadastre multifonctionnel : problématique de la représentation graphique pour l'évaluation des

immeubles bâtis », aussi, il a été publié dans le bulletin des sciences géographiques de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection, volume 32, 2021.

## 6. Conclusion

D'après certains auteurs, les grandes orientations des actes d'aménagement et d'urbanisation futurs dépendront de la façon de gérer et de maîtriser l'assiette foncière. Or, dans ce domaine l'Algérie accuse un certain déficit **et le cadastre, malgré son importance capitale dans la maîtrise foncière, n'a jamais été une priorité.** (K. Chorfi, 2008).

Nous donnons ici un aperçu sur quelques projets réalisés sans utilisation de la donnée cadastrale :

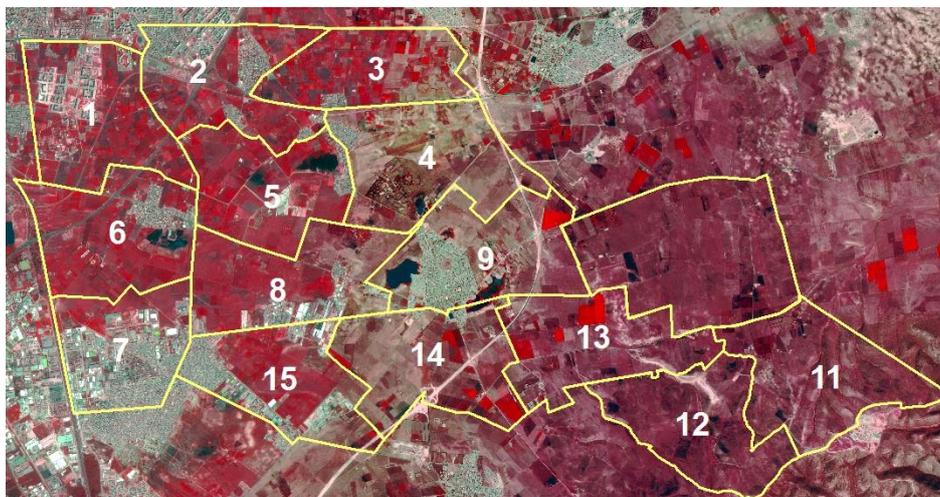
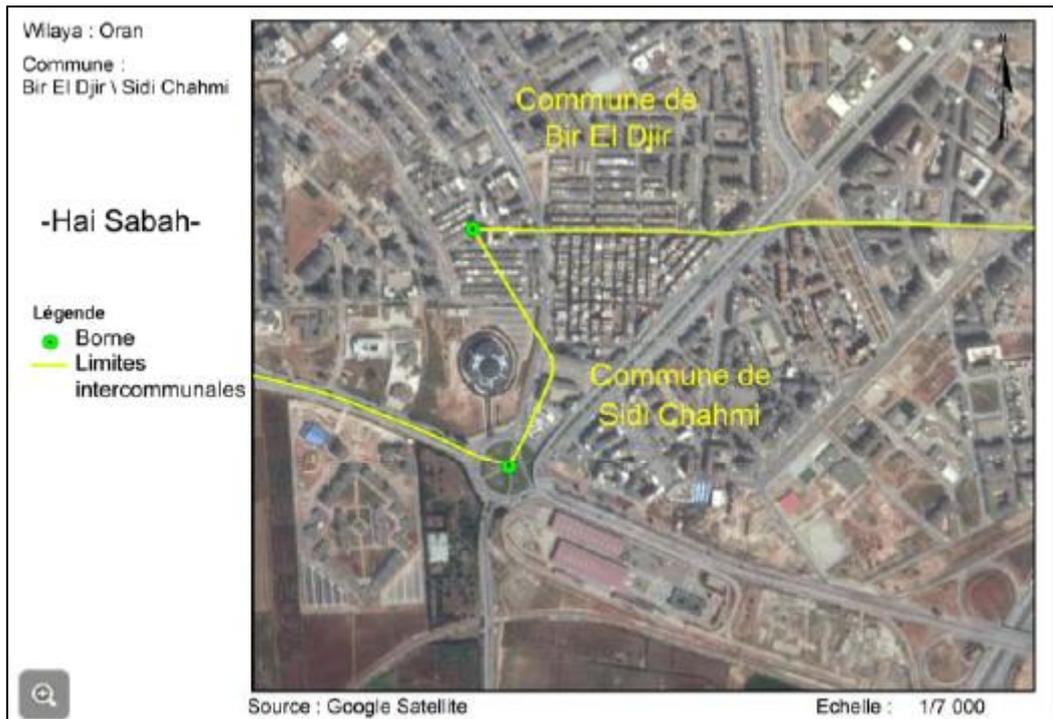


Figure II.18. Limite et de sections cadastrales qui coupent des îlots urbains, commune Sidi Chahmi, Wilaya d'Oran

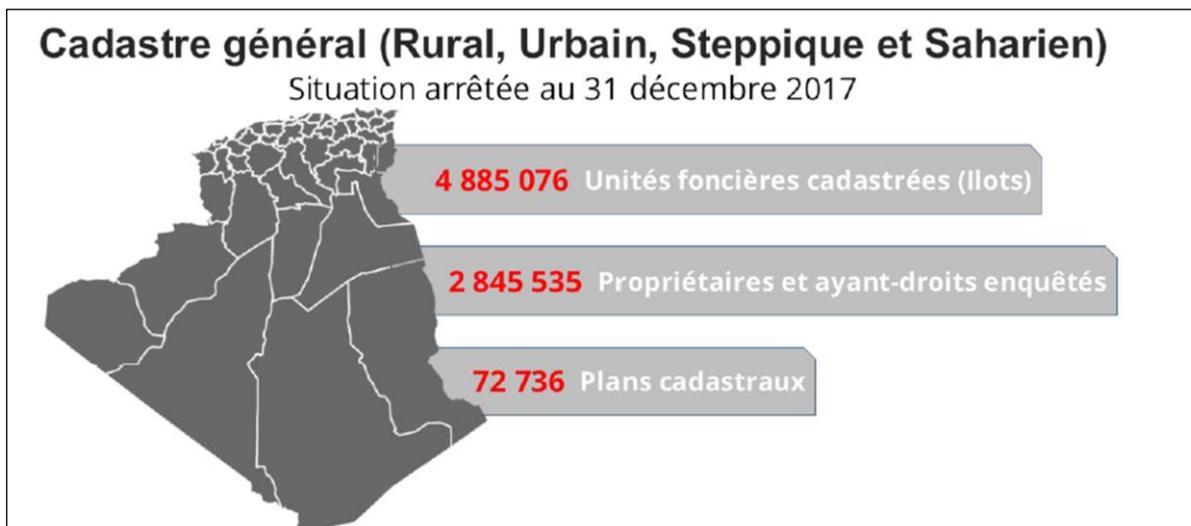


Figure II.19. Limite communale qui coupe des bâtiments en deux, commune Es Sénia, Wilaya d'Oran



**Figure II.20. Limite communale qui coupe un quartier, commune Sidi , Wilaya d'Oran**

Malgré tous les problèmes cités ci-dessus, les solutions disponibles et les démarches adoptées par l'Agence Nationale du Cadastre a conduit à l'enregistrement d'un taux d'avancement considérable du cadastre général sur l'ensemble du territoire et a ouvert les pistes de réflexion vers la mise en place d'un système multifonctionnel, ce qui a été traduit par le projet du programme d'Appui à la mise en œuvre de l'Accord d'Association P3a entre l'Algérie et l'Union Européenne.



**Figure II.21. Etat d'avancement des opérations d'établissement du cadastre général-situation 31/12/2017- [A. Ait Yahiaten, 2018]**

Le projet de jumelage en renforçant les capacités de l'Agence Nationale du Cadastre a doté le gouvernement d'outils de référence dans le choix des décisions et des politiques d'amélioration de la gestion intégrée de l'information domaniale et foncière dans le cadre du plan stratégique de modernisation des finances publiques.

A l'issue du jumelage, les 3 résultats suivants devront avoir été réalisés :

- **Résultat 1.** Dans l'objectif de mise en place d'un cadastre multifonctionnel avec une *emphase fiscale*, un système d'information permettant la gestion intégrée et synchronisée des données domaniales, foncières, cadastrales et le partage de l'information avec les utilisateurs de données géographiques est opérationnelle.
- **Résultat 2.** Les propositions de révision des textes existants et la rédaction d'un nouveau texte traitant de l'utilisation de la donnée numérique sont disponibles.
- **Résultat 3.** Le plan de formation est réalisé et mis en œuvre. [ANC, 2018].

Il faut noter aussi qu'outre l'opération d'établissement du cadastre général, les services du cadastre ont contribué à plusieurs projets d'intérêt national pour la mise à disposition de la donnée cadastrale.

**Tableau II.9. Exemples d'intervention du cadastre dans des projets d'envergure nationale**

Type d'opération	Quantité	Secteur
Exploitations agricoles (EAC et EAI) portant n° 87/19 du 08/12/1987	81427 unités délimitées	Secteur agricole
Restitution des terres nationalisées	6380 unités délimitées	
Opération de mise en valeur par voie de concession	179 périmètres	
Délimitation du territoire communal portant décret 84/365 du 01/12/1984	Plus de 4000 croquis visuels	Collectivités locales
Plan d'occupation du sol (POS)	589 agglomérations	Habitat

### III.1. Introduction

L'Institut Canadien des Urbanistes a défini l'urbanisme comme un aménagement scientifique, esthétique et ordonné du territoire, des ressources, des installations et des services en vue d'assurer l'utilisation efficace des ressources physiques, économiques et sociales ainsi que la santé et le mieux-être des collectivités urbaines et rurales.

Aujourd'hui, la ville algérienne et ses patrimoines foncier et immobilier représentent des enjeux de premier ordre pour les différents acteurs qui veulent y prendre place. De l'État jusqu'au simple occupant d'une portion de terre dans un bidonville, en passant par le spéculateur qui anticipe les améliorations de l'espace urbain pour en tirer profit, se développent des stratégies plus ou moins sophistiquées d'occupation des terrains et les meilleurs si possible. Cette réalité est devenue incontournable avec l'accroissement de la population urbaine et de ses besoins, un accroissement conforté ses dernières années par l'accès forcé à la ville de couches importantes de la population rurale pour cause d'insécurité. (M. Saidouni, 2003).

Depuis l'indépendance, les pratiques d'urbanisation des territoires ont souvent reposé sur l'opportunité au lieu de la maîtrise de l'action foncière et comme résultat inévitable le patrimoine foncier urbain, ressource rare et non renouvelable, a connu une consommation abusive. Le diagnostic de la situation actuelle de nos villes présente presque le même tableau clinique et fait ressortir les indicateurs de difficulté se caractérisant essentiellement par le rythme d'urbanisation très élevé, la forte consommation foncière et le déséquilibre ville/campagne des principaux centres de vie. En effet, l'urbanisation dans nos villes est souvent décidée dans l'urgence, la précipitation ou par le jeu des pressions qui s'exercent ; ce qui engendre des fragmentations spatiales, hétérogénéités urbanistiques voire des dysfonctionnements importants de ces villes. (A. Djakjak, 2008).

Revenons à une question qui semble théorique : Devant cette image en Algérie, peut-on parler d'un modèle d'aménagement ou d'urbanisme durable? Une des réponses est en lien avec l'idée la plus répandue d'une ville à la fois polycentrique et compacte censée maximiser les bénéfices de la densité urbaine (économie d'espace, d'énergie et de ressources en général, moindre impact sur le milieu naturel) et minimiser ses contraintes (risques et nuisances au sens large).

D'un autre angle de vision, une seconde réponse technique, extraite à partir d'une note du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transport et du Logement de la France sous l'intitulé : « *Développement durable et urbanisme - Critères et indicateurs pour*

le diagnostic du territoire communal », regroupe à la fois dans les tableaux III.1 à III.3, les critères et indicateurs de gestion de l'espace de cohésion sociale, de développement de l'urbanisation et de valorisation de l'environnement et de prise en compte des risques et de l'économie soutenable.

**Tableau III.1. Critères et indicateurs de gestion de l'espace de cohésion sociale**

	critères	Indicateurs
<b>Assurer une gestion économe de l'espace</b>	<b>Évolution de la tache urbaine (impact urbain sur le territoire)</b>	Evolution spatiale (courbe km2 de la tache) Rythme de réalisation des zones AU Dispersion des poches bâties (nombre de hameaux et taille) Consommation d'espaces naturels et agricoles Profil, dimension et localisation des zones d'activités
	<b>Densification de l'urbanisation</b>	Taille moyenne des logements et des parcelles bâties Typologie de l'habitat : forme (collectif / individuel), âge, taille Présence de dents creuses Rigidité des règles d'implantation (hauteur, prospects) Niveau des COS et CES en zone U et AU Nombre de logements / surface urbaine (efficacité)
	<b>Pression foncière</b>	Taux de croissance constaté (nombre de PC autorisés) Evolution du prix du foncier Pourcentage de logements collectifs
	<b>Capacité d'urbanisation future</b>	Nombre de logements vacants Ancienneté du parc de logements Relief, risques, servitudes, grandes infrastructures
<b>Favoriser la cohésion sociale et une évolution équilibrée de la structure de la population</b>	<b>Structure générationnelle équilibrée</b>	Statistiques population Structure des âges Infrastructures d'accueil des personnes âgées
	<b>Existence de ségrégation spatiale</b>	Intégration des logements sociaux dans le tissu bâti Nombre et localisation des équipements et services (répondant aux besoins) Statistiques de migrations pendulaires Niveau de délinquance, localisation Qualité des espaces publics
	<b>Mixité sociale</b>	Pression foncière Statistiques sur les revenus (nombre de chômeurs, de Rmistes) Dynamisme associatif
	<b>Diversité de l'offre de logements</b>	Existence PLH Données statistiques sur le parc de logement : % de logements sociaux Répartition locatifs / propriétaires Répartition individuels / collectifs Observatoire des demandes en logement
	<b>Capacité financière de la commune</b>	Analyse des finances de la commune

**Tableau III.2. Critères et indicateurs de développement de l'urbanisation et de valorisation de l'environnement**

<b>Articuler le développement de l'urbanisation avec les nouveaux enjeux de la mobilité</b>	<b>Potentiel d'utilisation des transports collectifs</b>	Présence d'arrêt de transport en commun (car, bus, train) sur la commune
	<b>Dynamique démographique</b>	Structuration démographique (INSEE : âges, migrations alternantes)
	<b>Forme urbaine</b>	Structure du bâti (social, âge, individuel / collectif) Densité et importance des zones bâties Positionnement du bâti par rapport à la ville centre et aux équipements
	<b>Potentiel d'urbanisation</b>	Surface des zones 2NA ou 2AU du PLU et dispersion de ces zones Disponibilité foncière urbanisable (niveau de contrainte)
	<b>Organisation et capacité des infrastructures de transports</b>	Niveau de hiérarchisation du réseau de voirie État des lieux des aires de stationnement (capacité, dispersion) Accidentologie Existence et fréquence des TC Part modale (% et nombre de personnes se déplaçant en TC, modes doux...) Existence et capacités des infrastructures modes doux (pistes cyclables, cheminement piétonnier...)
	<b>Dépendance externe en emplois, services et équipements</b>	Distance domicile / pôles d'emplois Distance moyenne des équipements (éducatifs, socio-culturels, commerciaux...) Pourcentage d'habitants travaillant dans des communes voisines Localisation des sources de trafic à l'intérieur et à l'extérieur de la commune
<b>Préserver et valoriser l'environnement</b>	<b>Identification des infrastructures vertes et bleues (biodiversité faune /flore)</b>	Couverture végétale et boisée de la commune Identification des espaces naturels non répertoriés Identification du réseau hydrographique et des zones humides État des «francs bords» Identification des corridors biologiques
	<b>Préservation et valorisation du patrimoine naturel et bâti</b>	ZNIEFF/ZICO NATURA 2000 / ENS Site classé et inscrit / MH Patrimoine bâti «rural» Réseau de bocage
	<b>Caractéristique du cadre paysager</b>	Entités paysagères remarquables Références documentaires et critères utilisés Références inventaires : ref. réglementaires, zone Natura 2000, réserves Lecture des sensibilités du paysage, hiérarchisation Appropriation collective des éléments identitaires du paysage Identification et appropriation des enjeux paysagers Existence de points noirs paysagers
	<b>Présence de ressources naturelles</b>	Captages, eaux superficielles Qualité de l'eau et disponibilité de la ressource Potentiel d'extraction des matériaux Potentiel éolien Potentiel et niveau de valorisation de la filière bois Potentiel d'énergie solaire Potentiel et valorisation des ressources naturelles (systèmes et techniques alternatifs)
	<b>Contribution à la réduction des gaz à effet de serre</b>	Action sur la consommation énergétique de la commune

**Tableau III.3. Critères et indicateurs de prise en compte des risques et de l'économie soutenable**

<b>Prendre en compte les risques et limiter les nuisances</b>	<b>Risques naturels</b>	Existence de documents de référence : DDRM, PPR, PCS, DICRIM, atlas, cartes d'aléas  Ruissellement urbain, schéma global d'eaux pluviales, contrats de rivière, niveau d'imperméabilisation des sols
	<b>Risques technologiques</b>	Pollution des sols et sous-sols  Cartographie des ICPE  Recensement des activités polluantes  Transport de matières dangereuses, existence de zone de vigilance
	<b>Nuisances</b>	Bruit : carte des points noirs (ZAE, infrastructures, aéroport, salle des fêtes...)  Assainissement ERU : état des infrastructures, existence d'un schéma général d'assainissement, carte d'aptitude des sols, débit d'étiage des ruisseaux  Déchets : organisation de la collecte et du traitement  Qualité de l'air : état de la qualité (évolution) et connaissance des sources de pollutions
	<b>Sécurité routière</b>	Diagnostic sécurité routière  Carte d'accidentologie
<b>Promouvoir une économie soutenable</b>	<b>Connaissance de l'économie locale</b>	Artisanat / industrie Commerce, service Tourisme Agriculture Formation Ratio emploi - actif État de l'action foncière Revenus salariés et sociaux
	<b>Ressources territoriales</b>	Taxes professionnelles Vulnérabilité des supports économiques Attractivité commerciale
	<b>Capacité communale</b>	Réserves foncières Volume de fonctionnement Capacité d'investissement
	<b>État des ZAE</b>	Localisation, accessibilité, superficie, présence de friche, capacité d'accueil
	<b>Positionnement économique du territoire</b>	Image, stratégie, investissement, gouvernance

La lecture des trois tableaux nous permet de constater que la conception de la durabilité urbaine est vue comme un nouveau paradigme sociétal et urbanistique émergent, il faut l'appréhender comme un objet vivant en évolution permanente, un cheminement certes malaisé, et non pas comme un aboutissement d'une ville idéalisée. L'aménagement urbain durable constitue l'un des moyens majeurs de mise en œuvre de la durabilité urbaine, au sein

des politiques de planification urbaine mais aussi d'autres outils politiques territoriaux de durabilité comme l'Agenda 21 et le Plan Climat Énergie Territorial. Le processus de durabilité urbaine peut aussi s'appuyer sur des pratiques de participation citoyenne. (Anne Jégou et al, 2012).

Dans ce chapitre, nous essayons de répondre à quelques questions en relation à l'usage du foncier en Algérie à travers les schémas d'aménagement du territoire et les instruments d'urbanisme, notamment sur le plan procédures d'élaboration, leurs objectifs, mais aussi les lacunes et anomalies enregistrées avec des projections sur quelques exemples réels : Comment planifier et aménager durablement ? Quel outil pertinent et adapté utiliser pour mener à bien le projet de la commune ? Avec qui et comment recourir à une commande en urbanisme ? Autant de questions auxquelles sont confrontés régulièrement les décideurs locaux et pour lesquelles services de l'Etat (travaux publiques, hydraulique, cadastre...), chacun dans leurs rôles et prérogatives, sont prêts à accompagner les élus dans toutes les étapes de leur réflexion en matière d'urbanisme. (AUGO, 2004)

### III.2. Les outils d'urbanisme et d'aménagement : Instruments et législation

L'urbaniste doit distinguer entre l'aménagement du territoire et l'urbanisme dont l'objet est l'organisation spatiale des villes et ses instruments techniques et juridiques sont le POS et le PDAU. Alors que l'aménagement du territoire est à l'échelle de la planification stratégique, il décide des pôles et de l'urbanisation future. (Anne puissant, 2003).

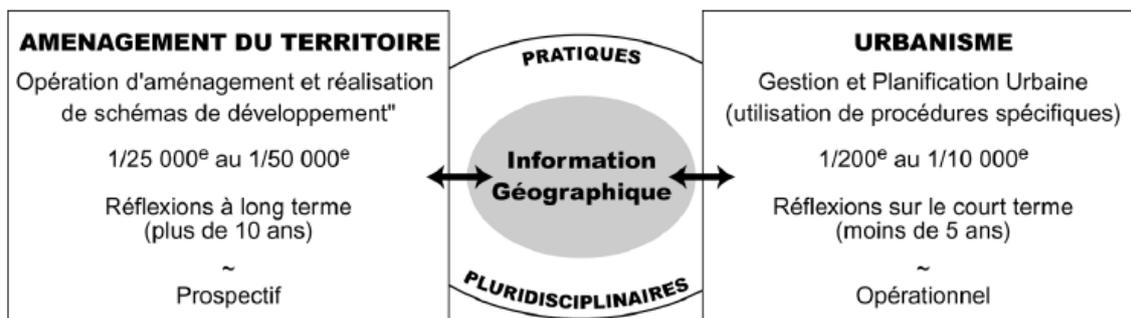


Figure III.1. Notions d'aménagement du territoire et d'urbanisme (Anne puissant, 2003)

#### III.2.1 Les anciens outils d'urbanisme et d'aménagement avant 1989

L'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire « SNAT » et les études d'impact étaient parmi les premiers travaux du Ministre de planification et de l'aménagement du territoire créée en 1980, ainsi en 1981 deux lois ont été promulguées portant modification et complément aux codes des wilayas et des communes, en instituant pour chacune d'elle, un

instrument d'aménagement du territoire (le Plan d'Aménagement de Wilaya « P.A.W » et le Plan d'Aménagement Communal « P.A.C »).

Le Plan d'Aménagement Communal « P.A.C » prend en charge l'analyse du tissu de l'agglomération considéré, à travers la répartition de l'habitat, l'état de la construction, le Taux d'Occupation par Pièces « T.O.P ». Il permet d'interpréter, et concrétiser, les actions, programmes et processus de développement, en vue de la détermination d'occupation du sol futur. Le Plan d'Urbanisme Directeur « P.U.D » est l'instrument de la politique d'aménagement et de développement de l'espace socio-physique urbain, sa fonction est d'assurer un cadre planifié aux actions produites par les individus et la collectivité dans l'espace. Son contenu est représenté par la «spatialisation» d'un modèle prévisionnel de développement demo-socio-économique défini pour un horizon donné (15-20 ans). Avec le terme « spatialisation » on indique la distribution, la localisation des espaces relatifs aux différentes fonctions urbaines (la configuration des surfaces des installations et des réseaux de communication, d'apport énergétique et d'assainissement). (G Boudersa, 2008).

### III.2.2. Les anciens outils d'urbanisme et d'aménagement après 1989

Le Plan d'Urbanisme Directeur « P.U.D » ne prend pas en charge, ni l'aspect juridique du sol, ni le flux de marchandises et de personnes, il ne répond pas aux besoins en matière d'aménagement. A ce stade de réflexion apparaissent les différents problèmes qui donnent naissance à l'introduction des nouveaux instruments en 1990 et 1991 représentés par :

- Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU).
- Le Plan d'Occupation du Sol (POS). (G Boudersa, 2008).

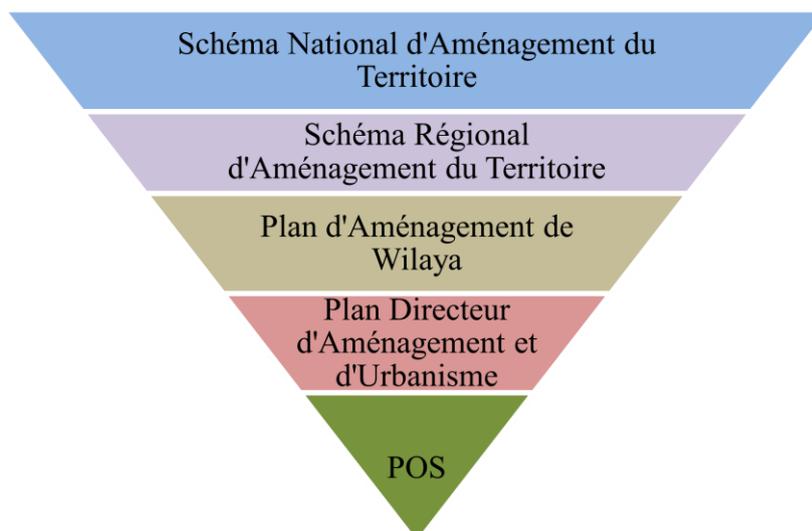


Figure III.2. Hiérarchie des outils d'aménagement et d'urbanisme

### III.2.3. Définition des outils d'urbanisme et d'aménagement

- **Le Schéma National d'Aménagement du Territoire**

Le SNAT est un acte par lequel l'état affiche son projet territorial. Il montre donc comment l'état compte assurer, dans un cadre de développement durable, le triple équilibre de l'équité sociale, de l'efficacité économique et de la soutenabilité écologique, à l'échelle du pays tout entier. Le SNAT est un instrument qui traduit et met en forme pour l'ensemble du territoire, comme pour chacune de ses parties, les orientations stratégiques d'aménagement durable du territoire. Il constitue une réponse aux enjeux majeurs du territoire, lesquels résultent du croisement des éléments fournis par le diagnostic territorial et les éléments de prospective, c'est à dire les scénarios possibles pour le développement du territoire. (Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme, 2008).

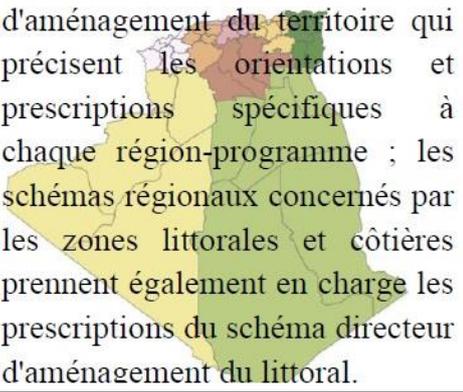
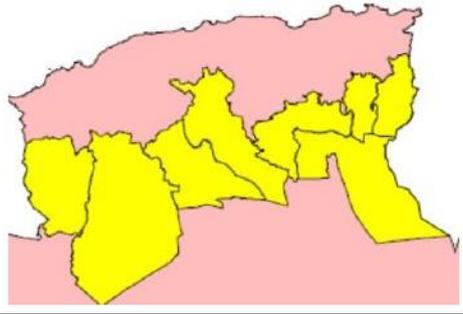
- **Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire**

Le SRAT fixe les orientations fondamentales à moyen terme, de développement durable du territoire régional. Il veille à la cohérence des projets d'équipement avec la politique de l'Etat et des différentes collectivités territoriales, il se substitue au plan de la région. Le SRADT comprendra, désormais, trois documents spécifiques :

- Un document d'analyse prospective (avec une vision interrégionale ou transfrontalière à échéance).
- Une charte d'aménagement et de développement durable du territoire régional (outil d'action et de programmation stratégique).
- Des documents cartographiques (traduction spatiale des orientations et des options retenues). (Cadre National et Régional, ETD, 2000).

- **Le Plan d'Aménagement de Wilaya**

Les plans d'aménagement de wilaya (PAW) sont à l'échelle de la wilaya et doivent être initiés par celle-ci ; dans le respect des dispositions du SNAT et des SRAT. Ils fixent les vocations des communes; distribuent les activités et le peuplement à travers leurs territoire ; en localisant les infrastructures ; les zones d'activité économique et les zones de mise en valeur. Le PAW identifie la hiérarchie urbaine dans les wilayas. Ils déterminent les aires de planification intercommunales pour les communes à forte solidarité et distribuent les services publics dans la wilaya. (Site officiel du Ministère de l'Habitat et d'Urbanisme <https://www.mhuv.gov.dz>).

<b>L'échelle nationale</b>	<b>SNAT</b>	<b>Echelle variable</b>	<b>SDAL</b>
	<p>Le schéma national d'aménagement du territoire qui traduit, pour l'ensemble du territoire national, les orientations et prescriptions stratégiques fondamentales de la politique nationale d'aménagement et de développement durable du territoire.</p> 		<p>Le schéma directeur d'aménagement du littoral qui, traduit, pour les zones littorales et côtières du pays, les prescriptions spécifiques de conservation et de valorisation de ces espaces fragiles et convoités.</p> 
	<b>SRAT</b>		<b>SDPTLD</b>
<b>L'échelle régionale</b>	<p>Les schémas régionaux d'aménagement du territoire qui précisent les orientations et prescriptions spécifiques à chaque région-programme ; les schémas régionaux concernés par les zones littorales et côtières prennent également en charge les prescriptions du schéma directeur d'aménagement du littoral.</p> 	<p>Le schéma directeur de protection des terres et de lutte contre la désertification.</p> 	
	<b>PAW</b>	<b>SDAAM</b>	
<b>L'échelle locale</b>	<p>Les plans d'aménagement du territoire de wilaya qui précisent et valorisent, les prescriptions spécifiques à chaque territoire de wilaya, en matière notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'organisation des services publics ;</li> <li>• d'aires inter-communales de développement ;</li> <li>• d'environnement ;</li> </ul> 	<p>Les schémas directeurs d'aménagement d'aires métropolitaines qui se substituent aux plans d'aménagement des territoires de wilaya, pour les aires métropolitaines définies par le schéma national d'aménagement du territoire.</p> 	

**Figure. III.2. Instruments de la politique d'aménagement en Algérie**

- **Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme**

Décret exécutif n° 05-317 du 6 Chaâbane 1426 correspondant au 10 septembre 2005 modifiant et complétant le décret exécutif n° 91-177 du 28 mai 1991 fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et le contenu des documents y afférents.

Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) est un instrument de planification spatiale et de gestion urbaine fixant les orientations fondamentales de l'aménagement du territoire de la ou les commune(s) concernée(s).

Cet instrument indispensable au développement de la collectivité locale, joue un rôle important dans la rationalisation d'utilisation des sols et leur prévision pour la satisfaction des besoins présents et futures (développement durable).

Chaque commune doit être couverte par un plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme dont le projet est établi à l'initiative et sous la responsabilité de Président de L'A.P.C.

Le PDAU détermine :

- La destination générale des sols, définit l'extension Urbaine, la localisation des services et activités, la nature et l'implantation des grands équipements et infrastructures.
- Les zones d'intervention sur les tissus urbains existants et les zones à protéger (sites historiques, forêts terres agricoles, littoral).
- Le PDAU divise le territoire auquel il se rapporte en secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non-urbanisables.
  - Les secteurs urbanisés incluent tous les terrains occupés par les constructions agglomérées y compris les emprises des équipements nécessaires à leur desserte (constructions).
  - Les secteurs à urbaniser concernent les terrains destinés à être urbanisés à court et à moyen termes.
  - Les secteurs d'urbanisation future incluent les terrains destinés à être à long terme aux échéances prévues par le PDAU.
  - Les secteurs non urbanisables sont ceux dans lesquels les droits à construire sont édictés et réglementés.

Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme définit les termes de référence du Plan d'occupation des sols (POS).

Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme se compose :

1- **D'un rapport d'orientation** qui présente l'analyse de la situation existante et les principales perspectives de son développement compte tenu de l'évolution économique, démographique sociale et culturelle du territoire considéré.

La partie d'aménagement proposée compte tenu des orientations en matière d'aménagement du territoire.

2- **D'un règlement** qui fixe les règles applicables pour chaque zone comprise dans les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisables, en déterminant :

- L'affectation dominante des sols et s'il y'a lieu la nature des activités qui peuvent être interdites ou soumises à des conditions particulières,
- La densité générale exprimée par le coefficient d'occupation des sols,
- Les servitudes à maintenir, à modifier ou à créer,
- Les périmètres des plans d'occupation des sols avec les termes de référence y afférents en faisant apparaître les zones d'intervention sur les tissus urbains existants et ceux des zones à protéger,
- La localisation et la nature des grands équipements, des infrastructures, des services et des activités

Il définit en outre les conditions de construction particulières à l'intérieur de certaines parties du territoire tel que le littoral, les territoires à caractère naturel et culturel marqué, les terres agricoles.....

**3- De documents graphiques** comprenant notamment :

- Le plan de l'état de fait faisant ressortir le cadre bâti actuel, les voiries et les réseaux divers les plus importants;
- Le plan d'aménagement délimitant:
  - les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisables.
  - certaines parties du territoire : le littoral, les terres agricoles à préserver, les territoires à caractère naturel et culturel marqués.
  - Les périmètres des plans d'occupation des sols.
- le plan des servitudes à maintenir, à modifier ou à créer.

- Le plan d'équipement faisant ressortir le tracé des voiries, d'adduction en eau potable et d'assainissement les plus importants ainsi que la localisation des équipements collectifs et ouvrages d'intérêt public.

#### Les participants à l'élaboration du PDAU

D'après une enquête que nous l'avons menée au niveau du Centre d'Etudes et de Réalisations en Urbanisme URBOR Oran, l'élaboration du PDAU est un travail qui nécessite l'implication en interne du bureau d'études une équipe pluridisciplinaire (topographie, géographie, urbanisme...), tandis qu'en externe, il exige la participation d'autres organismes. Le tableau suivant présente les intervenants potentiels.

**Tableau III.4. Les participants à l'élaboration du PDAU et leurs types d'information**

<b>Directions</b>	<b>Types d'information</b>
<b>Direction des domaines</b>	Propriété des terrains (EAC,...)
<b>Direction du cadastre</b>	Nature juridique des terrains
<b>Direction des forêts</b>	Limites des forêts, programme projeté
<b>Direction de l'hydraulique</b>	Tracés des réseaux (AEP,...)
<b>Direction de l'industrie et des mines</b>	Projets d'investissements
<b>Direction du tourisme</b>	Programme des zones touristiques
<b>Direction de l'environnement</b>	Servitudes
<b>Direction de l'urbanisme et de la construction</b>	Instruments d'urbanisme (PDAU, POS)
<b>Agence foncière</b>	Programme de logements
<b>OPGI</b>	Programme de logements
<b>Sonelgaz</b>	Réseaux énergétiques
<b>Assemblée Populaire Communale</b>	Instruments d'urbanisme existants
<b>Direction des services agricoles</b>	Surface agricole utile
<b>Direction des travaux publics</b>	Réseaux routiers
<b>Direction de l'éducation</b>	Répartition des équipements scolaires
<b>Direction de la santé</b>	Répartition des équipements de santé

- **Phases d'élaboration du PDAU**

**Phase 1 : le diagnostic**

Les données nécessaires pour une étude du PDAU sont les données statistiques ; des anciens documents d'urbanismes, de toute étude relative à l'aire d'étude, les orientations des schémas d'aménagement du territoire et enfin des orientations et des objectifs de la commande de la commune et qui représente le projet communal ; car il ne faut jamais perdre de vue que l'action d'urbanisme n'est pas seulement une action technique ; c'est aussi une action politique.

Deux éléments de diagnostic sont déterminants dans une situation réelle de projet et il serait utile de les rappeler. D'abord, la connaissance du marché foncier notamment de la nature de la propriété et les prix de terrain selon les secteurs. Ces données sont indispensables pour la commune qui apprécie de cette manière son aptitude à réaliser concrètement le PDAU et ses objectifs et fixe ainsi un programme conforme à ses possibilités réelles. Le diagnostic permet de mettre en place les mécanismes de la prévision ; notamment l'identification des secteurs d'urbanisation et leur évolution future. Comme toute démarche prospective, l'élaboration du PDAU doit envisager plusieurs hypothèses d'évolution du territoire communale ou variantes de développement.

**Tableau III.5. Exemples de règles d'estimation des besoins en foncier et en équipement utilisées lors de la première phase de diagnostic (source : URBOR Oran, 2008).**

Variante	Formule	Application
Indicateurs d'appréciation du parc logement	$Nets_n = (P_n / 5) - RGPH_{2008}$ (5personne par logements, n= CT ; MT ; LT)	Besoin en logements
Indice d'appréciation du foncier	$Nets_n / 30$ (densité brute de 30 logements par $H_a$ )	Besoin en foncier
Indice d'appréciation de la situation de scolarité	-Equipements $Nets_n = (S_{colarisé, n} / 25) - N^{bre}$ classe existant. (25 élève par salle de classe) -Le transport selon le secteur si n'a pas un nombre des élèves important pour une école donc le secteur besoin a un transport	Besoin en équipements scolaires
Indice d'appréciation de la situation de santé	Une polyclinique pour 25000 habitats Un centre de santé pour 4000 habitats Une salle de santé pour 1000 habitats	Besoin en équipements sanitaires

### **Phase 2 : les options d'aménagement**

L'aménagement préconisé se base essentiellement sur l'analyse de l'état de fait du territoire, le paramètre du développement agricole, le développement de l'infrastructure hydraulique, routière et sur le paramètre industriel, en tenant compte des orientations d'aménagement. Les orientations d'aménagement du territoire reposent sur la mise en cohérence de différents critères, à la fois objectifs (contraintes naturelles, réglementaires, techniques,...) auxquels le territoire communal est soumis, et subjectifs (choix politiques, définition des priorités...).

### **Phase 3: l'aménagement définitif et règlement**

Le choix d'une variante par la commune est conditionné par le projet et l'évaluation des avantages et des inconvénients de chaque variante sur la base des tendances d'évolution souhaitables ; de la cohérence dans l'affectation des sols ; du cout de l'urbanisation confronté aux finances locales (réalisation des infrastructures, cout de l'expropriation, programmes d'équipements) et des domaines d'investissement souhaités (promotion immobilière, tourisme, industrie,...). La variante choisie sera réalisée selon un scénario fixant les délais d'exécution des objectifs pour chaque secteur, les dispositions réglementaires et les périmètres des POS et leur orientation.

- **Le Plan d'Occupation des Sols (POS)**

Le plan d'occupation des sols fixe les droits à construire de façon détaillée, tant par l'échelle des documents que par les prescriptions réglementaires, de telle sorte que les demandes de permis de construire peuvent être traitées sur dossier.

Les documents graphiques sont constitués d'un plan de situation au 1/2000<sup>e</sup> ou 1/5000<sup>e</sup>, d'une ou de plusieurs perspectives ou axonométrie illustrant les formes urbaines et architecturales souhaitées et d'une série de plans au 1/500<sup>e</sup> et 1/1000<sup>e</sup> parmi lesquels:

- le plan topographique;
- la carte des contraintes géotechniques,
- le plan de l'état de fait faisant ressortir le bâti, la voirie, les réseaux divers et les servitudes existantes,
- le plan d'aménagement général précisant :
  - La délimitation des zones réglementaires homogènes, les équipements et ouvrages d'intérêt général et d'utilité publique, la voirie et les réseaux divers à la charge de l'état, des collectivités locales, Les espaces à préserver, à protéger.
  - Le plan de composition urbaine contenant toutes les prescriptions réglementaires.

Figure. III.3. Schéma synoptique d'élaboration du PDAU

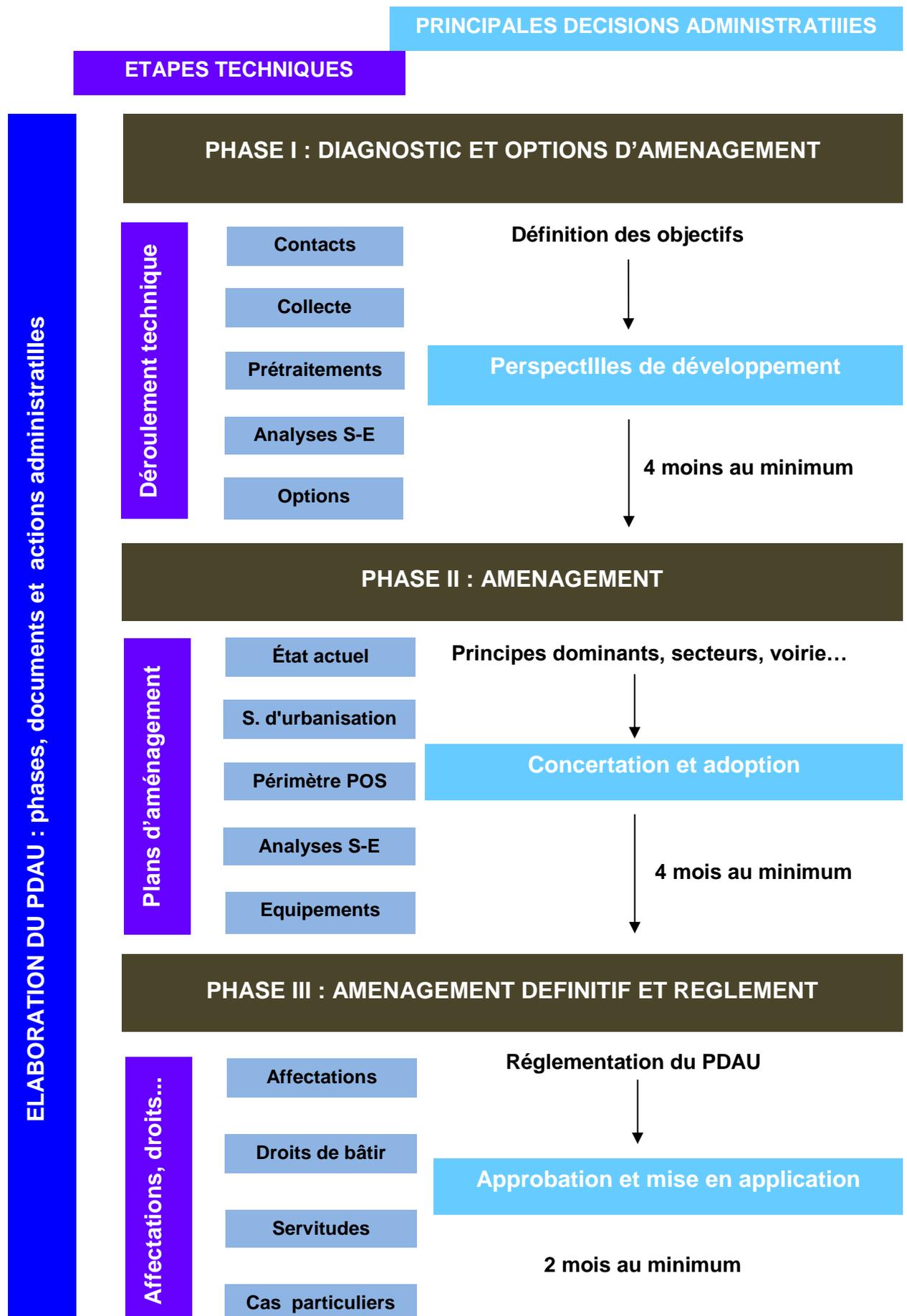
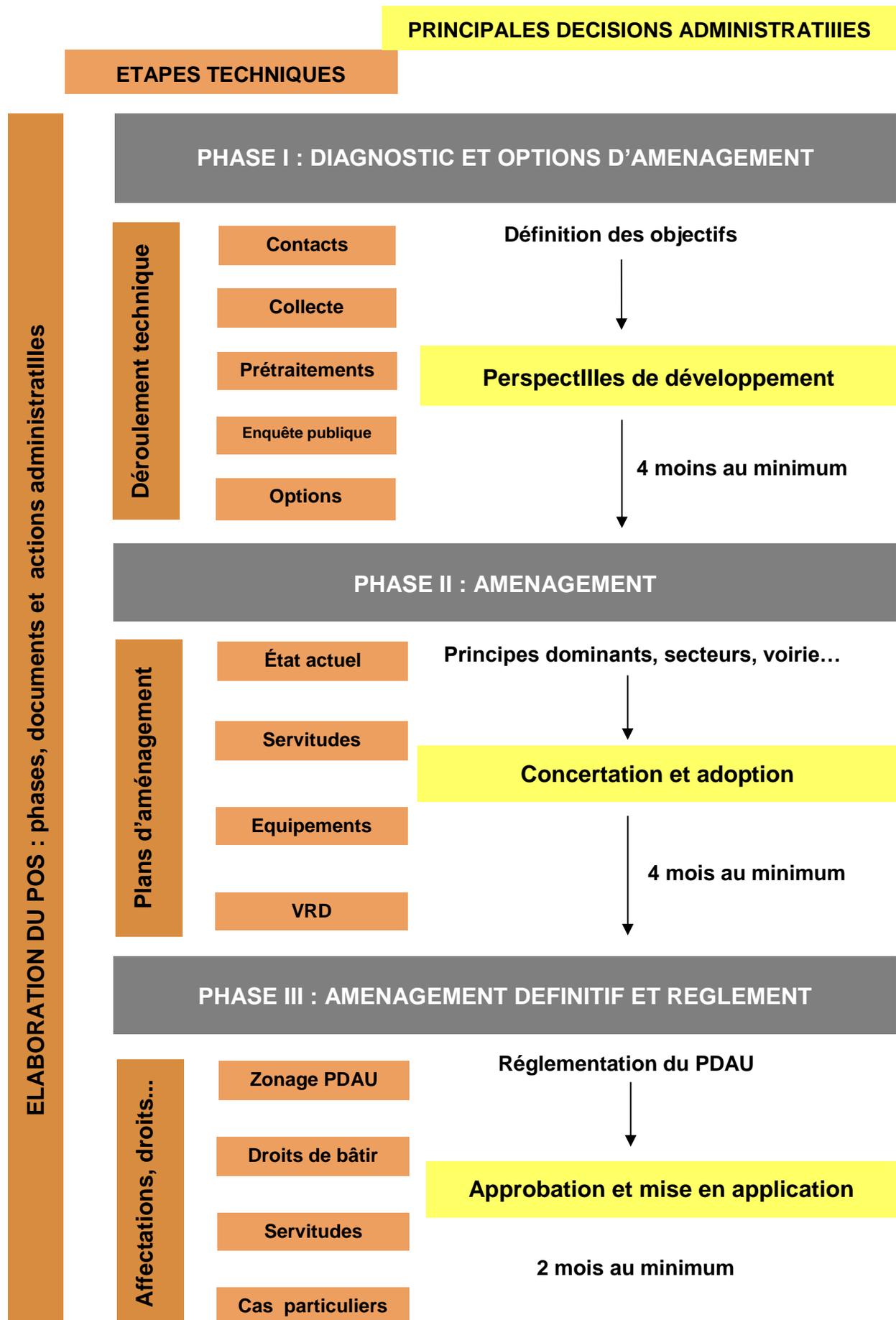


Figure. III.3. Schéma synoptique d'élaboration du POS



### III.3. Instruments d'urbanisme entre la théorie et la pratique

Les études réalisées dans ce contexte sont nombreuses, et le rôle ou l'utilisation diffère d'un domaine à un autre, et ce, en relation directe avec les besoins exprimés. Nous citons quelques exemples sur des expériences et études menées en Algérie et à l'étranger où les instruments d'urbanisme ont constitué des supports pour des thématiques variées.

- **Densité urbaine**

Les systèmes traditionnels de contrôle de la densité, lors de l'établissement du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme PDAU dont la responsabilité communale s'exerce, imposent des innovations rapides et fondamentales des techniques modernes de gestion urbaine. La mise au point d'une méthode théorique et analytique du Coefficient d'Occupation des Sols COS, qui met en évidence ses facteurs déterminants et sa relation avec les espaces fonctionnels de l'habitat est nécessaire. (S.Hattab et al, 2003).

- **Préservation des terres agricoles**

La conversion de ces terres, généralement de grande qualité, en terres non agricoles, est principalement le résultat du développement urbain aux dépens de l'agriculture. Les besoins en foncier pour répondre à la demande socioéconomique urbaine ont rendu bien difficile l'exercice de l'activité agricole et ont conduit à un recul de l'agriculture dans les zones périurbaines. L'utilisation des instruments d'urbanisme, a permis de dégager quatre éléments principaux : les difficultés rencontrées par l'agriculture périurbaine, la forte pression urbaine et ses conséquences et la nécessité de définir la place développement durable de la ville. (A. Boudjenouia et al, 2004).

- **Lutte contre le risque inondation**

Sous forme d'un guide établi en 2009 sous l'intitulé « Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme », la question de la maîtrise du cycle de l'eau sur un territoire doit être intégrée dans l'aménagement, que ce soit par la définition de zones constructibles ou non, par des règles constructives relatives à des surélévations, à l'assainissement non collectif, au raccordement des eaux pluviales ou à l'imperméabilisation des sols, ainsi que par des pratiques agricoles. L'objectif peut être de rétablir des zones d'expansion des crues et interdire les constructions en zones inondables, de limiter les rejets aux milieux récepteurs, de ne pas aggraver les crues torrentielles, de préserver la capacité de collecte et de traitement du système d'assainissement. (Cemagref Lyon et al, 2014).

- **La protection du littoral**

La gestion du territoire littoral et des mers côtières fait intervenir de nombreux acteurs du fait de la décentralisation et du rôle croisé de l'Europe, de l'État, des régions, des communes et de leurs regroupements. Les plans locaux d'urbanisme (PLU) et les schémas de cohérence territoriale (Scot) sont proportionnellement nettement plus importants en bord de mer que dans le reste du territoire, les tensions foncières poussant les collectivités à se doter de tels outils. L'échelle supra-communale tient une place centrale alors que les échelles intermédiaires, comme la façade ou l'écorégion marine, deviennent des échelles de cohérence, de suivi et d'évaluation. Petit à petit, les concepts de développement durable et de gestion intégrée prennent de l'importance et sont déclinés dans les directives européennes mais aussi dans les grands principes des outils d'aménagement et de gestion, à terre et en mer. (Commissariat général au développement durable, service de l'observation et des statistiques, 2011).

L'importance des instruments d'urbanisme dans les différents domaines n'est plus à démontrer, cependant, plusieurs auteurs ont choisi d'aborder le volet exécution sur terrain de ces supports. Plusieurs études ont dévoilé des défaillances qui font sortir des situations qui ne cadrent pas avec les concepts théoriques évoqués ci-dessus.

- **Contexte temps : orientations et projections futures**

Dans son article intitulé « Les projets d'urbanisme récents en Algérie » publié en 2007, Hafiane Abderrahim a donné des exemples sur les actions structurantes et projets urbains du 2005 au 2009 de la région d'Alger, Constantine et Annaba : « L'embellie financière, devenue consistante, a permis de relancer les projets mis en veilleuse (le métro d'Alger, l'autoroute nationale ...) et de lancer de nouveaux projets structurants d'envergure, et qui sont conçus dans une démarche nouvelle axée sur l'élimination des déséquilibres spatiaux et l'insertion des villes dans une nouvelle perspective de modernisation et de mise à la norme universelle sur le plan fonctionnel. Cette nouvelle situation a induit une nouvelle démarche de l'urbanisme qui devient non plus un instrument de localisation des projets et de réglementation, mais un cadre de recomposition territoriale et de gouvernance urbaine. Les actions, la nature des opérations et les modalités de mise en œuvre, sont conçues de manière à créer les conditions d'une implication de tous les acteurs de la ville : pouvoirs publics, collectivités locales, professionnels, société civile.

Deux types de projets structurants sont mis en œuvre et ont nécessité la révision conséquente des méthodes d'approches des villes :

- les projets d'infrastructures de communication et de transport ;
- les projets urbains générant de nouvelles centralités avec des opérations de requalification urbaine, renouvellement urbain ou mise en valeur de sites non exploités.

*...Ces opérations d'envergure sur le plan des infrastructures et l'importance des projets urbains n'étaient pas intégralement prévues par les plans d'urbanisme élaborés à la fin des années 90 pour les 03 villes. Cette situation a nécessité entre 2005 et 2007 le lancement des études de révision de ces plans (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) et les plans de détails qui en découlent (Plans d'Occupation des Sols). Tous les paramètres sur lesquels étaient basés ces plans et toutes les perspectives d'aménagement et de mode de croissance qu'ils projetaient devenaient dépassés ».* (A. Hafiane, 2007).

- **Contexte respect de la loi: PDAU, instrument inutile dès le lancement des POS**

**Mouaziz-Bouchentouf Najet** précise l'incohérence entre les deux instruments d'urbanisme dans son article qui s'intitule : « *Le mythe de la gouvernance urbaine en Algérie, le cas d'Oran* » publié en 2008 :

« Le PDAU du groupement urbain d'Oran (comprenant 04 communes Oran, Es-senia, Bir el Djir, Sidi Chahmi) a été lancé en 1994 et approuvé en 1997. Il est à rappeler que le PDAU couvre tout le territoire de la commune tant rural qu'urbain. Son élaboration en trois phases couvrant l'espace de quatre communes a engendré une profusion de cartes, plans et rapports rendant sa **lecture difficile**, ce qui fait dire à ses principaux utilisateurs (APC, DUC) qu'il est *dépassé ou mal élaboré ou ne rendant pas compte de la réalité actuelle de la ville*.

L'échelle des cartes (1/5000e, 1/2000e) fait préférer les POS au PDAU car couvrant un secteur de la ville infiniment plus petit. Une autre raison serait que le contexte socioéconomique a changé, l'amélioration de la situation sécuritaire et un niveau remarquablement élevé des recettes d'hydrocarbures induisant une manne importante ont fait surgir d'autres acteurs ou groupe de pression nécessitant **un réajustement du plan d'aménagement que le POS va prendre en charge**.

Pourtant, lorsque l'on prend la peine de lire le contenu du PDAU, notamment la partie réglementaire, l'on découvre que le terrain a été bien préparé pour l'élaboration des POS. Quoique opposable aux tiers et s'imposant aux POS, le PDAU ne sert plus qu'à délimiter les zones des différents POS. **Il n'est pas rare que les POS soient en contradiction avec le PDAU**, ce qui pose le problème de l'articulation de deux instruments d'urbanisme opposables aux tiers». (N. Mouaziz, 2010).

- **Contexte cohérence et réponse aux besoins**

De la capitale de l'ouest à la capitale de l'est, **Assia Kadri** en 2010 a publié un poster sous le thème : «*Métropolisation, modernisation et projets urbains - le Plan d'Occupation des Sols & Le Projet Urbain* » dans lequel, elle a souligné les principaux points de défaillance du POS : « L'urbanisme dans sa définition comme techniques et règles juridiques, permettant aux pouvoirs publics de contrôler l'affectation et l'utilisation des sols, **n'a pas atteint ses objectifs.**

L'anarchie et les dysfonctionnements constatés dans les villes, les problèmes de circulation, de stationnement, d'atteinte à l'environnement, persistent, d'où la nécessité d'introduire à chaque fois de nouveaux textes juridiques et instruments d'urbanisme, s'adaptant aux nouveaux contextes, **dont la finalité est de corriger les incohérences et de compléter les insuffisances constatées**: le passage du PUD au SDAU et PDAU et SCOT et SCU, du Plan d'affectation des sols au plan d'occupation des sols et PLU, etc., attestent de cet évolution ».

La faiblesse des POS est en partie dans leur élaboration et surtout dans leur mise en pratique, le POS n'était qu'une corrélation entre les besoins démographiques et socio-économiques et l'occupation du sol, ce qui lui a donné un caractère programmatique qui n'a pas tenu compte des spécificités des sites et n'a pas atteint le projet urbain sensé faire par définition ».

**Tableau III.6. Défaillance antérieurs et postérieurs à l'élaboration du POS (A. Kadri, 2010)**

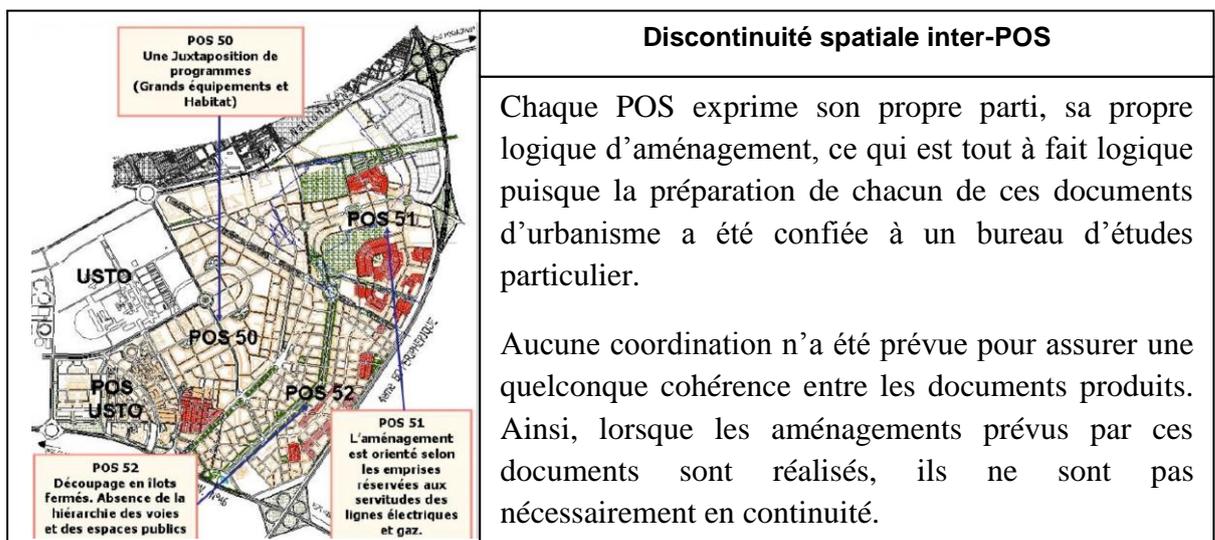
Défaillance pendant l'étude	Défaillance d'après POS
Des temporalités non respectées et non maîtrisées	Faiblesses du contrôle et de suivi
Fausse déclaration des moyens mis en place	Non coordination entre les différents programmes de la même localité (programme quinquennal, d'urgence..)
La non maîtrise de la démarche des maîtres d'œuvre	

Difficulté de mobilisation des acteurs	Infraction dans les réalisations : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Changement dans les affectations</li> <li>• Non respect des paramètres techniques</li> </ul>
Manque d'adhésion de la société civile	
manque d'information et de sensibilisation des citoyens	

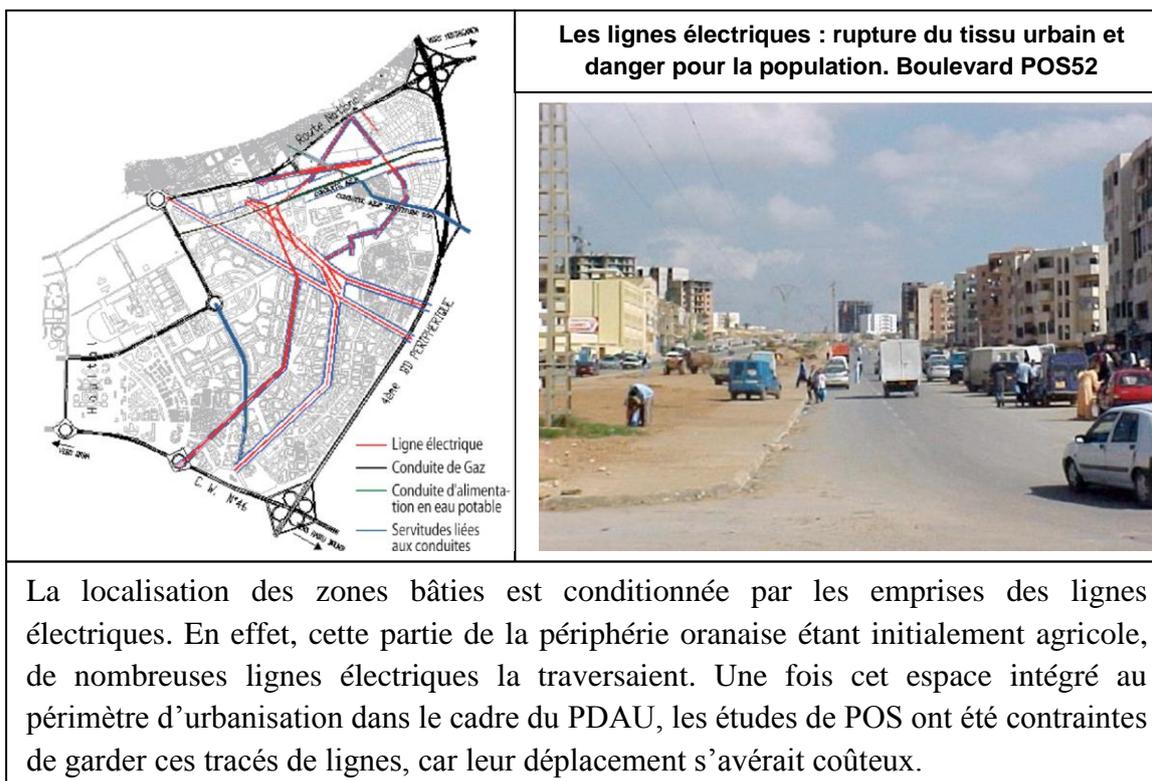
- **Contexte technique : conséquences de l'incohérence des POS**

Nous revenons à Oran et cette fois avec la communication de **Malika Touati** en 2010 intitulée : « *La périphérie Est d'Oran: mécanismes de formation et modes d'intervention* » qui démontre avec des extraits de plans du POS et des photos prises sur terrain les conséquences directes de la mauvaise élaboration et exécution de cet instrument important, sur le tissu urbain, sur la vie des citoyens et sur l'image de la ville : « l'urbanisation récente, même si elle est encadrée par des documents d'urbanisme, à savoir tant le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme d'Oran (PDAU) que les différents Plans d'Occupation des Sols (POS) qui en découlent, **semble avoir perdu le sens de notions aussi fondamentales que la rue, la place, la continuité, les repères, les espaces publics, les espaces verts, etc.**

Les projets initiés dans l'extension Est d'Oran **ont négligé l'organisation spatiale à l'échelle humaine, la composition urbaine et l'articulation entre les zones produites.** Or, le premier contact de la société avec son espace se matérialise par une image et une perception qui relève de l'esthétique, de la cohérence et du bien-être et c'est cette dimension qui fait justement qu'un espace est apprécié ou rejeté ». (M.Touati, 2010).



**Figure III.4. Différentes logiques d'aménagement pour des POS limitrophes (M.Touati, 2010).**



La localisation des zones bâties est conditionnée par les emprises des lignes électriques. En effet, cette partie de la périphérie oranaise étant initialement agricole, de nombreuses lignes électriques la traversaient. Une fois cet espace intégré au périmètre d'urbanisation dans le cadre du PDAU, les études de POS ont été contraintes de garder ces tracés de lignes, car leur déplacement s'avérait coûteux.

**Figure III.5. Options d'aménagement guidées par les servitudes des lignes électriques**  
(M.Touati, 2010).

- **Contexte d'échelle spatiale**

Le 03 mai 2014, lors de son intervention par une communication qui s'intitule : « *De l'urbanisme à l'acte de l'urbanisme* » dans le cadre de la journée d'étude organisée par l'Ordre des Géomètres Experts Fonciers sous le thème : « *Le rôle du géomètre expert foncier dans les opérations immobilières* », **Halloch Brahim, ex-DLEP**, a abordé le problème de différence d'échelle spatiale entre le PDAU et le POS et ses conséquences sur la cohérence urbaine et les actes d'urbanisme :

« Les deux instruments d'urbanisme ont d'une manière générale le même objectif qu'est l'aménagement du territoire considéré, déterminent les prévisions et fixent les règles d'urbanisme. **Cependant l'échelle spatiale est très différente**, le PDAU est à l'échelle du territoire communal ou intercommunal alors que le POS couvre le quartier ou une portion des sites appelés à être urbanisés. Ce qui nous amène à notre avis à faire la lecture suivante :

- La nécessité **d'instaurer un instrument d'urbanisme intermédiaire** notamment au niveau des communes à grandes agglomérations urbaines ce qui permettrait d'asseoir une meilleure cohésion urbaine et le POS qui doit être réglementairement à l'échelle topographique (1/500 et 1/1000).

- Au niveau des études : l'élaboration du PDAU de par sa consistance **nécessite une équipe pluridisciplinaire avérée au vu du spectre très long des spécialités nécessaire et par conséquent devra être confiée à des bureaux d'études consistants.**

L'étude du POS est confiée généralement aux architectes cependant l'intervention de plusieurs disciplines est fondamentale, l'étude d'urbanisme étant par définition complexe : levés topographique, état des lieux, voirie, réseaux divers. Constitue l'assise fondamentale de l'étude en plus d'autre spécialités annexes.

La réglementation assigne au règlement du PDAU la nécessité de prévoir les termes de référence du POS or un PDAU insuffisamment élaboré ne peut fixer des termes de référence rationnels et applicables quel que soit l'effort fournis dans l'élaboration du POS, soit les termes de références sont insuffisantes, soit leur applicabilité à l'échelle du POS a été mal évaluée. De ce fait certains POS ne suivent pas l'ensemble des orientations du PDAU alors que la réglementation l'exige.

Le même constat est parfois vécu au niveau des actes d'urbanisme qui doivent appliquer la réglementation du PDAU ou POS quand ils sont régulièrement approuvés. Nous avons plusieurs situations, soit le POS reste trop général ce qui aboutit à beaucoup d'interprétations en matière d'établissement d'actes d'urbanisme, soit il est trop rigide et ne laisse aucune initiative au concepteur de l'acte d'urbanisme qui rencontre sur le terrain énormément de difficulté (par exemple fixer d'une manière stéréotypée la hauteur ou les dimensions des constructions alors qu'il serait préférable de dresser des fourchettes en prenant en considération la typologie ou la projection de la zone urbaine considérée (peut-on fixer par exemple la hauteur projetée des constructions en milieu urbain et qu'on a en face des ilots à parcelles de taille réduite, la logique aurait été de favoriser d'abord un remembrement pour aboutir à un parcellaire viable à la hauteur projetée ». (B. Halloch, 2014).

#### **III.4. Environnement de travail : plate-forme logicielle et échange de données**

Techniquement, le passage de la procédure d'élaboration des instruments d'urbanisme vigueur basée sur l'approche DAO au système d'information géographique (officiellement à partir du 2011 à l'issue des premières assises nationales de l'urbanisme juin 2011) n'est pas facile, plusieurs études sont en cours de démonstration dans ce sens.

### III.4.1. Analyse des données traitées par DAO

Selon la norme de qualité des données géographiques ISO19115, il existe trois types de sources d'erreurs qui peuvent réduire la précision des données :

- Erreurs lors de l'acquisition des données ;
- Erreurs lors de la conversion des données ;
- Et des erreurs lors des traitements des données.

Dans les paragraphes suivants, nous présentons le processus de vérification des données acquises sur un POS auprès du bureau d'URBOR Agence de Mascara, en tenant compte les trois types d'erreurs et les composantes de qualité définies dans ce sens.

### III.4.2. Vérification du contenu informatif du POS

Nous avons effectué une étude comparative entre ce qui doit être figuré dans les rendus à la fin de chaque phase achevée, pendant l'élaboration du POS selon les lois promulguées, et ce qui a été mentionnés dans le cahier des charges du projet POS ZHUN12, l'étude fait ressortir que la loi n'est pas appliquée telle qu'elle est décrite au journal officiel. Les tableaux suivants précisent les lacunes enregistrées :

**Tableau III.7. Etablissements et services consultés pour l'élaboration du POS ZHUN12**

Administrations publiques obligatoirement consultées selon le règlement	Administrations publiques obligatoirement consultées selon le cahier des charges
<b>Les services de l'état chargés au niveau de la wilaya</b>	
• de l'urbanisme	✓
• de l'agriculture	✓
• de la régulation économique	✓
• de l'hydraulique	✓
• des travaux publics	✓
• des transports	✓
• des monuments et sites	✓
• des postes et télécommunications	✓
• de l'industrie et de promotion de l'investissement	✗
• de l'environnement ;	✓
• de l'aménagement du territoire	✗
• du tourisme	✓

Services publics, ceux chargés au niveau local	
• de la distribution d'énergie	✓
• des transports	✓
• de la distribution de l'eau	✓
• de la régulation foncière	x

*En comparant la loi et le cahier des charges, le plan d'occupation des sols de la ZHUN12 a été élaboré sans consultation de deux directions de wilaya et un service public chargé au niveau local.*

### III.8. Contenu du POS selon la loi et le projet de la ZHUN12

Contenu du POS selon la réglementation	Contenu du POS selon cahier des charges
• Plan de situation (échelle 1/2000 ou 1/5000).	✓
• Plan topographique (échelle 1/500 ou 1/1000).	✓
• Une carte (échelle 1/500 ou 1/1000) précisant les contraintes géotechniques	✓
<b>D'une carte (échelle 1/500° ou 1/1000°) délimitant :</b>	
• les zones exposées aux risques naturels et technologiques,	x
• La délimitation des zones et des terrains exposés aux risques naturels	x
• La délimitation des périmètres de protection ou de servitude des installations et infrastructures présentant des risques technologiques	x
• Les zones et les terrains exposés aux risques naturels et/ou technologiques	x
• plan de l'état de fait (échelle 1/500 ou 1/1000) faisant ressortir le cadre bâti actuel	x
<b>Un plan d'aménagement général (échelle 1/500 ou 1/1000) déterminant :</b>	
• les zones réglementaires homogènes	x
• implantation des équipements et ouvrages d'intérêt général et utilité publiques.	✓
• le tracé des voiries et réseaux divers	✓
• les espaces qui de par leur spécificité sont à préserver.	✓
• Un plan composition urbaine (échelle 1/500 ou 1/1000) contenant notamment les éléments du règlement accompagnée d'une ou d'axonométrie illustrant les formes urbaines et architecturales souhaitées pour le ou les secteurs considérés.	x

*La comparaison de ce qui est défini par la loi et dans le cahier des charges, permet de constater l'absence total de tout plan délimitant le risque quel que soit sa nature, ainsi que*

*l'absence quasi-totale des zones homogènes et la réglementation (qui existe comme une classe dans le plan de schéma de structure).*

### III.4.3. Contrôle de la qualité de représentation : étude qualitative

En termes de qualité de données, il s'agit ici de vérifier la précision des attributs et les erreurs qui peuvent être produites lors de la conversion des fichiers du DAO au SIG.

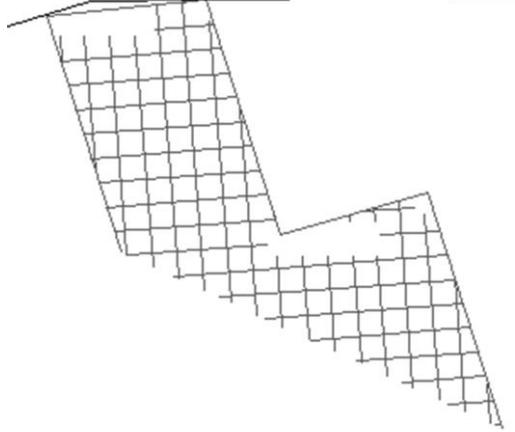
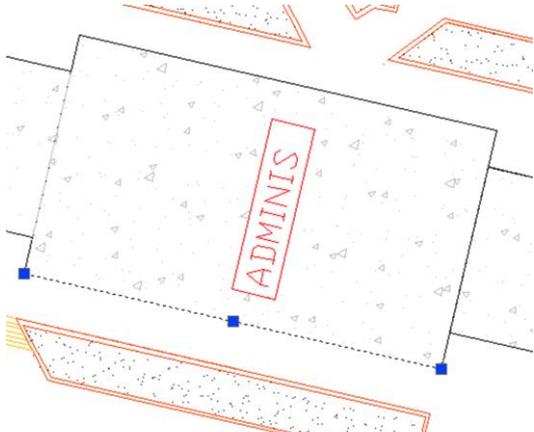
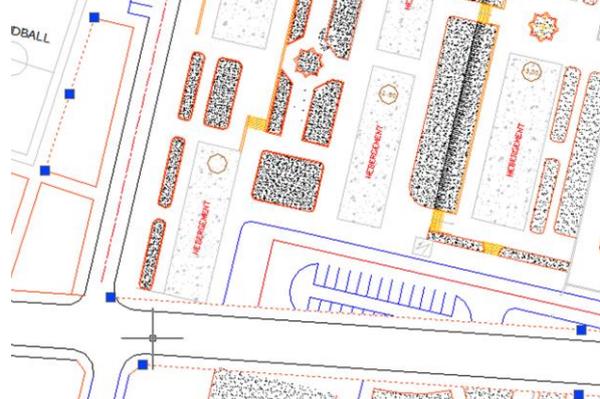
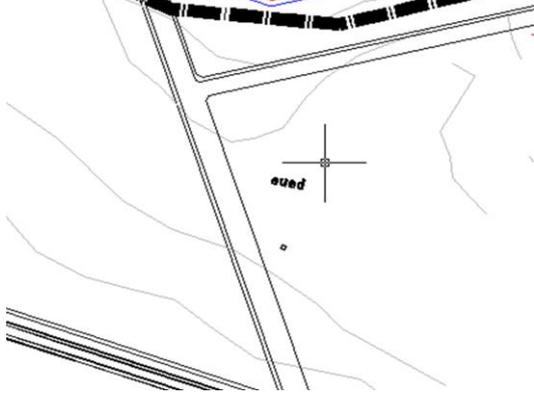
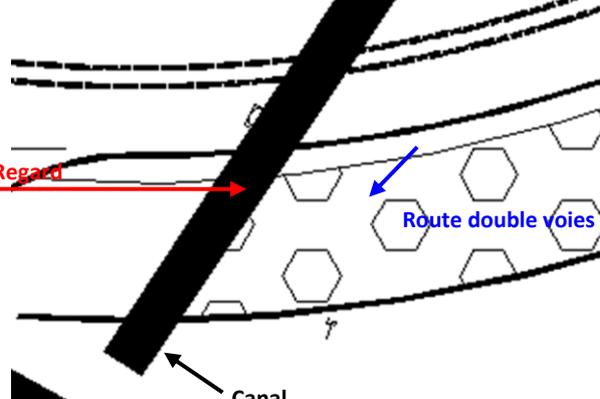
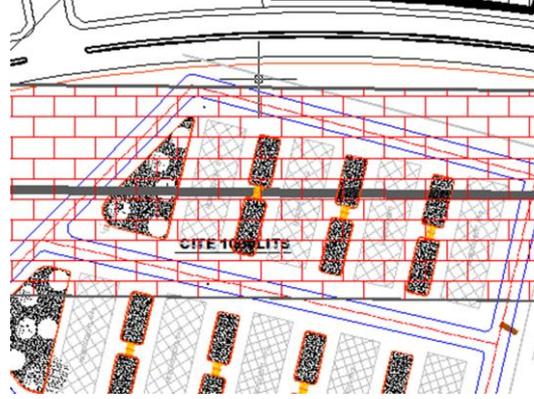
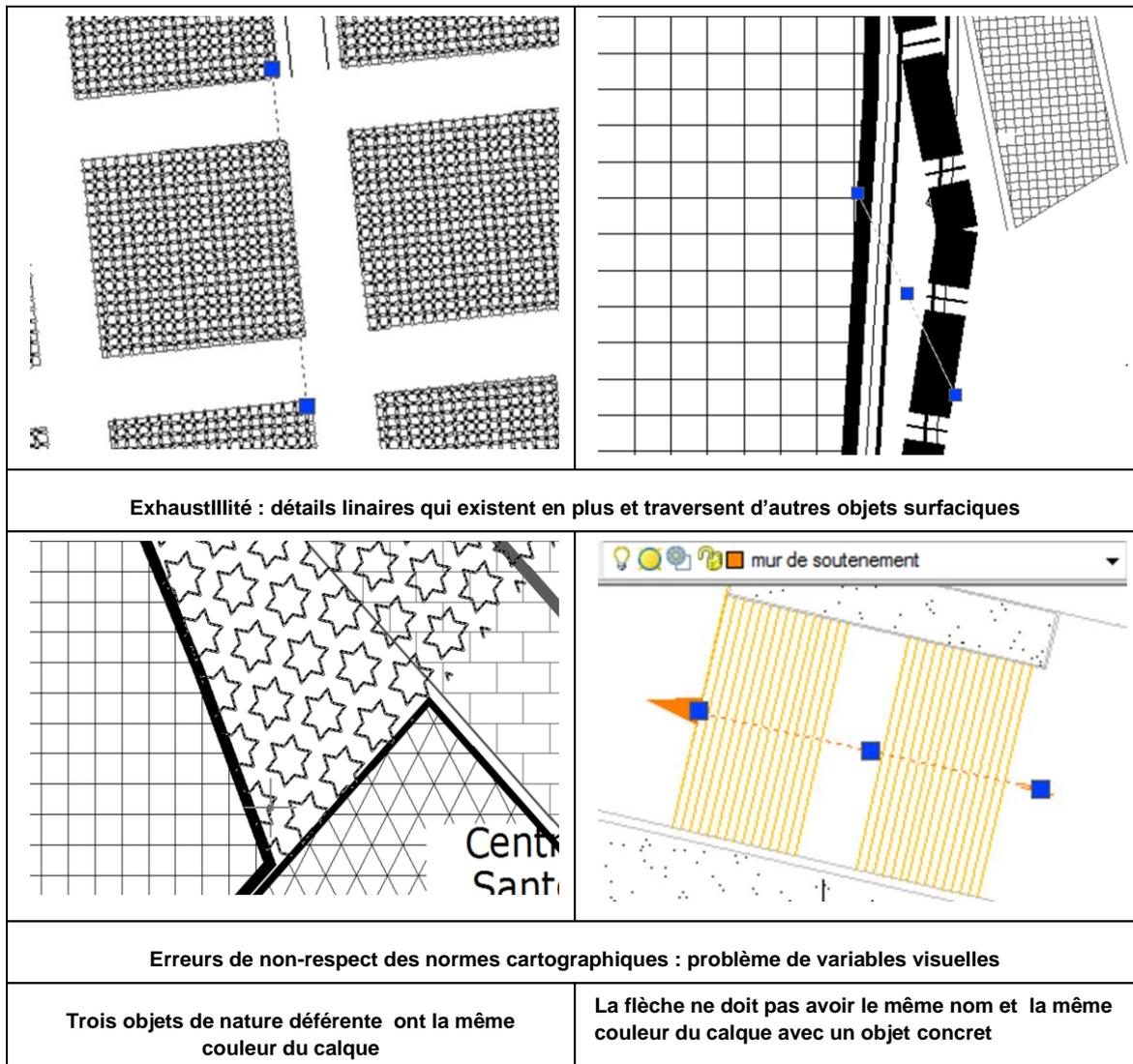
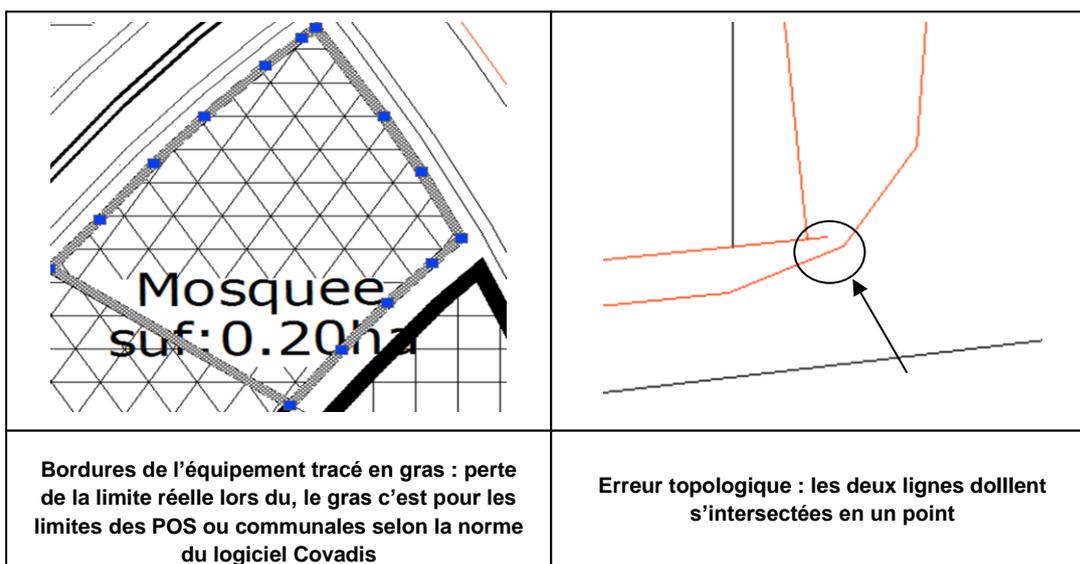
	
<p>Précision des attributs : objet bâti incomplet</p>	<p>Objet siège d'administration délimité par des lignes</p>
	
<p>Plusieurs types d'objet représentés dans le même calque avec même couleur l'exemple montre pour le calque bordure: construction, trottoirs et l'axe de route.</p>	<p>Non-respect des lignes caractéristiques : les courbes de niveau traversent les routes</p>
	
<p>Le canal doit être au-dessous de la route et ne masque pas le regard</p>	<p>Non-respect des servitudes : des équipements projetés dans la bande de servitude de ligne électrique haute tension</p>

Figure III.6. Exemples des erreurs relatives à la précision des attributs (POS de ZHUN12)



**Figure III.7. Exemples des erreurs d'exhaustivité et non-respect des normes cartographiques commises dans le POS de ZHUN12**

De même, les erreurs produites par l'opération de conversion des plans (calques \*.dwg) en couches thématiques SIG (fichier de forme \*.shp) sont nombreuses :



**Figure III.8. Exemples des erreurs liées aux représentations géométrique et topologique**

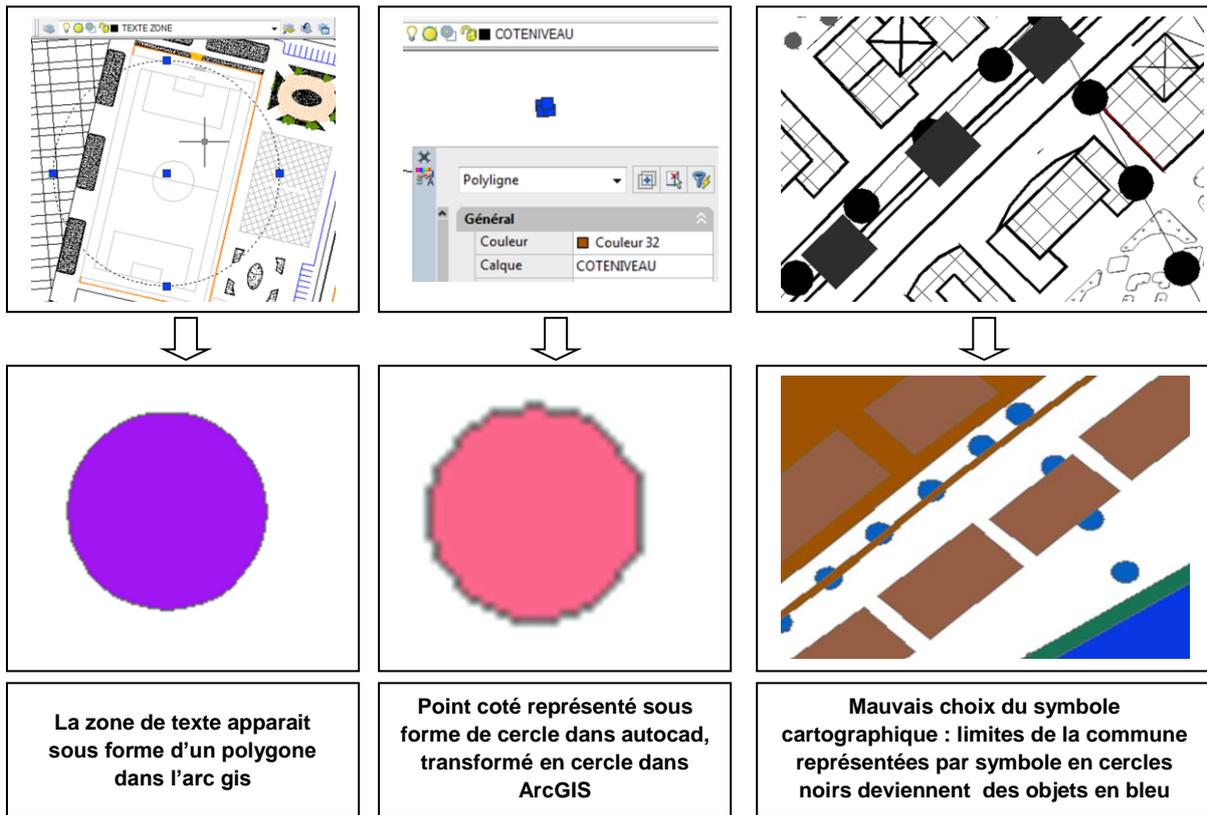


Figure III.9. Exemples des erreurs liées à la conversion –changement de représentation-

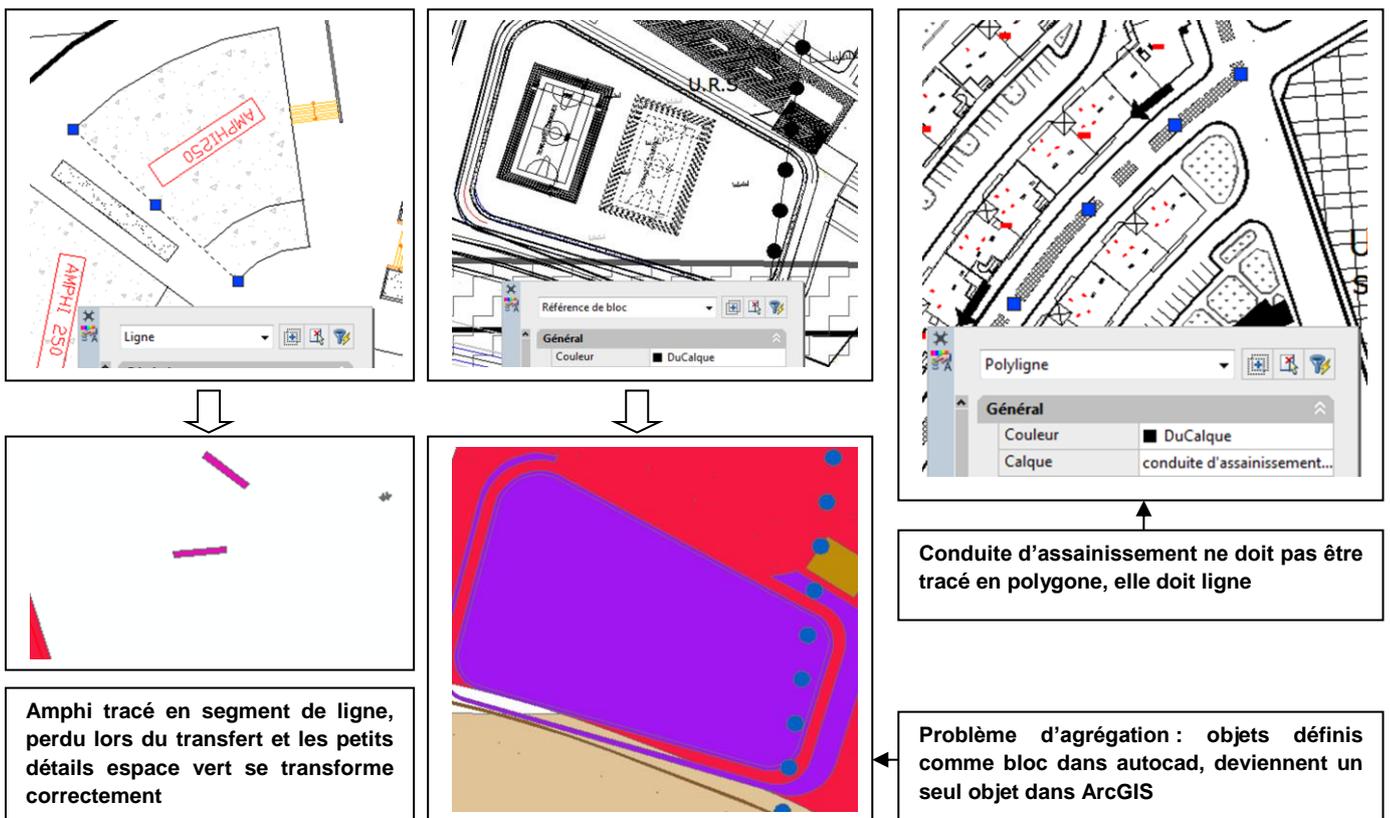
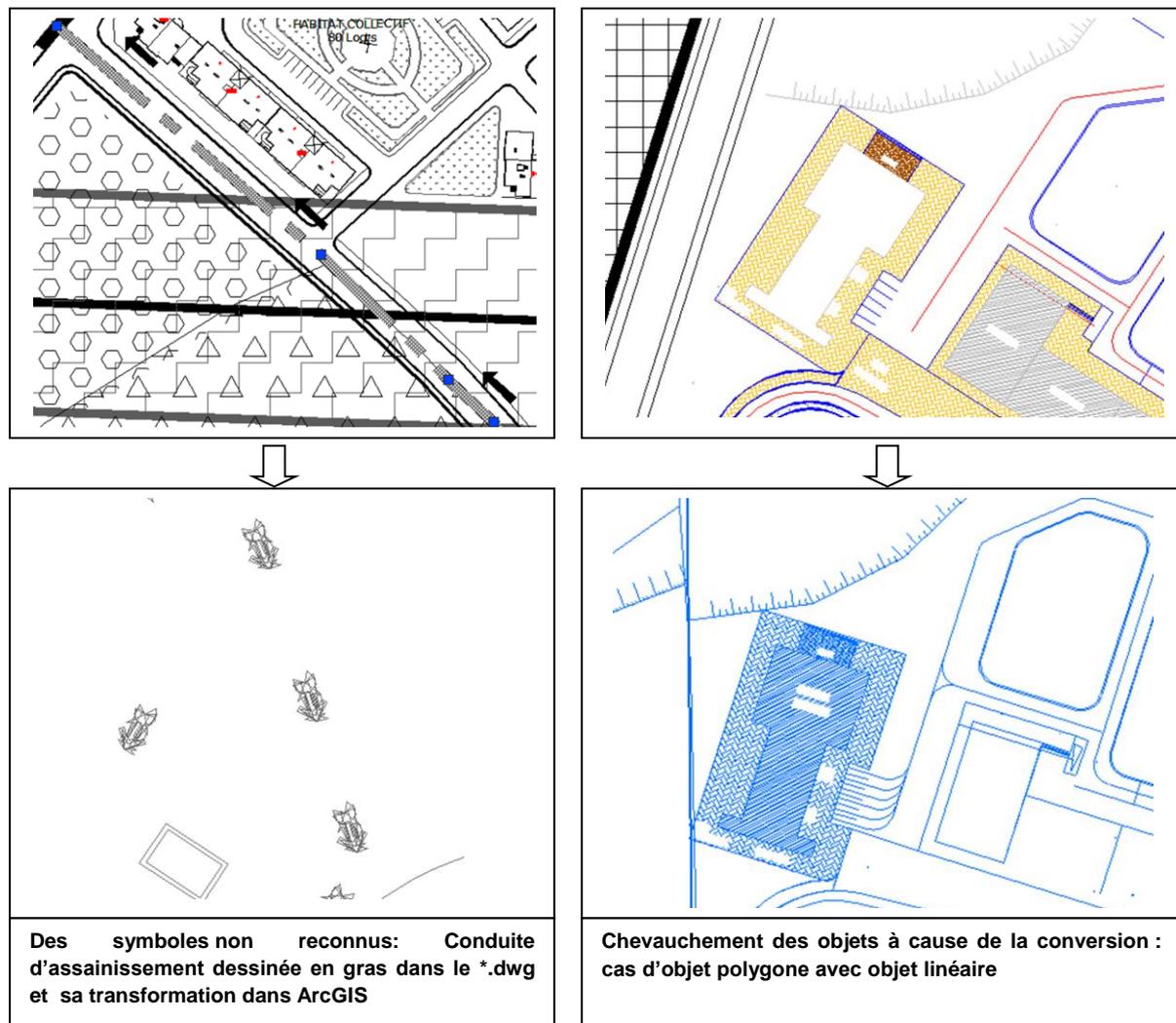


Figure III.10. Exemples des erreurs liées à la conversion –changement de représentation due au non-respect des formes d'objets représentés sous logiciel AutoCAD



**Figure III.12. Exemples des erreurs liées à la conversion : symboles non reconnus et chevauchement des limites des objets.**

### III.4.3. Contrôle qualité : aspect quantitatif

Il s'agit ici d'estimer le taux d'incertitude et d'imprécision liées aux :

- Surfaces déclarées dans le rapport de l'aménagement définitif, mesurées sous Autocad et calculées après géoréférencement sous ArcGIS
- Erreurs de la conversion dues soit à la mauvaise définition cartographiques des formes sous Autocad ou à la reconnaissance d'objet après conversion.
- Identification des erreurs dues à l'absence des relations de topologie entre les objets représentés dans la même couche thématique.

Un premier contrôle relatif aux écarts en surfaces. Pour la deuxième vérification, on procède par requête pour estimer le taux de confusions entre les objets d'une même couche thématique. La dernière vérification est un processus automatique d'inspection des erreurs suivi par application des requêtes.

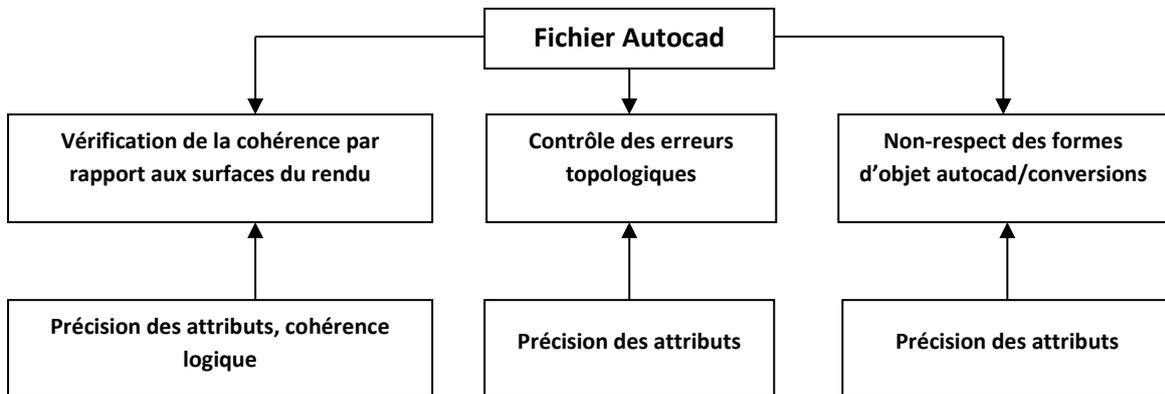


Figure III.13. Estimation des imprécisions

- **Erreurs de la forme d'objets** : la requête appliquée pour l'identification des objets polygones représentés par des lignes fait ressortir sur un ensemble de 31200 segments de lignes, 4868 correspondent à des objets surfaciques soit un pourcentage de 15,60% du dessin n'est pas dans la norme de représentation cartographique (figure III.14).

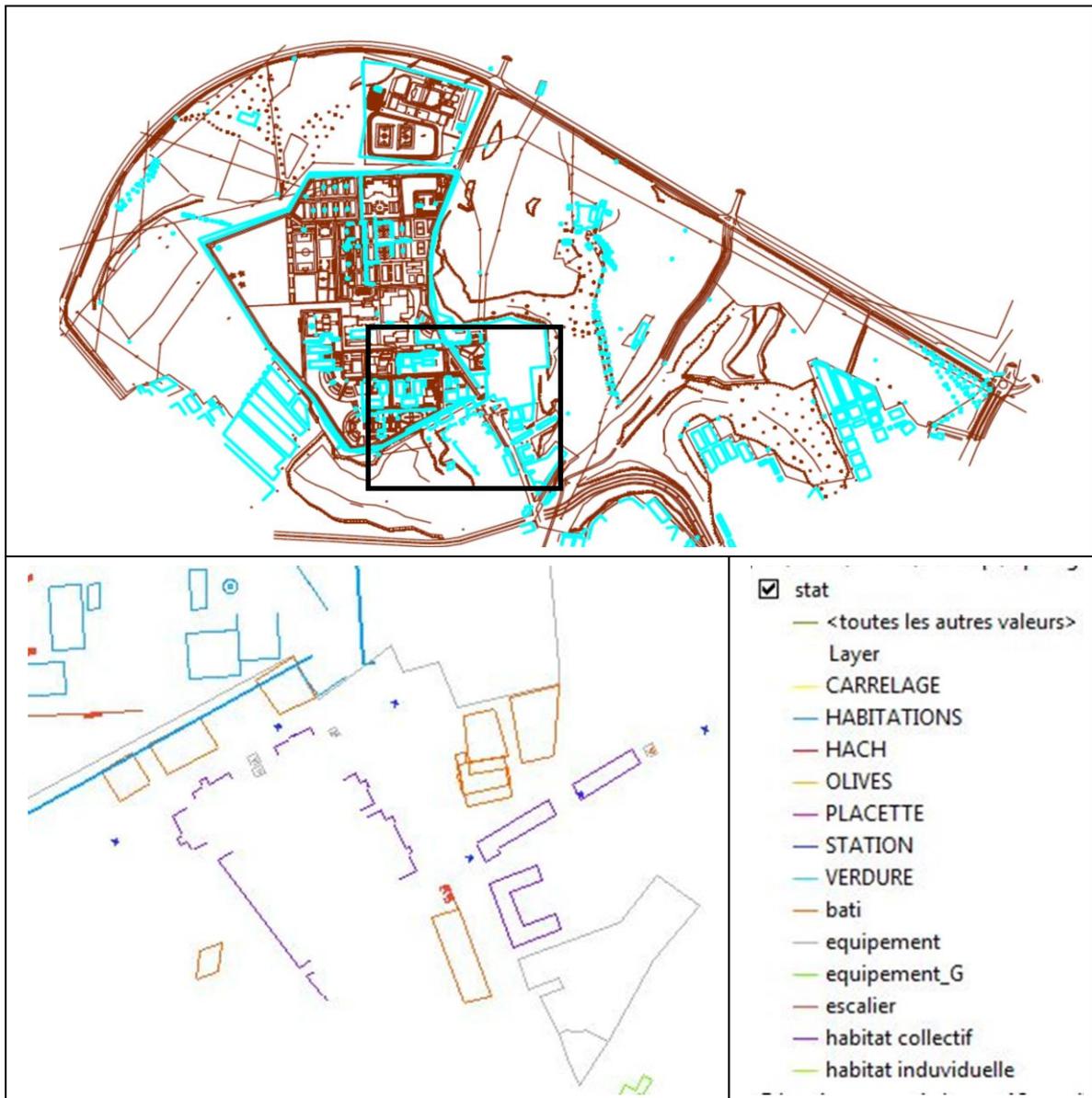
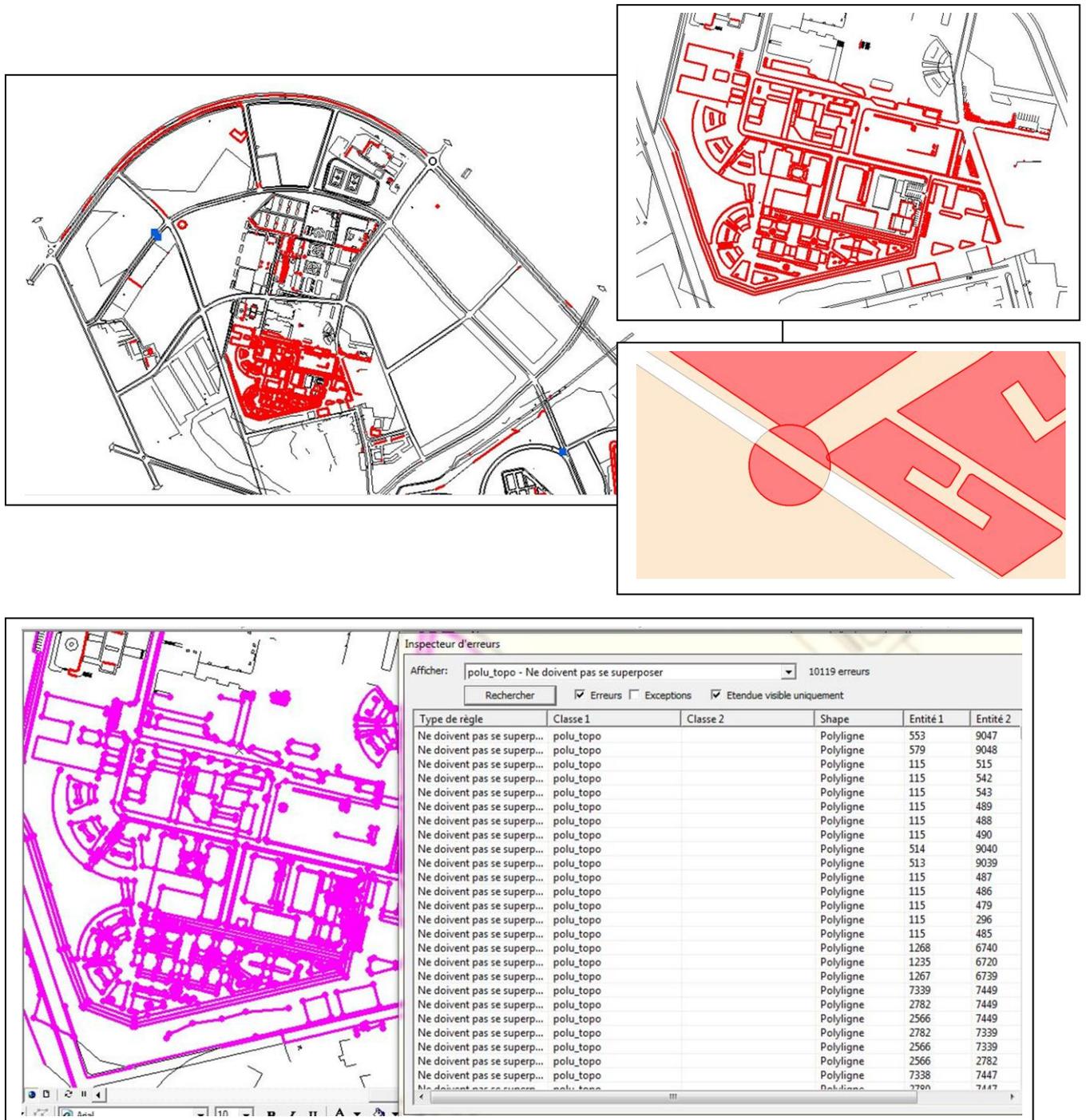


Figure III.14. Erreurs liées à la mauvaise définition des formes d'objets

- **Erreurs topologiques:** la création d'une couche de topologie dans la Géodatabase du fichier importé permet de lancer l'inspecteur de topologie, la requête appliquée est de type 'ne doivent pas se superposer', le résultat obtenus est 10119 erreurs !



**Figure III.15. Erreurs topologiques identifiées sur la couche linéaire du plan d'aménagement**

Le nombre élevé des erreurs est justifié d'une part, par les erreurs de chevauchement et d'autre part, par la forme qui au lieu d'être polygonale, elle est définie linéaire.

- **Erreurs de superficies:** les surfaces déclarées ne correspondent pas exactement à la réalité, trois valeurs différentes de l'aire d'étude ont été enregistrées : mentionnée dans le tableau 151.00ha, la valeur recalculée par autocad est de 174ha, recalculée après géoréférencement sous ArcGIS 164.24ha.

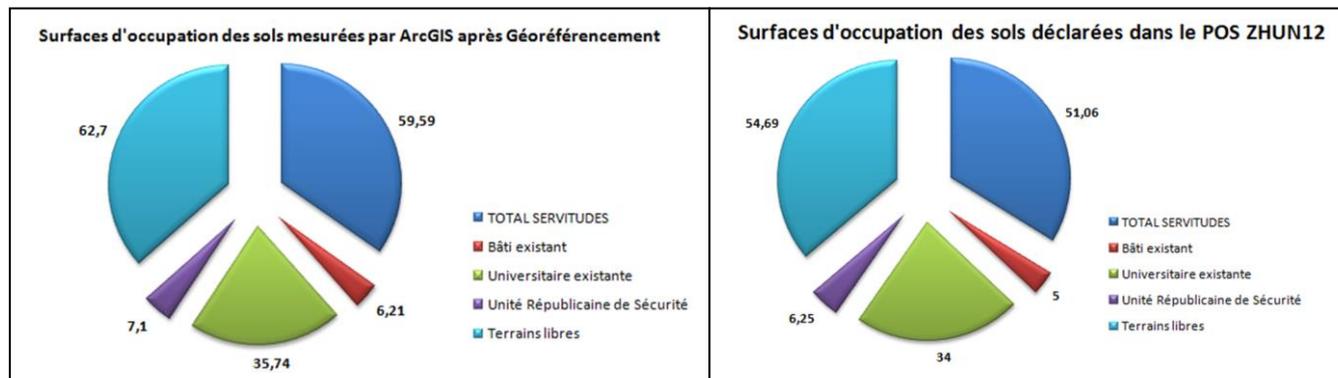


Figure III.16. Statistiques des surfaces déclarées et recalculées

### III.5. Conclusion

La problématique du foncier est au cœur de la politique d'aménagement du territoire ; la protection et la valorisation du capital sol est perçue à travers des politiques de rééquilibrage de l'occupation du territoire fondé principalement sur :

1. Une répartition intelligente des populations et des activités à travers les différentes régions du pays (Nord, Hauts Plateaux et Sud).
2. Une stricte préservation des ressources rares, notamment les terres de fortes potentialités et une plus grande maîtrise du système urbain autour des grandes métropoles.

Au plan de l'usage des terres, l'aménagement du territoire se trouve aujourd'hui confronté à deux grandes problématiques qui nécessitent des approches différenciées :

1. Une première concernant les zones, espaces ou régions, pour lesquels la mise en place des conditions du développement est impérative.
2. Une deuxième liée à la gestion dans des espaces fortement sollicités par les activités et les établissements humains ainsi que les infrastructures.

D'une manière générale, le capital foncier est menacé à la fois par l'accroissement anarchique des établissements humains et par le développement des activités, entre autres, l'industrie (Des logiques économiques des opérateurs industriels qui ont privilégié les sites faciles à aménager proches des réservoirs de main d'œuvre et des utilités nécessaires). (CNES, 2004).

La croissance démographique, l'urbanisation et les politiques de développement menées durant trois décennies ont exercé des pressions dommageables sur le patrimoine foncier, En l'absence d'études d'impact, de vastes étendues de terres agricoles furent consommées. (CNES, 2004).

Sur le plan technique, nous avons démontré à travers le POS de la ZHUN12 de la wilaya de Mascara, que plusieurs sources d'imprécisions peuvent entacher la qualité de cet instrument d'urbanisme qui est exécutoire, elles sont en lien au non-respect des normes de représentation ou de définition cartographique des objets, au problème de perte d'information à cause de la conversion et même d'exhaustivité par la présence d'objets en surplus qui peuvent fausser la lecture des plans d'aménagement. Même les solutions de conversions existantes ne donnent pas de résultats satisfaisants, parmi les méthodes :

- Utilisation des programmes libres de conversion CAD to shp.
- Import des fichiers CAD to Géodatabase ;
- Lecture directe sans création de Géodatabase.

Les résultats illustrés sont obtenus en appliquant les trois solutions existantes. Nous signalons ici, que les applications dans le cadre des travaux de recherches des solutions à ces problèmes sur le plan international n'ont pas encore atteint un stade de maturité. *Notre but pour étudier toutes ces anomalies et ces erreurs, n'est pas pour critiquer les procédures techniques de leur élaboration, mais plutôt c'est de rechercher les solutions les plus convenables pour les éviter dans le processus de modélisation de la base de données que nous allons le présenter dans le chapitre relatif à la mise en place du système d'informations foncières.*

Après présentation du cadastre, sa documentation et son fonctionnement, et après l'exposé succinct des instruments d'urbanisme et leurs approches d'élaborations, une autre question peut être posée relative au lieu d'interaction ?

Le cadastre a longtemps été associé exclusivement à la fiscalité immobilière et à l'enregistrement des titres fonciers. Cette vision quelque peu austère du cadastre ne reflète plus sa situation actuelle. Le cadastre a subi au cours des vingt dernières années une modernisation conceptuelle et méthodologique importante. Les cadastres sont devenus, avec le développement de la géomatique, de véritables systèmes d'information cadastraux qui permettent diverses opérations inhérentes à la gouvernance territoriale, que ce soit en matière de planification de l'aménagement, de gestion de l'urbanisation, de contrôle de l'utilisation du

sol, de mise en valeur des ressources naturelles, de prévention des risques naturels. (Francis Roy, 2006).

- **Le cadastre, support de toutes les opérations d'aménagement** : les plans cadastraux constituent le support fondamental sur lequel seront élaborées les études d'aménagement, en février 2002, le bureau d'études Tr-Engeneering a publié un rapport technique sur la réalisation du Plan d'Aménagement Général PAG dont le support graphique est le plan cadastral : « Le support graphique du plan d'aménagement général PAG est constitué par les planches cadastrales (la plupart aujourd'hui disponibles sur support informatique) auprès de l'administration du Cadastre et de la topographie ».
- **D'un simple support à la coopération interprofessionnelle** : en 2004 et sous l'intitulé : « Le rôle du cadastre multilatéral dans l'aménagement du territoire urbain », Steponas Deveikis et Deveikiené ont précisé que l'aménagement des territoires doit s'appuyer sur la coopération interprofessionnelle. Il faut faire le cadastre basé non seulement sur le porté à connaissances juridiques et techniques mais aussi à la culture et la nature de lieu. La planification doit vérifier une vision d'usage des territoires urbains et transmettre ces données au cadastre.
- **Dans la numérisation des documents d'urbanisme** : un cahier des charges proposé en 2007 par Magali di Salvo, vise à fournir aux communes s'engageant dans une démarche d'élaboration ou de révision de leur Plan Local d'Urbanisme (PLU) les recommandations techniques pour obtenir un document d'urbanisme exploitable sous format numérique et interopérable avec les PLU des autres communes. L'intégration du plan cadastral numérique est la première recommandation pour constituer un fond de plan d'urbanisme.
- **L'intégration dans les SIG** : le rapport technique publié en 2009 par la Direction Départementale du Finistère sur Numérisation du plan local d'urbanisme pour intégration dans un système d'information géographique SIG précise que Le cadastre vectorisé labellisé, contrôlé et mis à jour par la DGI, représente un support cartographique sur lequel peuvent être reportées de nombreuses données thématiques localisées. Parmi celles-ci, le document

d'urbanisme applicable localement constitue l'une des premières informations à structurer afin qu'il se superpose intégralement sur le plan cadastral.

- **Normalisation et modélisation des documents d'urbanisme** : selon A. Gole et D. Laruelle, Le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG de la France) a mis en place en 2010, un groupe de travail constitué par les représentants de grandes collectivités et de l'Etat. Ce groupe de travail propose sur la base d'un fond cadastral, un cadre reproductible pour la numérisation et la modélisation des documents d'urbanisme (cartes communales, plans d'occupation des sols, plans locaux d'urbanisme).
- **Mise en place d'observatoires fonciers** : le bilan du Schéma de Cohérence Territoriale SCOT de la ville de Montpellier établi en 2012 par Marc APARICIO indique dans le volet de la consommation foncière que la réalisation de ce bilan a nécessité la mise au point d'outils d'observation précis et reproductibles notamment s'agissant des indicateurs de consommation d'espace et d'appréciation des densités urbaines. Ces outils ont été développés principalement à partir des bases de données cadastrales croisées avec les données de l'occupation du sol.

## *Partie II*

## IV.1. Introduction

L'emploi de la télédétection dans les études de cartographie à grande échelle date de l'apparition des photographies aériennes. Il s'est ensuite étendu aux images satellitaires dites de deuxième génération. L'utilisation de la télédétection pour les analyses à grande échelle a cependant toujours été limitée par des inadéquations entre l'offre de produits et la demande des utilisateurs.

Dans le cas des photographies aériennes, les limitations sont liées aux coûts et aux difficultés d'acquisition qui restreignent les possibilités des prises de vues. Dans le cas des images satellites deuxième génération, les limites sont associées à la résolution des images qui ne permet pas une observation précise de tous les détails.

Les résolutions trop grossières des images satellitaires à haute résolution spatiale, (type Spot ou Landsat) ne permettent pas de distinguer les éléments à l'échelle intra-urbaine ou des bâtis isolés en dehors du périmètre urbain.

La plupart des méthodes se basent en premier lieu sur la recherche de caractéristiques distinctives sur l'image. Les caractéristiques recherchées sont principalement des lignes correspondant aux limites des bâtiments ou des surfaces homogènes correspondant aux toitures des bâtiments.

Alors, les méthodes de détection automatique de bâtiments par exemples ont comme support les images aériennes ou les images satellite de très haute résolution spatiale. Dans ce chapitre, nous essayons d'aborder les notions et principes liés aux:

- Caractéristiques des principaux capteurs d'imagerie haute résolution.
- Normes de détermination des échelles cartographiques associées.
- Capacités d'identification des différents objets.

## IV.2. Capteurs d'acquisition des images THRS

Depuis la fin des années 1990 le monde d'imagerie spatiale a connu le développement d'une nouvelle génération de capteurs capables d'acquérir des images de résolution métrique (Quickbird:  $R=0.61m$ , Ikonos:  $R=1m$ , Spot:  $R=2.5m$ ) et parallèlement, le marché de la photographie aérienne voit se développer une filière entièrement numérique à résolution métrique voire même décimétrique, sur la base de capteur CCD ou de scanners de précisions. Sont présenté dans le tableau IV.1, les principaux capteurs satellitaires classés par ordre de finesse de la résolution spatiale.

Tableau IV.1. Exemples de capteurs imageurs à Très haute résolution spatiale et leurs domaines d'utilisation

Capteurs	Caractéristiques	Domaines d'applications
<b>SPOT 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Date de lancement : 4 mai 2002</li> <li>- Altitude de l'orbite : 822 km</li> <li>- Capacité de revisite : 2 à 3 jours suivant la latitude</li> <li>- Largeur de la bande d'acquisition : 60 km au nadir</li> </ul> <p><b>Résolution spatiale</b> : 2,5 m ou 5 m (panchro) et 10 m (multispectral)  <b>Résolution radiométrique</b> : 8 bits par pixel  <b>Précision de positionnement</b> (sans point de contrôle) : &lt; 50 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réponse aux catastrophes naturelles</li> <li>- Défense</li> <li>- Gestion du risque</li> <li>- Gestion des côtes</li> <li>- Analyse du changement climatique</li> <li>- Aménagement du territoire</li> </ul>
<b>IKONOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Date de lancement: 24 septembre 1999</li> <li>- Altitude de l'orbite : 681 km</li> <li>- Capacité de revisite : 1,5 à 3 jours suivant la latitude</li> <li>- Largeur de la bande d'acquisition : 11,3 km au nadir et 13,8 km à 26° à partir du nadir</li> </ul> <p><b>Résolution spatiale</b> : 1 m (panchro) et 4 m (multispectral)  <b>Résolution radiométrique</b> : 11 bits par pixel  <b>Précision de positionnement</b> (sans point de contrôle) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 15,0 m CE90% pour les produits Geo</li> <li>- 2 m à 50 m CE90% suivant le type de produit Ortho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartographie topographique au 1:2.400 – 1:50.000</li> <li>- Cartographie de l'utilisation et la couverture du sol</li> <li>- Gestion des crises</li> <li>- Visualisation 3D</li> <li>- Gestion des catastrophes naturelles</li> <li>- Gestion des côtes</li> </ul>
<b>QuickBird-2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Date de lancement : 18 octobre 2001</li> <li>- Altitude de l'orbite : 450 km</li> <li>- Capacité de revisite : 2,4 à 5,9 jours suivant la latitude</li> <li>- Largeur de la bande d'acquisition : 16,5 km au nadir</li> </ul> <p><b>Résolution spatiale</b> : 0,61 m (panchro) et 2,44 m (multispectral)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartographie topographique</li> <li>- Cartographie de l'utilisation et la couverture du sol</li> <li>- Gestion des crises</li> <li>- Gestion des catastrophes naturelles</li> <li>- Gestion des côtes</li> </ul>

<b>QuickBird-2</b>	<p><b>Résolution radiométrique</b> : 11 bits par pixel</p> <p><b>Précision de positionnement</b> (sans point de contrôle) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 23 m CE90% pour les produits Basic et Standard</li> <li>- 12,7 m CE90% pour les produits Orthorectified</li> </ul>	
<b>WorldView-2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Date de lancement : 8 octobre 2009</li> <li>- Altitude de l'orbite : 770 km</li> <li>- Capacité de revisite : 1,1 jours à 3,7 jours suivant la latitude</li> <li>- Largeur de la bande d'acquisition : 16,4 km au nadir</li> </ul> <p><b>Résolution spatiale</b> : 0,50 m (PAN) et 2.0 m (multispectral)</p> <p><b>Résolution radiométrique</b> : 11 bits par pixel</p> <p><b>Précision de positionnement</b> (sans point de contrôle) : 6,5 m CE90%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartographie topographique</li> <li>- Etudes bathymétriques</li> <li>- Agriculture</li> <li>- Cartographie de l'environnement</li> <li>- Gestion de crise</li> <li>- Gestion des catastrophes naturelles</li> <li>- Gestion des côtes</li> </ul>
<b>GeoEye-1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Date de lancement : 6 septembre 2008</li> <li>- Altitude de l'orbite : 770 km (2008-2013: 681 km)</li> <li>- Capacité de revisite : 2,3 jours à un off-nadir angle de maximum 30°</li> <li>- Largeur de la bande d'acquisition : 15,2 km au nadir</li> </ul> <p><b>Résolution spatiale</b> : 0,50 m (PAN) et 2 m multispectral</p> <p><b>Résolution radiométrique</b> : 11 bits par pixel</p> <p><b>Précision de positionnement</b> (sans point de contrôle) : 2 m (CE90%) ; 3 m (LE90%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartographie topographique</li> <li>- Cartographie de l'utilisation/la couverture du sol</li> <li>- Sécurité nationale</li> <li>- Visualisation 3D</li> <li>- Gestion des risques</li> <li>- Gestion des catastrophes naturelles et de l'environnement</li> </ul>

### IV.2.1. Spécifications techniques des images Alsat-2B

Le satellite Alsat-2B a été mis en orbite le 12 juillet 2010, à une altitude nominale de 680 Km avec une inclinaison orbitale de 98.2°. Il a une capacité de prise jusqu'à 100 scènes par jour (> 30 000 km<sup>2</sup>) et une agilité opérationnelle (basculement roulis et tangage).

Les caractéristiques des images du satellite ALSAT2B sont présentées dans le tableau IV.2.

**Tableau IV.2. Caractéristiques techniques du satellite Alsat2B**

<b>Résolution spatiale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.5 m pour le mode Panchromatique (PAN)</li> <li>• 10 m pour le mode Multispectral (MS)</li> </ul>
<b>Bandes spectrales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PAN : 0,45 – 0,745 µm</li> <li>• MS : 04 canaux             <ul style="list-style-type: none"> <li>- B1 : 0,45 – 0,52 µm (Bleu)</li> <li>- B2 : 0,53 – 0,59 µm (Vert)</li> <li>- B3 : 0,62 – 0,69 µm (Rouge)</li> <li>- B4 : 0,76 – 0,89 µm (Proche Infrarouge)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Mode acquisition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panchromatique (PAN)</li> <li>• Multispectral (MS)</li> </ul>
<b>Emprise au sol des Images</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scène élémentaire de 17,5 km x 17,5 km (306,25 Km<sup>2</sup>)</li> <li>• Bande (strip) de 17,5 km de large avec une longueur maximale de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 300 Km en mode MS seul</li> <li>- 240 Km en mode PAN seul</li> <li>- 200 Km dans les 02 modes PAN et MS simultanés.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Temps de Revisite</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous 03 jours avec un angle de roulis de 30°.</li> </ul>
<b>Programmation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bande (strip)</li> <li>• Plusieurs Bandes (strips ) avec un recouvrement (overlap) entre les bandes de 10%.</li> <li>• Stéréoscopie Avant / Arrière (Ressource réservée à la cartographie de base)</li> <li>• Stéréoscopie Droite / Gauche</li> </ul>

### IV.2.2. Propriétés des images THRS

La lecture et la comparaison des caractéristiques de chaque capteur mentionnées dans les tableaux IV.1 et IV.2, permet de comprendre qu'il y a un changement et une progression technologique qui touche directement le domaine de la cartographie.

Le passage à des **résolutions spatiales** plus fines a donné naissance à des applications s'inscrivant dans des projets à **grande échelle**, le potentiel d'identification des objets devient plus important et augmente la capacité informative des **produits images**.

Dans le même contexte, les algorithmes et les méthodes d'extraction des objets deviennent **plus complexes** du fait qu'il y a une **hétérogénéité spectrale** qui accompagne la résolution spatiale fine. On parle d'une hétérogénéité au niveau du type d'objet, voire l'objet lui-même.

En plus, il faut rajouter aussi, le passage à un **codage 'élevé' jusqu'à 11 bits** par pixel qui permet d'élargir la dynamique et de donner plus de **rigueur** en matière de distinction entre les différents objets.

Concernant la **résolution temporelle**, les courtes durées de revisites peuvent résoudre dans plusieurs domaines, des problèmes complexes, tels que **la mise à jour** d'ordre technique des **plans cadastraux** et même le suivi de l'occupation des sols dans le cadre de la mise en place d'un **cadastre fiscal**.

Enfin, le nombre de **bandes spectrales** joue un rôle très important pour l'identification et la détection de certaines objets, jour en jour les experts et les concepteurs du domaine des satellites développent des nouvelles techniques pour mieux déviser le spectre en plusieurs fenêtres, cela, pour étudier des phénomènes qui nécessitent de combiner un maximum d'informations, on parle alors de l'imagerie **hyper-spectrale**, où chaque pixel peut avoir un vecteur de valeurs permettant son identification et d'étudier aussi son comportement spectral.

### IV.3. Cartographie à partir des images satellites : état de l'art

Actuellement, les images satellitaires deviennent des outils d'aide à la décision grâce au développement de nouvelles méthodes d'extraction de l'information à des échelles associables avec les besoins des utilisateurs.

Dans cette section intitulé cartographie à partir des images satellites, nous essayons de donner au lecteur de ce mémoire, un aperçu sur des études abordant la problématique du potentiel cartographique des images tenant compte leurs propriétés spatiales, spectrales, radiométriques et temporelles.

Tableau IV.3. Synthèse bibliographique sur la cartographie à partir des images satellites

Auteurs	Date	Intitulé	Conclusions par rapports aux capacités cartographiques
<b>M. Ettarid, F. Degaichia</b>	<b>2004</b>	Potentiel cartographique de l'imagerie IKONOS	<p>Les images IKONOS sont valables pour les grandes échelles (1/25000 au 1/10000 jusqu'à 1/7500) Les résultats de résidu obtenus sont de l'ordre de 2 mètres ils ne sont pas valables pour l'échelle 1/5000 donc pour améliorer les résultats on peut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmenter les points d'appui, qui doivent être déterminés sur le terrain par GPS.</li> <li>• Améliorer la qualité du modèle numérique de terrain.</li> </ul>
<b>Anne PUISSAT</b>	<b>2003</b>	Information géographique et images a très haute résolution utilité et applications en milieu urbain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les échelles du 1/200e au 1/10000e sont encore impossibles à atteindre par les images satellites Haute Résolution actuelles, par contre la multiplication des images THR métriques à décimétriques permettra-t-elle d'atteindre des échelles du 1/5000e au 1/10 000e</li> <li>• Pour atteindre à des grandes échelles d'identification des objets il faut que les caractéristiques des résolutions spatiales, spectrales, radiométriques et temporelles soient optimales.</li> </ul>
<b>Stéphane Lhomme</b>	<b>2005</b>	Identification du bâti à partir d'images satellitaires à très hautes résolutions spatiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'évaluation rigoureuse de la qualité de l'image IKONOS de Sherbrooke a tout d'abord confirmé, en accord avec d'autres auteurs, que les images THRS étaient a priori adaptées à l'identification des objets urbains.</li> <li>• L'évaluation des résultats a montré la capacité à identifier les bâtiments dans les zones pavillonnaires. Elle a montré également certaines limites d'applicabilité, en particulier dans le cas des grands bâtiments et/ou dans les milieux hétérogènes.</li> </ul>

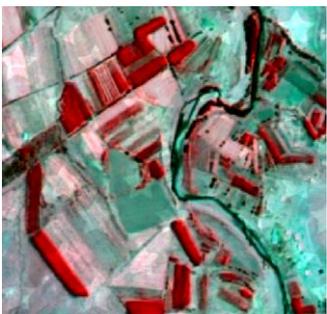
<p><b>I. Le Berre, Alain Henaff, J Giraudet</b></p>	<p><b>2005</b></p>	<p>Suivi du littoral par Spot 5: cartographie de l'occupation du sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'intérêt majeur de SPOT 5 pourrait résider dans son potentiel en tant que support de production d'une cartographie à moyenne échelle,</li> <li>• La cartographie de l'occupation du sol est basée sur des méthodes associant le traitement semi-automatique de l'image multispectrale (10 m) pour la production d'une cartographie à moyenne échelle (du 1/25 000), et la photo-interprétation assistée par ordinateur de l'image THR 2,5 m sur les espaces bâtis ou urbanisés.</li> </ul>
<p><b>Françoise Gourmelon,</b></p>	<p><b>2005</b></p>	<p>Potentialités de l'imagerie satellitaire spot 5 pour la cartographie de la végétation Terrestre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour une échelle de restitution de l'ordre du 10 000<sup>ème</sup>, la résolution spatiale de l'image Spot convient sauf pour la détection de certaines entités de petite taille et de texture particulière.</li> </ul>
<p><b>David Holland</b></p>	<p><b>2006</b></p>	<p>Updating maps in a well-mapped country using high resolution satellite imagery</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grâce à la très haute résolution de l'imagerie QUICKBIRD on peut produire des cartes à des échelles moyennes (1/10000 jusqu'à 1/6000) et pour aller jusqu'à l'échelle 1/5000 il faut développer une méthodologie mathématique pour corriger cette image.</li> </ul>
<p><b>Vanessa Sellin</b></p>	<p><b>2012</b></p>	<p>Cartographie des grands types de végétation par télédétection : étude de faisabilité (Bretagne, Basse-Normandie et Pays-de-la Loire)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'objectif de cette étude est d'évaluer les potentialités qu'offrent les images aériennes et satellitaires (BDORTHO® IRC -SPOT5- Worldview-2) à haute et très haute résolutions spatiales pour la cartographie des grands types de végétation à une échelle du 1/25 000. La comparaison des coefficients kappa pour les trois images montre que c'est avec l'image Worldview-2 que les résultats sont les plus concluants, puis avec la BDORTHO® IRC et enfin avec les images SPOT5.</li> </ul>

## IV.4. Analyse de la relation image & échelle cartographique

### IV.4.1. Résolution spatiale & échelle cartographique

En cartographie l'un des éléments importants dont il est nécessaire de tenir compte est la taille de l'objet qui est à cartographier. Le seuil minimal de cartographie d'un objet est généralement de 2 x 2 mm. La superficie correspondante dépend de l'échelle de la carte. Ainsi par exemple au 1 : 25 000 un objet de 2 x 2mm a une superficie de 0,25 ha.

**Tableau IV.4. Dégradation de la résolution spatiale et niveaux d'analyse correspondants**

Détection	Identification	Analyse		Résolution 15 m (a)
<p>Avec les images satellites HR, les méthodes d'extraction conventionnelles (classification spectrale, zonale...) sous réserve de quelques adaptations peuvent dans la majeure partie des cas fournir des résultats satisfaisants.</p> <p>Les résultats des tests appliqués à différentes <b>résolutions spatiales</b> indiquent que de l'identification de zones sur les images à HR, on passe à l'extraction d'objets individualisés et de leurs éléments constitutifs (domaine de l'analyse).</p> <p>Il existe différents niveaux d'interprétation des objets. Trois niveaux d'interprétation sont définis: <b>la détection, l'identification et l'analyse</b>. Pour expliquer ces différents niveaux d'interprétation, nous avons dégradé la résolution spatiale d'un extrait d'image Alsat2 (<i>El Bayadh</i>) qui montre des parcelles le long d'un oued. Sur la première image (a : résolution de 15 m), on peut uniquement détecter la présence des objets, sur la seconde (b : résolution de 5 m), on peut les identifier comme étant des parcelles et enfin sur la dernière (c : résolution de 2.5 m), on peut analyser les parcelles (type, taille...).</p>				Résolution 5 m (b)
				Résolution 2.5 m (c)

Le tableau IV.5 (CEA, 1993) et IV.6 (réf.) indiquent les objets que l'on peut identifier avec fiabilité en fonction de la résolution de l'image source.

Le tableau IV.7 présente pour 3 échelles différentes (1/5000, 1/10000 et 1/25000), divers seuils de cartographies, les surfaces des objets correspondantes et les tailles de pixels.

**Tableau IV.5. Résolutions requises pour identifier certaines catégories d'objets**

Bâtiment à l'intérieur d'une zone urbaine	2 m
Chemin piétonnier	2 m
Réseau routier secondaire	5 m
Hydrologie fine	5 m
Réseau routier principal	10 m
Bloc de bâtiments	10 m

**Tableau IV.6. Taille de régions adaptées selon le type d'objets et la résolution spatiale**

Objets	Résolution spatiale optimale
Objets carré à circulaire de type pavillons à arbre isolé	0.8 à 1 m
Objets linéaire de type route	1 à 2 m
Objets rectangulaire ou carré de type bâtiment	2 à 3 m
Zones de forme quelconque de type végétation	6 à 8 m

**Tableau IV.7. Seuils de cartographie et seuils d'identification à 1/ 5000,1/10000 et 1/25000**

Echelle carte		1/5000				1/10000				1/25000			
Seuil de cartographies (en mm)		2*2		3*3		2*2		3*3		2*2		3*3	
surface de l'objet (m2)/ (ha)		100/0.01		225/0.0225		400/0.04		900/0.09		2500/0.25		5625/0.56	
Seuil d'identification (nb pixels)		12	28	12	28	12	28	12	28	12	28	12	28
Taille maximale du pixel(en m)		2.89	1.89	4.33	2.84	5.77	3.78	8.66	5.67	14.43	9.45	21.65	14.17
Surface de l'objet en m2													
Taille du pixel (m)													
QB panchromatique	0.64 0.41												
Ikonos panchromatique	0.8 0.64												
Eros panchromatique	1.8 3.24												
QB multispectral	2.44 5.95												
Spot 5 panchromatique	2.5 6.25												
Ikonos multispectral	3.2 10.24												
Spot 5 multispectral	10 100												

Une étude réalisée en Royaume Unies en 2006 par D.A. Holland , D.S. Boyd, P. Marshall sur le potentiel cartographique de l'image Quickbird, s'intitule : « Updating topographic mapping in Great Britain using imagery from high-resolution satellite sensors », dont leurs principaux résultats qu'ils ont obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.8. Analyse des types d'objets qui peuvent être capturés à partir des images QuickBird, à de diverses échelles de cartographie**

Caractéristique	Description des Résultats	Echelle				
		1:1250	1:2500	1:10000	1:25000	1:50000
Logement	Facile à identifier, possible de capturer les formes simples. Saillie et cavités non possibles de capturer.	N	N	P	O	O
Grands bâtiments	Grands bâtiments faciles à identifier, en particulier unités industrielles. Structures complexes, à multi niveaux et de toit difficiles à identifier clairement.	N	N	O	O	O
Routes	Bords difficile à identifier. Les alignements de route et Lignes blanches évidentes.	N	O	O	O	O
chariot	Barrières pas très claires. Alignement général très clair. Pentes impossible pour identifier.	O	O	O	O	O
Aéroport	Bords métalliques claires et détails autour des bâtiments difficiles à identifier exactement.	N	N	O	O	O
Chemins de fer	Meubles ferroviaires non visibles (les poteaux de signal, points, individu dépiste etc.). Alignement de voie visible.	N	N	O	O	O
Lignes de transmission	Impossible d'identifier les lignes et les poteaux réels. Pylônes parfois possibles de voir, mais être non évident.	N	N	N	N	N
Les protections côtières	Toute comporte clairement. promenades très clairs	O	O	O	O	O
Les défenses non-côtières	Déversoirs et barrages facilement identifiés.	O	O	O	O	O
Frontières importantes de Propriété	Grandes barrières faciles à identifier. Petites barrières très difficiles à identifier	N	N	N	N	O

Caravanes résidentielles	Facile à identifier	N	N	O	O	O
Changements importants de paysage	Très clair. Barrières associées difficiles à définir	O	O	O	O	O
Carrières	Clair pour voir, mais détail permanent de carrière difficile à identifier entièrement (par exemple bandes de convoyeur).	P	P	O	O	O
Frontières de champ	Clair pour voir, mais difficile à classifier	P	P	P	P	O
Dispositifs de l'eau	Clair pour identifier. Quelques petits jets difficiles	P	P	O	O	O
Végétation	Bien définie dans les images multi spectrales mode pan sherpen	O	O	O	O	O
Voies et chemins	Des pistes bien définies. Petits chemins, particulièrement dans les zones urbaines, difficiles à identifier exactement.	P	P	P	P	P
Téléphone boxes	Difficile à identifier	N	N	N	N	N

**O=Oui** : Objets peuvent être capturés ; le **N=No** : Objet ne peut pas être avec succès capturé ; le **P=** peut être dans quelques circonstances l'objet peut être capturé, dans d'autres pas.

*Noter que, pour les échelles de 1:1250 et de 1:2500, même lorsque des Objets peuvent clairement être identifiés, l'exactitude géométrique n'est pas suffisante à répondre aux spécifications de cartographie.*

#### IV.4.2. Relation précision géométrique & échelle cartographique

Avec de très bons modèles géométriques, de bons points d'appui, et une connaissance parfaite du relief sous forme de MNT (modèle numérique de terrain), il est généralement possible de corriger géométriquement les images optiques avec une précision de l'ordre du demi-pixel.

Pour les satellites SPOT, LANDSAT et IKONOS, les meilleures précisions géographiques sont indiquées dans le tableau IV.9 (CEA, 1993).

**Tableau IV.9. Relation résolution et meilleure précision (CEA, 1993)**

Systeme	Résolution	Meilleure précision
Spot P	10 m	5 m
Spot XS	20 m	10 m
Landsat TM	30 m	15 m
Landsat MSS	80 m	40 m
Ikonos p	1 m	0.5 m
Ikonos MS	4 m	2 m

La validation des produits ortho-images satellitaires générés doit être faite par rapport à des normes prédéfinies. Les normes relatives à ce genre d'application sont malheureusement inexistantes en Algérie. Le choix d'une norme donnée doit tenir compte, des spécificités de chaque pays en termes de nature des superficies à lever (étendues et détails), des moyens et des délais d'exécution. La norme "United States National Map Accuracy Standards" [NMAS], appliquées aux USA, est très adaptée aux grandes étendues (cas de nos régions steppiques et Sahariennes en Algérie).

La norme NMAS a une relation entre l'indice CE90 et l'échelle de restitution, elle est donnée pour des échelles plus grandes que 1/20 000 par :

$$E = CE90 \times 100 / (2,54 \times 0,03333)$$

Le NMAS utilise l'indice CE90 (tableau IV.10), qui est l'erreur à un intervalle de confiance de 90% pour évaluer la qualité des documents.

$$CE90 = 2,146 \times \sigma_l$$

Tableau IV.10. L'indice CE90 et les échelles associées

Echelle de carte	CE90 (m)
1/10000	8.47
1/25000	12.7
1/100000	50.8
1/250000	127
1/500000	254
1/1000000	1016

Pour les images couvrant des zones caractérisées par la présence des détails de surfaces moyennes et petites, la norme Américaine FGDC (Federal Geographic Data Comity) semble appropriée pour la détermination de l'échelle. L'indice CE90 est calculé en fonction de l'erreur moyenne quadratique RMS:

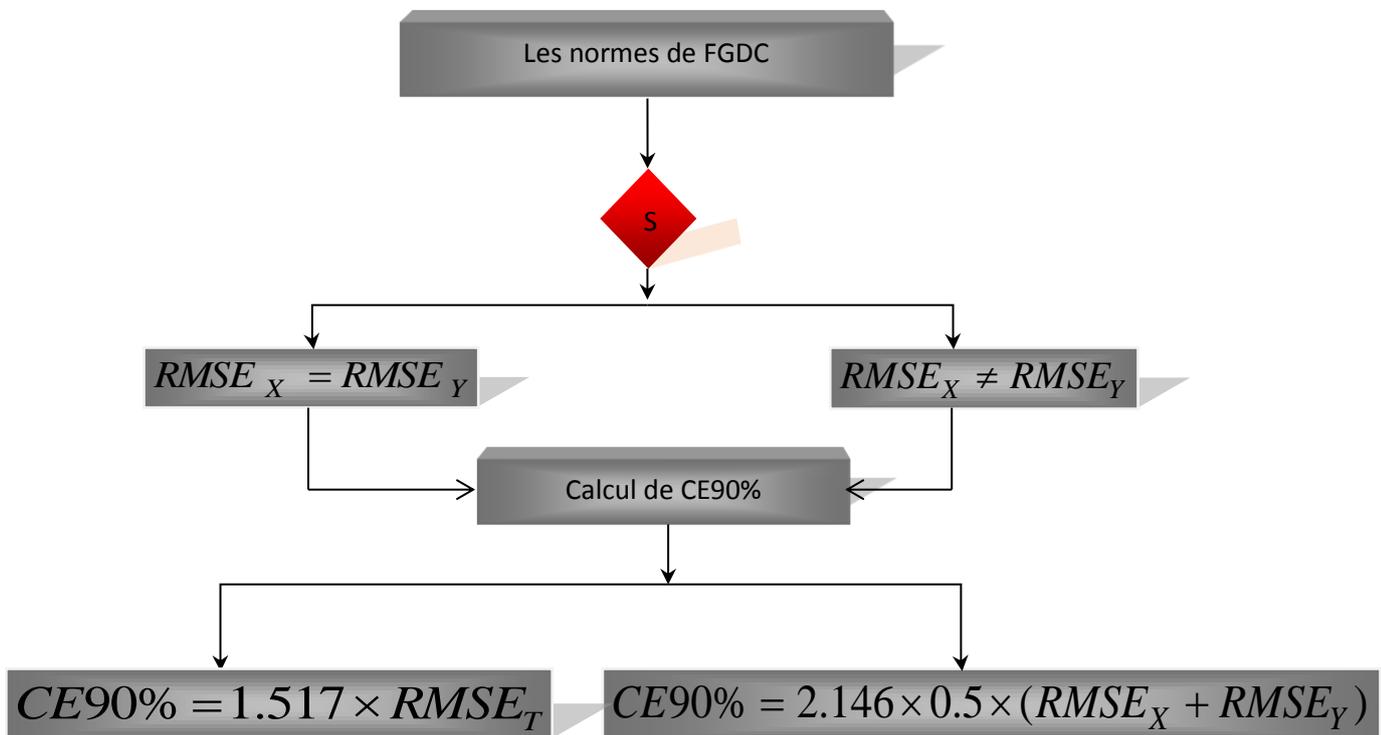


Figure IV.1. Etapes de calcul de la précision et la détermination de l'échelle selon la norme américaine FGDC

### IV.4.3. Echelle issue des analyses thématiques

#### IV.4.3.1. Techniques d'extraction

Les méthodes de classification sont divisés en deux catégories: les classifications non-supervisées et les classifications supervisées.

D'une manière générale, les classifications supervisées donnent des meilleurs résultats que les méthodes non-supervisées. L'inconvénient des méthodes de classification non-supervisée est de complètement négliger les relations spatiales entre les pixels pour ne s'attacher qu'à leurs propriétés spectrales. La figure IV.2 présente quelques méthodes d'extraction utilisées selon l'approche dite 'par pixel' et celle 'orientée objet'.

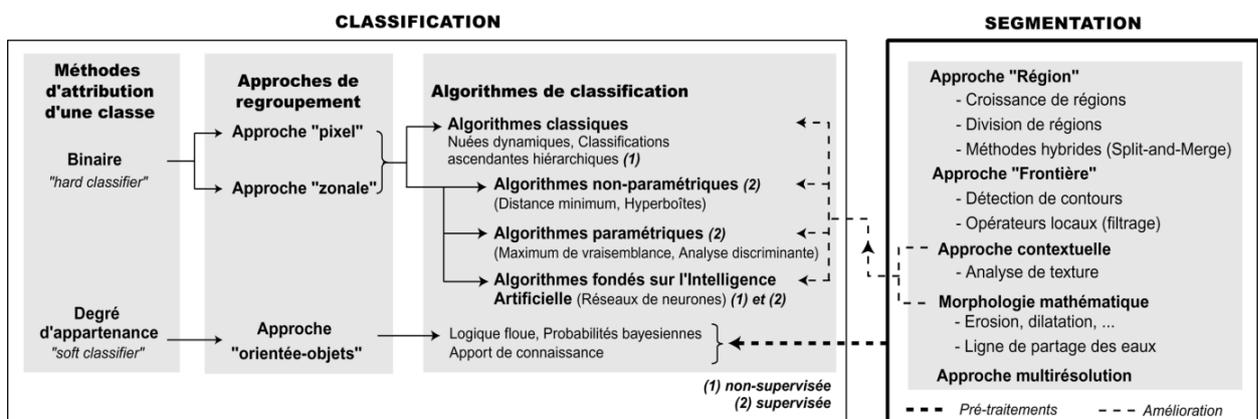


Figure IV.2. Exemple de méthodes d'extraction de l'information à partir des images satellite

Les classifications spectrales selon une approche « par pixel » prennent le pixel comme élément de référence. Le regroupement est réalisé sur le seul critère de ressemblance spectrale.

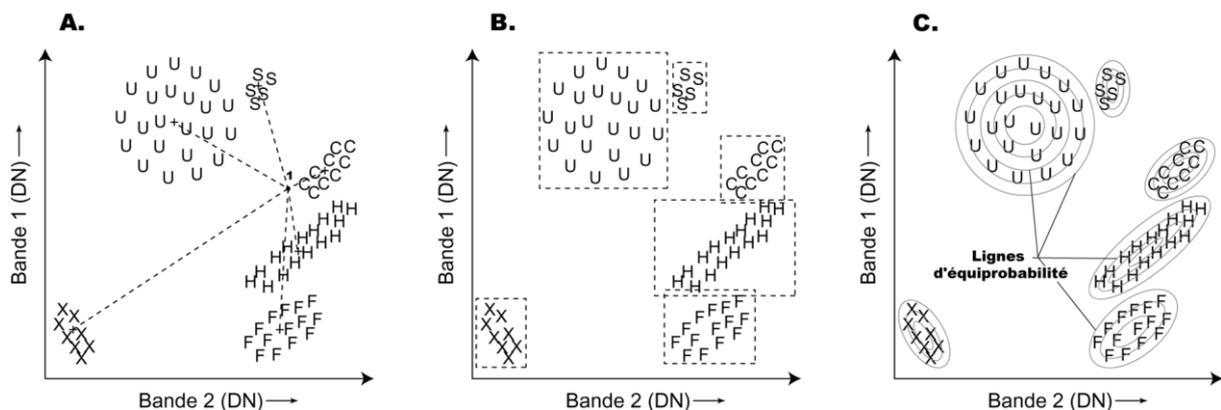


Figure IV.3. Algorithmes de classification (A) selon la distance minimum, (B) en hyperboîtes, (C) selon le maximum de vraisemblance.

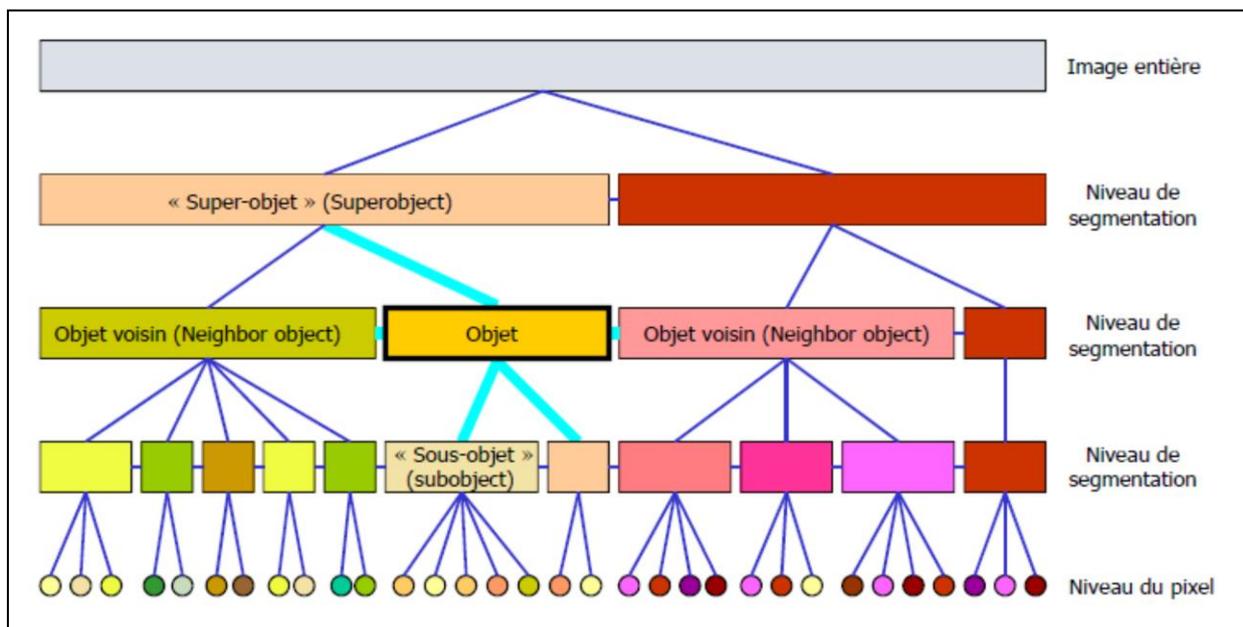
Cette méthode est cependant progressivement supplantée par la méthode orientée-objet, apparue dans les années 2000 et plus adaptée à la nature des images délivrées actuellement. En effet l'évolution des capteurs est telle que les images acquises contiennent une donnée de plus en plus complexe à traiter, d'où la mise au point de techniques de traitement adaptées.

L'approche orientée-objet est apparue dans les années 2000 et connaît une progression croissante de son utilisation liée aux améliorations techniques (Tableau IV.11).

**Tableau IV.11. Comparaison de la méthode pixel et de l'approche orientée objet**

Méthode pixel	Approche orientée-objet
Classification poivre et sel	Classification en objets homogènes spatialement connectés et correspondant à des objets du monde réel.
Classification basée sur des valeurs spectrales des pixels	Classification basée sur des critères spectraux, texturaux, de forme et de voisinage.
Travail à une échelle spatiale	Travail à plusieurs échelles spatiales
Pas d'intégration possible de données vectorielles	Intégration possible des données vectorielles

Le principe repose sur la segmentation de l'image, la conception d'une base de données image (ontologie), calcul des paramètres ou attributs et en fin classification par fusion des attributs.



**Figure IV.4. Exemple d'ontologie obtenue par segmentation d'image**

La figure IV.5 donne un exemple sur les principaux critères pour effectuer une segmentation d'une image satellite, alors que le tableau IV.12 présente pour des classes thématiques, les critères sous forme de règles de décision permettant l'extraction à partir des images spatiales.

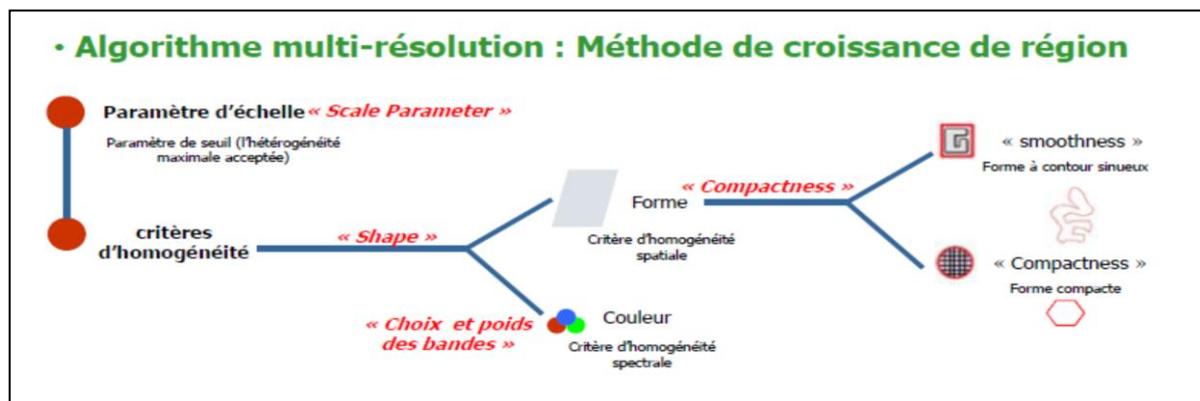


Figure IV.5. Critères utilisés pour la Segmentation Multi-résolution

Tableau IV.12. Exemple de critères définis dans le cadre d'une approche orientée objet

	OCCUPATION DU SOL	ALTITUDE (en mètre)	EXPOSITION (N/S)	TEXTURE (entropie)	TEXTURE (homogénéité)	FORME (compactness)	TEINTE entre .. et ..	PENTE
PRÉSENCE HUMAINE	Bâti	0-900	N				250 - 200	<= 15
	Routes	0-1200	S					
	Classe "Surfaces minérales " avec une altitude <= 1500 et une texture (compactness) >= 4							
EAU	Parcelles agricoles	0-900	N					< 35
		0-1200	S					
	Eau			3,5 - 6,8			27 - 75	< 19
	Neige	>= 2000			0,1 - 0,92		225 - 255	
FORÊTS MNT < 2000	Réseau de haie	Classe "Forêt " avec des bordures relatives aux " Parcelles agricoles " > 0,3						
	Chênaies	0-900	N	6 - 8,8			55 - 140	
		0-1200	S					
	Hêtraies - Sapinières	900-1500	N					
		1200-1700	S					
	Sapinières	1500-1800	N					
	Pineraies de Pin Sylvestre	1700-2000	S					
Pineraies de Pin à Crochets	1800-2200	N						
	2000-2400	S						
PELOUSES	Pâtures (pelouses)	900-1500	N	<= 6,8				
		1200-1700	S					
	Landes / Pelouses / Estives / Praires	1500-2200	N					
		1700-2400	S					
	Végétations clairsemées	2200-2800	N					
2400-3000		S						
SURFACES MINÉRALES	Surfaces minérales	900-2800	N				175 - 250	
		1200-3000	S					
	Éboulis	Classe " Surfaces minérales " avec une pente > 60 %						

La lecture du tableau IV.12, permet de distinguer deux catégories de critères : intrinsèques et extrinsèques. La résolution fine des images THRS exige pour avoir des résultats cohérents, l'utilisation des deux types de critères aux même temps.

#### IV.4.3.2. Echelle d'analyse thématique des images Spot5

Pour cette section, nous avons choisi d'aborder la question de la détermination de l'échelle suite à des traitements de classification, les classes thématiques extraites peuvent être comparées avec des nomenclatures d'objets relatives à des échelles différentes, définies dans le cadre des normes internationales telles que la norme Corine Land Cover et Spot Théma.

Ainsi, nous nous limitons à la sélection de quelques exemples sur des expériences qui ont été faites sur les images Sopt5, du fait que ces dernières sont acquises à la même résolution spatiale que les images Alsat2 support de notre étude.

En 2013, Vanessa Sellin et al, ont publié un article sous l'intitulé : « Cartographie des grands types de végétation par télédétection : étude de faisabilité (Bretagne, Basse-Normandie et Pays-de-la-Loire) », dans la page 32 de l'article (§ 4-1 les données images), les auteurs justifient l'utilisation des images Spot5 et précisent : « *Du fait de **l'échelle de restitution attendue (1/25 000)**, nous avons opté pour des images SPOT5. Elles possèdent une résolution spatiale adaptée, et leur coût est moins élevé que d'autres images de même catégorie*».

Deux autres images de type WorldView et Orthophotographies sont aussi utilisées avec les images Spot5 afin de définir et comparer leurs capacités d'extraction de l'information à l'échelle du 1/25000, les résultats obtenus en calculant l'indice Kappa sur les classifications appliquées sur les trois types d'images sont présentés dans le tableau IV.13.

**Tableau IV.13. Coefficients kappa pour les trois niveaux pour les trois images sur le site choisi**

	<b>SPOT</b>	<b>BDORTHO IRC</b>	<b>Worldview-2</b>
Niveau 1 : Occupation du sol	0.63	0.81	0.88
Niveau 2 : Grands types de végétation	0.64	0.77	0.82
Niveau 3 : Types de formations végétales	0.60	0.71	0.73

La comparaison des coefficients kappa sur le site des dunes de la Sauzaie et des marais du Jaunay (seul site où toutes les images ont pu être testées) aux trois niveaux et pour les trois images montre que c'est avec l'image Worldview-2 que les résultats sont les plus concluants, puis avec la BDORTHO® IRC et enfin avec les images SPOT5 (Tableau IV.13).

La délimitation des objets est aussi plus précise à partir de l'image Worldview-2 et de la BDORTHO® IRC, ce qui s'explique par leur résolution centimétrique. Le nombre de bandes spectrales et la résolution spatiale des images influencent la qualité du résultat.

Les meilleurs résultats que l'on obtient sont à partir de l'image Worldview-2 qui possède un nombre de bandes supérieur aux deux autres images et une très bonne résolution spatiale (similaire à la BDORTHO® IRC). Dans un article intitulé : « Potentialités de l'imagerie satellitaire Spot 5 pour la cartographie de la végétation terrestre » Françoise Gourmelon et al, en 2005, ils insistent pour avoir une bonne qualité d'utiliser conjointement l'imagerie Spot5 avec l'aérienne : « Pour une échelle de restitution de l'ordre du 10 000ème, la résolution spatiale de l'image Spot convient sauf pour la détection de certaines entités de petite taille et de texture particulière.... Néanmoins, pour un résultat optimal, la cartographie de la végétation terrestre à l'échelle du 10 000ème, selon une typologie normalisée justifie l'utilisation des deux sources (aérienne et satellitaire) ».

**Tableau IV.14. Comparaison des classes d'objets extraits de l'image Spot5 et de l'orthophotographie**

unités	Image Spot 5 (2003)	Orthophotographie (IGN 2000)
pelouse écorchée	+	+
pelouse aérohaline	+ mais confusion localement avec landes	+ mais confusion avec prairie mésophile
landes	- confusion avec pelouse aérohaline et avec saulaie	+
eau	+	+
prairie humide	- confusion avec prairie entretenu	+
saulaie	- confusion avec landes et avec roselière	+ en raison de la résolution spatiale
roselière /moliniaie	+ mais confusion avec saulaie	-
fourrés/ broussailles	+	- confusion avec prairie mésophile embroussaillée
cultures	+ mais confusion localement avec prairie entretenue	+ mais confusion localement avec prairie entretenue
prairie mésophile entretenu	+ mais confusion avec prairie embroussaillée, prairie humide et cultures	- confusion avec pelouse aérohaline et avec prairie embroussaillée
prairie embroussaillée	+ mais confusion avec prairie entretenu	- confusion avec fourrés/broussailles et avec prairie entretenue
sol nu dur (estran, terre)	+	+
sol nu meuble (estran, terre)	+	+
routes	-	+ en raison de la résolution spatiale
bâti	-	+ en raison de la résolution spatiale

Enfin pour détailler cette relation échelle & classes thématique, I. Le Berre et al, dans le cadre de son travail sur « *le suivi du littoral par Spot 5: cartographie de l'occupation du sol* », a fait une comparaison générale de l'image multispectrale 2.5 m spot5 et de l'orthophotographie 2000 pour la cartographie de l'occupation du sol en 2005 dont les résultats sont présentés dans le tableau IV.14.

Dans la conclusion du travail, les auteurs précisent : « L'orthophotographie permet une lecture fine de l'occupation des sols notamment des zones bâties. Alors l'intérêt majeure de Spot5 pourrait ainsi résider dans son *potentiel en tant que support de production d'une cartographie à moyenne échelle* ».

**Tableau IV.14. Comparaison des classes thématiques extraites d'une image Spot5 et d'orthophotographies**

<b>Type d'occupation du sol</b>	<b>Image SPOT 5</b> <i>Composite couleur à 2,5 m de résolution Acquis le 17 avril 2003 à Midi</i>	<b>BD Ortho® 2000</b> <i>Mosaïque couleur à 0,5m de résolution spatiale Prises de vues juin 2000 à heures variables</i>
<b>Zone humide</b>	++ Le canal IR permet de détecter systématiquement la présence d'eau : les plans d'eau peuvent être délimités sans ambiguïté et les prairies humides naturelles peuvent être distinguées des prairies permanentes agricoles ; + Les contrastes de couleur permettent une bonne distinction des principales ceintures de végétation palustre.	-Les plans d'eau, de couleur très variable, ne sont pas toujours distincts (les plus verts se confondent avec la végétation rase environnante) ; -Les formations et les ceintures sont peu différenciées (couleur verte) et sont difficiles à distinguer d'autres types de texture proche (prairie non humide, certains types de culture).
<b>Forêt</b>	-Les variations de couleur ne permettent pas de différencier les essences ; -La résolution à 2,5 m pose parfois problème pour la délimitation des implantations.	+ Les variations de couleur ou de texture permettent dans certains cas de différencier les essences (feuillus, résineux) voire certaines espèces ; - Mais la couleur uniformément verte et les variations de la radiométrie altèrent les possibilités de différenciation.

<b>Culture</b>	+ Certains types de cultures présentent une signature particulière permettant de les distinguer aisément (cultures sous abris) ; ++ La signature des cultures variant en fonction de leur stade de maturité, - La résolution ne permet pas toujours de bien distinguer les structures bocagères et les limites des parcelles. Réciproquement, les talus plantés peuvent interférer de manière importante avec les états de surface et compliquer l'interprétation visuelle ou automatique.	++ Le parcellaire peut être parfaitement délimité ; -Les types de culture sont difficiles à distinguer (couleur verte de l'image) -La répétitivité est trop faible pour un bon suivi des cultures, d'autant que la date de la prise de vue n'est pas toujours la plus appropriée pour ce faire.
<b>Plantation forestière, boisement</b>	- Confusion avec la forêt car la résolution ne permet de distinguer les structures de plantation.	++ La structure des plantations, nettement visible permet leur identification.
<b>Parc, espace vert, jardin</b>	- Ces espaces ne peuvent être distingués des autres espaces végétalisés autrement que par l'analyse de leur texture, de leur structure, de leur contexte et de leur voisinage, éléments pour lesquels la résolution de l'image SPOT 5 à 2,5 m est souvent insuffisante.	++ L'analyse du voisinage et de la structure de ces espaces en permet l'identification.
<b>Friche ou végétation rudérale</b>	+ Certaines formations (fougères, ronciers) semblent présenter des signatures caractéristiques qui permettraient de les identifier à l'aide de méthode de classification (sans préjuger de l'effet du changement de résolution !) - Dans tous les cas, le recours au terrain est indispensable pour distinguer avec certitude les différents stades d'enfrichement, et les friches agricoles et rudérales.	- La couleur verte de l'orthophotographie et les variations de radiométrie empêchent de véritablement distinguer les différents types d'enfrichement (à l'exception des fourrés).
	+ A la résolution de 2,5 m la plupart des bâtiments sont visibles ; Leur caractérisation est difficile et implique de recourir à des sources complémentaires (orthophoto, carte topographique,	++ Textures et structures nettement visibles permettent une excellente différenciation des types de bâtis, voire de leur affectation. Le recours au terrain est limité (dans le cas de

<b>Bâti</b>	<p>terrain) ; -Les habitations isolées sont parfois difficiles à identifier surtout lorsqu'elles sont situées en zones boisées (idem pour l'orthophoto bien sûr) ;</p> <p>-i- La plupart des bâtiments agricoles, bien visibles en raison de leur taille, permettent généralement d'identifier les exploitations ;</p> <p>- Mais la confusion est possible avec d'autres types d'entreprises artisanales.</p>	notre typologie)
<b>Construction précaire</b>	<p>- La résolution à 2,5 m permet de distinguer la plupart des constructions précaires de loisir ou des caravanes, mais l'incertitude est importante ; ++ La programmation d'acquisition d'image (lors de la saison estivale notamment) est un atout majeur.</p>	<p>++ Excellente distinction de l'ensemble des logements de loisirs (y compris les tentes) ;</p> <p>- Le manque de souplesse pour la date de prise de vue, ne permet pas toujours de couvrir la période de plus forte fréquentation touristique.</p>
<b>Equipements</b>	<p>+ La plupart des équipements peuvent être distingués avec une résolution de 2,5 m ;</p> <p>-Leur caractérisation est parfois difficile, notamment en zone urbaine dense ;</p> <p>-Les équipements de taille réduite (installations des réseaux électriques, téléphoniques et d'adduction d'eau) peuvent être confondus avec d'autres types de constructions.</p>	<p>++ Peu d'ambiguïté dans la caractérisation des équipements ;</p> <p>- Un recours au terrain s'impose pour les équipements de taille réduite, ou les équipements très spécifiques.</p>
<b>Infrastructure de Communication</b>	<p>+ A 2,5 m les infrastructures de communication sont quasiment toutes visibles, y compris les sentiers les plus larges sur le littoral ;</p> <p>- La caractérisation du revêtement, de l'état des routes, chemins</p>	<p>++ Les infrastructures de communication sont parfaitement visibles, y compris les sentiers du littoral.</p> <p>- La caractérisation du revêtement, de l'état des routes, chemins ou sentiers nécessitent une visite sur le terrain.</p>

	ou sentiers nécessitent une visite sur le terrain.	
<b>Plan d'eau artificialisé</b>	<p>++ Le canal IR permet d'identifier tous les plans d'eau ;</p> <p>- Mais leur caractérisation est incertaine en raison de la résolution insuffisante notamment pour distinguer les plans d'eau naturels et artificiels.</p>	<p>- Les plans d'eau, de couleur très variable, ne sont pas toujours distincts (les plus verts se confondent avec la végétation rase environnante) ; + La différenciation entre plans d'eau artificiels et naturels est moins ambiguë qu'avec l'image SPOT 5 car leur forme et les structures associées (équipements, bâtiments ...) sont nettement visibles.</p>
<b>Zone aquacole</b>	<p>+ Les zones aquacoles apparaissent distinctement ;</p> <p>+ Les possibilités de programmation permettent de tenir compte de la marée (élément essentiel pour les zones aquacoles intertidales).</p> <p>- Cette remarque n'est valable que localement lorsque l'heure de passage du satellite coïncide avec celle de la basse mer de vive-eau.</p>	<p>+ Les zones aquacoles sont bien distinctes ;</p> <p>- Sauf celles de la zone intertidale sur le photographie prises à marée haute.</p>
<b>Carrière</b>	<p>+ Les sols nus ressortent à l'évidence ;</p> <p>- La caractérisation de ces types d'occupation nécessite une bonne distinction des structures et des bâtiments associés pas toujours nette à la résolution de 2,5 m.</p>	<p>+ Les carrières, décharges, remblais et chantiers peuvent être identifiés sans ambiguïté.</p>

## IV.5. Normalisation des données images Multi-sources

### II.5.1. Normalisation radiométrique

Les données multi temporelles doivent être standardisées à cause des variations dans la radiométrie dues aux changements des conditions atmosphériques. Afin qu'un changement des conditions atmosphériques ne soit pas interprété comme un changement paysager, une réflectance relative est calculée, pour chaque bande spectrale, en divisant les différentes valeurs radiométriques par la moyenne des valeurs radiométriques de l'image.

Pour affiner cette standardisation, nous convertissons l'histogramme d'une des deux images de telle sorte qu'il ressemble à l'histogramme de l'autre image. Cette fonction permet de synchroniser le mode et les valeurs maximales des deux histogrammes. [20] barket

La normalisation des données temporelles est basée sur les méthodes suivantes :

- **La normalisation temporelle standard**

C'est la méthode la plus utilisée. Pour N images, cette normalisation est basée sur la formule suivante :

$$n(p, t_k) = \frac{v(p, t_k) - \text{moyenne}(v(p))}{\text{ecart\_type}(v(p))}, \text{ pour } k \text{ de } 1 \text{ à } N$$

Avec :  $v(p, t_k)$ : la valeur du pixel P de l'image prise à la date  $t_k$  Moyenne ( $v(p)$ ) : la moyenne des valeurs du pixel P Ecart\_type  $v(p)$ : écart-type des valeurs du pixel P  $n(p, t_k)$ : le résultat de la normalisation du pixel P à la date  $t_k$ .

- **La normalisation temporelle min-max**

Cette technique présente l'avantage de fournir les mêmes résultats pour des séries de données qui suivent le même profil du temps quel que soit la relation mathématique entre ces séries. La normalisation pour N images est donnée par la formule suivante :

$$n(p, t_k) = \frac{v(p, t_k) - \min(v(p))}{\max(v(p)) - \min(v(p))} * Q, \text{ pour } k \text{ de } 1 \text{ à } N.$$

Avec :  $v(p, t_k)$  : la valeur du pixel P de l'image prise à la date  $t_k$ .

$\min(v(p))$  : la valeur minimum des valeurs du pixel p  $\max(v(p))$  : la valeur maximum des valeurs du pixel p.

Q : une constante de changement d'échelle  $n(p, t_k)$  : le résultat de la normalisation du pixel p à la date  $t_k$ .

- **La normalisation radiométrique relative**

Le processus est sur le calcul de régressions linéaires qui relient les bandes spectrales des images dans la série à celles d'une image de référence. Trois étapes principales sont identifiées :

- **Choix d'une image de référence** : Parmi l'ensemble des images de la série temporelle, une image de référence doit être choisie.
- **Sélection des cibles invariantes** : pour obtenir un nombre suffisant de cibles invariantes couvrant une large gamme spectrale.
- **Calcul et inversion des régressions linéaires** : Pour les cibles invariantes sélectionnées, les valeurs de réflectance sont extraites dans les quatre bandes spectrales. En utilisant ces valeurs, il est établi, pour chaque date, des régressions linéaires dans chaque bande de la forme :

$$y = ax + b$$

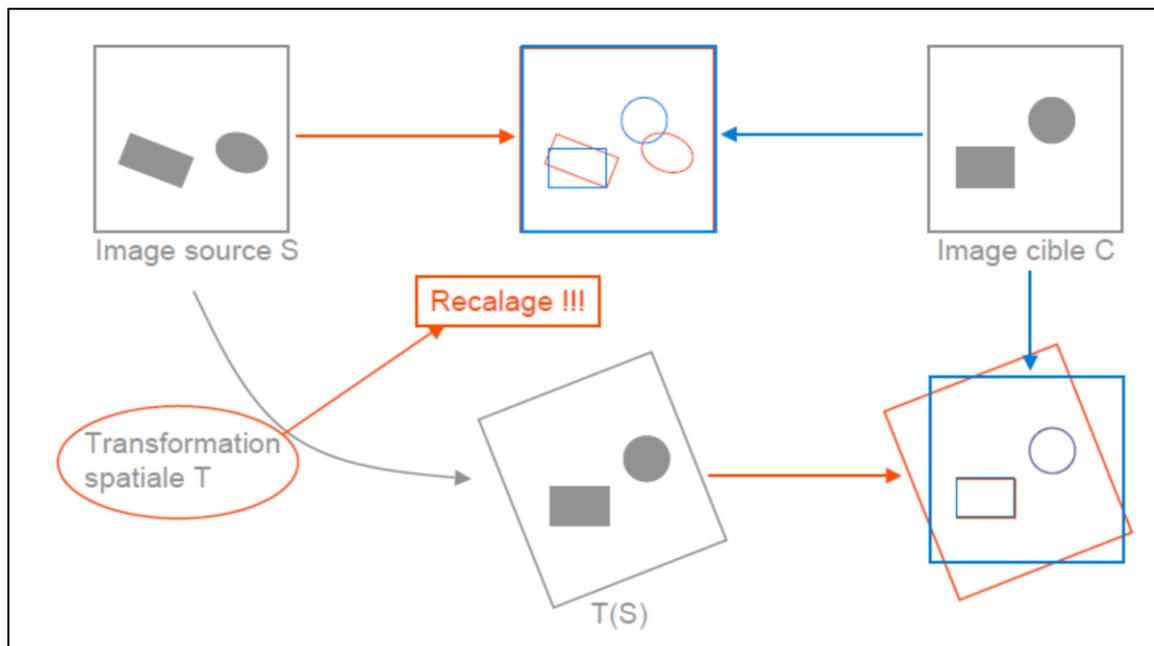
Où y est l'image de référence et x les autres images alternativement. [14] barket

#### **IV.5.2. Normalisation géométrique : le recalage**

Avant d'envisager de détecter des changements entre deux images, il est primordial que celles-ci soient parfaitement recalées, c'est-à-dire que chaque pixel dans les deux images désigne la même zone géographique. Plusieurs études ont d'ailleurs été menées sur l'influence des erreurs de recalage sur la qualité des résultats de détection de changements.

Le recalage est un problème commun à de nombreuses tâches d'analyse des images satellites. Le recalage est nécessaire pour comparer des images acquises à des instants différents avant de réaliser n'importe quel processus de traitement d'images pour :

- Compenser les distorsions géométriques affectant les images, de telle sorte que la représentation de chaque image soit aussi proche que possible de la réalité.
- Rendre toutes les images dans la série superposables, en assortissant à chaque pixel sa véritable position en coordonnées au sol. [18] barket



**Figure IV.6. Schéma du principe de recalage des images**

En effet, les images acquises par des satellites sujettes à des distorsions géométriques, ces distorsions sont dues notamment à :

- Rapport d'aspect : La résolution spatiale d'une image n'est pas systématiquement identique en azimute et en distance, le pixel résultat n'est pas carré,
- Orientation de l'image,
- Effet de la rotation de la terre,
- Effet panoramique : les paramètres qui influent sur la résolution spatiale sont (l'altitude de plate-forme, l'IFOV : l'angle de visée),
- Courbure de la terre,
- Mouvement de la plate-forme lors de l'acquisition,
- Effets topographiques.

Il est donc utile de corriger ces distorsions :

- Pour effectuer un suivi multi-temporel grâce à des images acquises par un même capteur à différents instants. La géométrie de prise de vue du capteur n'est pas identique au cours du temps.
- Pour fusionner des images acquises par des capteurs différents.
- Pour projeter une image dans une projection cartographique afin d'intégrer le résultat dans un SIG.
- Pour calculer un MNT.

Les étapes de la correction sont les suivantes :

- Choix d'un référentiel.
- Choix d'un modèle de transformation entre la référence et l'image à corriger.
- Application du modèle pour la génération d'une grille rectifiée dans le référentiel choisi, et remplissage de cette grille par une méthode de rééchantillonnage radiométrique. Durant cette dernière étape, deux cas se présentent :
  - Si la référence est choisie comme étant une cartographie géographique, alors l'image corrigée sera géo-référencée par rapport aux coordonnées géographiques au sol et elle gardera sa propre résolution spatiale.
  - Si la référence est choisie comme étant une image, alors l'image corrigée sera recalée et superposable à la référence avec la même résolution spatiale de cette dernière. [18] barket

#### **IV.6. Fusion d'informations**

D'après nos recherches sur l'extraction des objets urbains, nous avons conclu qu'avec l'augmentation de la résolution des images, les méthodes de classification basées uniquement sur la signature spectrale des pixels pour définir des classes, deviennent de plus en plus complexes dans leur application.

L'augmentation de la résolution augmente également la variabilité spectrale des images et les procédures classiques de classification basées sur le pixel perdent en efficacité et précision. De nouvelles méthodes de classification ont été développées avec l'émergence d'images à très haute résolution spatiale (THR).

Il ne s'agit plus ici de classer les pixels selon une valeur spectrale mais de définir dans un premier temps les objets qui constituent le paysage à analyser, et ensuite de réaliser une classification de ces objets selon les méthodes traditionnelles. Les objets sont définis par des méthodes de segmentation selon leur texture. Avec cette nouvelle méthode, la composante spatiale/structurelle est prise en compte et apporte une information supplémentaire dans l'analyse des images satellites.

C'est pourquoi l'intégration de données multi-sources (bases de données, cartes, etc.) est couramment utilisée. De plus, que ce soit au niveau des procédures réglementaires ou des études générales, l'utilisation de données à plusieurs niveaux d'échelles est indispensable. Une des conséquences de ce type d'approche est une multiplication de la demande en termes d'informations de référence à diverses échelles. [14] barket

Ces dernières années, les travaux menés en télédétection en général et en détection du changement en particulier se sont orientés vers des approches qui exploitent conjointement différentes sources d'informations. Le but principal de la fusion des informations multisources est de profiter de la complémentarité des sources pour améliorer les performances. Les différentes sources fusionnées peuvent être de nature identique (images par exemple) ou hétérogènes (images et connaissances expertes). [21] barket

Les méthodes de fusion sont employées lorsqu'il n'est pas possible de trouver une métrique permettant de traiter en parallèle toutes les images, quel que soit leur source, comme pour les classifications multispectrales.

La fusion est particulièrement intéressante dans le cas de données imparfaites afin d'obtenir une information plus fiable. Les objectifs de la fusion de données sont divers, les principaux sont :

- Raffiner ou accroître nos connaissances, informations sur le monde réel.
- Mettre à jour, réviser ou rafraîchir l'information sur le monde réel.
- Décider de l'appartenance d'une information à une classe d'objets et d'extraire l'information la plus fiable et exacte possible.

Nous pouvons résumer l'objectif de la fusion en deux points :

- Soit pour améliorer la fiabilité d'un jugement par l'apport d'une information redondante.
- Soit pour améliorer la capacité d'interprétation par l'apport d'une information complémentaire. [14] barket

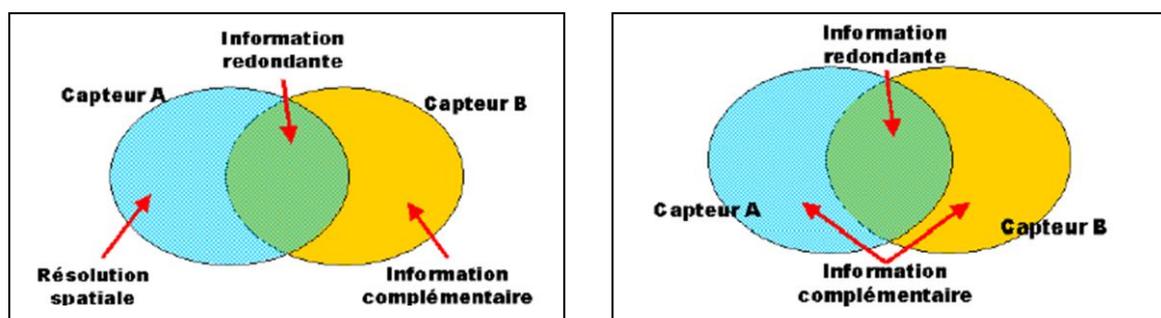


Figure IV.7. Objectifs généraux de la fusion [14] barket

Différents niveaux de fusion ont été proposés dans la littérature :

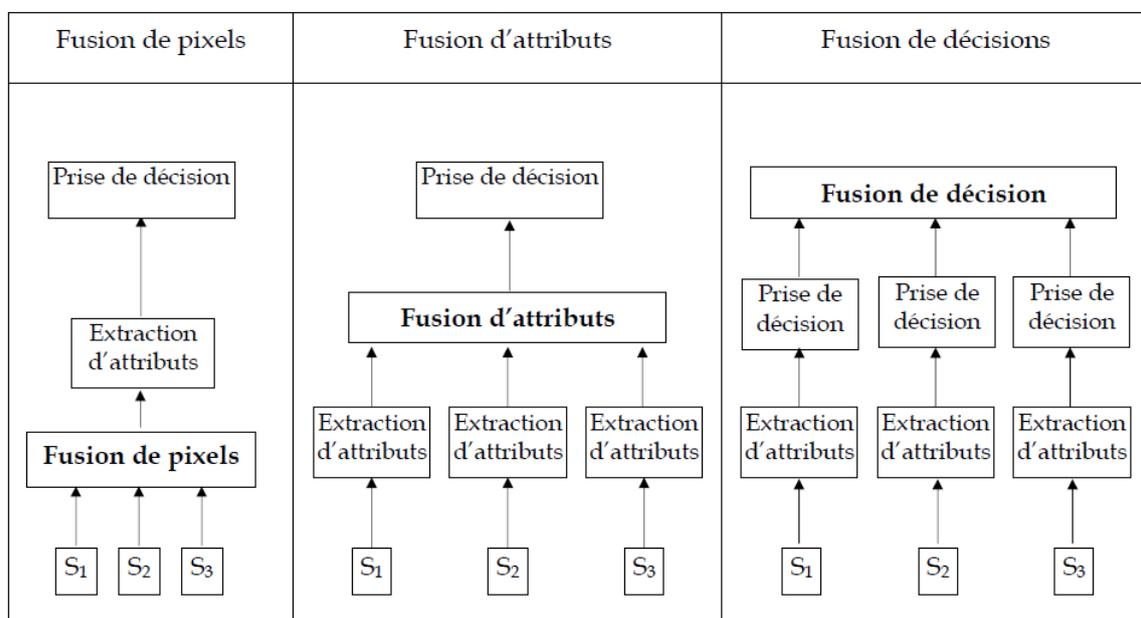
- Niveau des données (ou bas niveau).
- Niveau des caractéristiques des paramètres extraits (ou fusion de niveau intermédiaire).

- Niveau des décisions (ou fusion de haut niveau).

Pour la fusion de Haut niveau (par objet), nous considérons le problème de la fusion de  $m$  sources  $S_j$  afin de déterminer une des  $n$  classes  $C_i$  possibles. Les méthodes de fusion qui existent dans ce niveau sont les suivantes :

- **Le principe du vote ;**
- **La théorie des possibilités ;**
- **La théorie des croyances.** [14] barket

**Tableau. IV.15. Principe des niveaux de fusion [19]**



## IV.7. Conclusion

A la lumière des recherches bibliographiques effectuées et afin de répondre convenablement à la problématique d'intégration des images à THRS comme support cartographique dans les opérations de gestion et d'aménagement du foncier, il est nécessaire de procéder par examen des propriétés de ces images afin de déterminer ses potentialités en matière de précision géométrique, spatiale et en informations spectrales, cela pour voir à quel niveau sera l'intervention des gestionnaires des producteurs ou utilisateurs de l'information foncière. Il faut souligner qu'avec le Programme Spatial Algérien PSN 2008-2020 l'Algérie, et à travers l'Agence Spatiale Algérienne a tracé une nouvelle politique qui a pour objectif principal de faire de l'outil spatial un vecteur performant de développement économique, social et culturel du pays et d'assurer la sécurité et le bien-être de la communauté nationale. Aujourd'hui, nous

somme fière d'avoir six satellites opérationnels dont cinq d'observation de la terre à moyenne et haute résolution spatiale et un de télécommunication. A titre d'exemple, le satellite ALSAT 2A d'une résolution spatiale de 2,5 m, et depuis son lancement en juillet 2010, a fourni plus de 40.000 produits jusqu'à la fin de l'année 2016.

**Tableau. IV.16. Total des scènes acquises par ALSAT2-A période 2010-2016**  
(Source : site officiel de l'ASAL)

Zone géographique	Total 2016	Total 2010 - 2016
<b>ALGERIE</b>	4311	26 314
<b>AFRIQUE (hors Alg;)</b>	714	9360
<b>EUROPE</b>	161	819
<b>ASIE + Australie+ Antarctique</b>	449	1867
<b>AMERIQUES</b>	473	1932
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>6108</b>	<b>40 292</b>



**Figure. IV.8. Couverture du territoire national par Alsat-2A à la fin de 2016**  
(Source : site officiel de l'ASAL)

L'exploitation des données images issues des deux satellites Alsat-2A et Alsat-2B permet le renforcement de capacité de prise de vue, répond aux besoins et aux préoccupations des différents secteurs utilisateurs, notamment la révision cartographique, le cadastre, l'environnement et l'aménagement du territoire, les ressources naturelles, l'urbanisme et les infrastructures de base, les risques majeurs, dans le cadre de projets d'applications spatiales inscrits au titre du PSN. (Source : site officiel de l'ASAL).

Sur le plan exploitation de l'imagerie et en allant du principe qu'un objet géographique est un objet modélisant un phénomène du monde réel, il est donc ainsi nécessaire de connaître la nature du paysage de la zone à étudier et les objets qui le composent, ces derniers devraient constituer des échantillons permettant l'extraction de l'information pertinente recherchée. Dans ce contexte, la classification basée sur l'intégration des règles de connaissances permet d'affecter une sémantique aux régions de l'image c'est à dire leur correspondance dans le monde réel. L'expert va utiliser sa connaissance pour faire correspondre à un groupe de régions un concept du monde réel. L'identification des objets cartographiques nécessite la construction d'une base de règles multiples (multi formalisation) adaptée à l'utilisation conjointe des données images multisources et multi résolutions à partir de la collaboration entre les différentes types de la classification (supervisée et non supervisée).

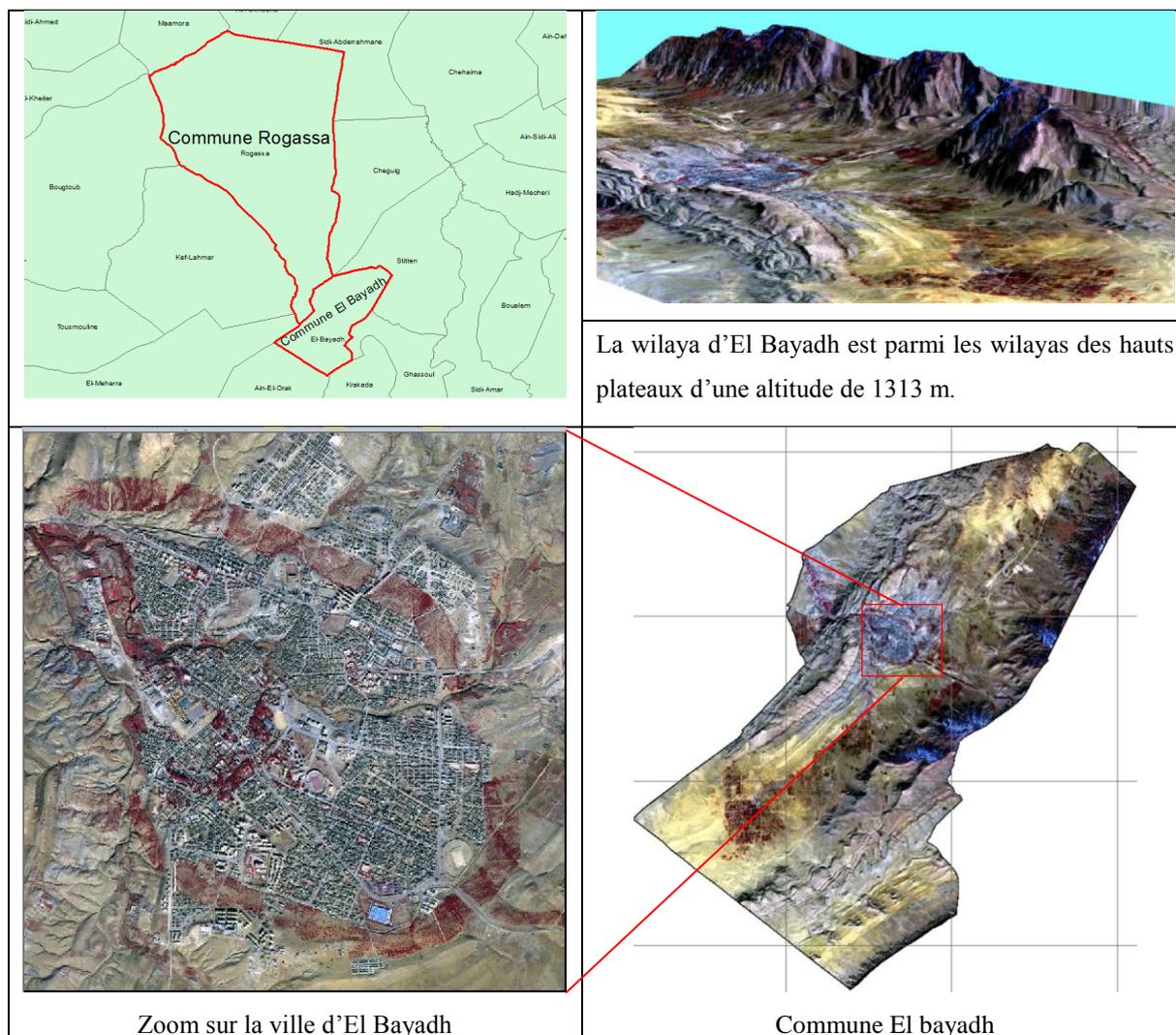
## V.1. Introduction

En Algérie, comme défini dans la loi n°90-25 du 18/11/1990, portant orientation foncière, une terre saharienne est toute terre située en-dessous de l'isohyète de 100mm. Les terres steppiques sont constituées, au sens de cette même loi, par des terres à vocation pastorale ou alfatière. Compte tenu de l'étendue des superficies des zones steppiques et de la nature des territoires à traiter, qui constituent dans leur quasi-totalité des zones ayant un statut de propriété publique, les procédés techniques choisis pour la réalisation du cadastre des zones nord du territoire national (délimitation des propriétés basée sur les orthophotoplans et les plans de restitution) sont devenus inadaptés.

Cependant, la délimitation des propriétés en zones steppiques s'effectue à travers des travaux de bureau en se basant sur des documents cartographiques (généralement la couverture cartographique existante est à petite échelle) ce qui donne lieu à la confection d'une matrice cadastrale. Cette dernière comporte la liste des propriétés de l'Etat et un plan cadastral pour constituer le Livre Foncier au profit de l'Etat (des titres de propriété sous forme de livrets fonciers). Ce genre de délimitation au bureau par des supports cartographiques (sans recourir à des images satellitaires ni à une enquête sur le terrain) présente un défaut d'omission des propriétés privées et des terres 'Arch' (voir premier chapitre).

Ce projet s'inscrit dans un cadre de recherche de solutions techniques relatives à l'exploitation de l'imagerie du satellite ALSAT2 (construit dans le cadre d'un partenariat entre l'ASAL-Algérie et EADS Astrium- France (Herbert J. Kramer, 2002) pour la maintenance du cadastre steppique. Cela par la détermination des capacités informatives que possède cette image en matière d'identification des objets correspondant à une partie ou la totalité des propriétés foncières. Cette question d'identification, à partir des images à haute et très haute résolution spatiale, a été abordée par plusieurs auteurs et consiste à explorer son contenu et sa précision (M. Ettarid, 2004, S. L-Homme, 2005) ; en précisant en outre la détermination de l'échelle géométrique, la base de données des objets interprétés et sa correspondance ou non aux différentes échelles (D. Holland, 2006). La comparaison des différentes méthodes d'extraction de l'information par classification à partir des images spatiales et la réduction du taux d'incertitude (A. Masse, 2013), permettent aux services du cadastre (par l'utilisation des capacités du satellite ALSAT2) de mettre à jour les bases de données graphiques géoréférencées après un recensement précis des îlots à l'échelle des sections cadastrales et des communes (enregistrés juridiquement au nom de l'état alors qu'ils appartiennent réellement à

des propriétaires privés, des usufruitiers ou des occupants des terres Arch. Les premières solutions testées dans le cadre de ce travail avaient pour base l'utilisation des algorithmes de classification standards qui sont adaptées aux parcelles de taille grande ou moyennes par rapport à la résolution spatiale de l'image support d'étude. Pour les îlots composés de bâtiments isolés de petites dimensions, une approche d'apprentissage a été développée.



**Figure 1** : Localisation du territoire steppique sur la carte de l'Algérie (14% du territoire national).

Ce chapitre comprend deux parties, la première consacrée à la présentation de **l'instruction n° 01 du 23 mai 2009 telle qu'elle a été promulguée** et qui traite de l'établissement du cadastre en zones sahariennes et steppiques qui vient en complément à l'instruction n° 16 du 24 mai 1998, relative à la conduite des opérations cadastrales et d'immatriculations foncières.

En second lieu par une étude critique sur le plan technique et méthodologique et **la note de la Direction Générale du Cadastre** en ce sens.

## V.2. Instruction relative à l'établissement du cadastre steppique

L'établissement du cadastre général et la constitution du livre foncier ont été entrepris, dès 1977 et en premier lieu, dans les régions nord du territoire national, en zones rurales comme en zones urbaines, ainsi que dans les agglomérations des régions sud, compte tenu des besoins qui y était ressentis avec plus d'acuité en matière d'assainissement de la situation foncière.

En termes de superficies, l'objectif immédiat était de cadastrer, selon cette option, environ :

- 11 Millions d'hectares en zones rurales.

- 400 Mille hectares en zones urbaines.

Le choix des procédés technique, avait porté sur la photogrammétrie et le levé terrestre suivant des échelles de représentation respectivement de 1/2500 et 1/5000, pour les zones rurales, et 1/500 et 1/1000 pour les régions urbaines.

Actuellement, la réalisation, dans les meilleurs délais possibles, d'une couverture cadastrale pour la totalité du territoire national constitue un objectif stratégique. Il s'agit donc, d'abord, de terminer, aussitôt que possible, l'établissement du cadastre général et la constitution du livre foncier selon le programme et l'option fixés dès 1977.

Il importe également d'entreprendre, immédiatement, la réalisation de la documentation cadastrale et foncière pour les zones steppiques et sahariennes, **ouvrant une superficie d'environ 2 millions de km<sup>2</sup>**, notamment, en vue de renforcer les dispositifs de protection et de **valorisation des dépendances domaniales**, et ce avec le maximum de diligence.

Au regard de cette mission ainsi assignée, d'une part, quant aux délais et à l'étendue des superficies, et d'autre part, compte tenu de la nature des territoires à traiter en tant qu'ils constituent dans leur quasi-totalité des zones désertiques ayant **un statut de propriété publique**, les mêmes **procédés techniques** choisis pour la réalisation du cadastre des zones nord du territoire national sont **aujourd'hui inadaptés**.

Aussi, le principe retenu, au plan technique, **consiste-t-il à établir un cadastre numérique sans déplacement sur les lieux, ni de travaux de terrain**, en utilisant des images satellitaires géoréférencées.

Pour les agglomérations et autres zones habitées ou comportant des exploitations agricoles ou encore tous établissements, qu'elle qu'en soit la nature, sont, dans un premier temps, en raison de la densité des unités foncières qui la composent, seulement « délimitées » suivant une vectorisation de leurs contours. **Elles figurent dans le plan cadastral en tant que périmètres non soumis aux opérations du cadastre saharien ou steppique.** Elles seront cadastrées ultérieurement selon les modalités techniques habituelles.

Par contre, les portions de section identifiées, sur l'image, et constituant une seule unité foncière, appartenant à un seul propriétaire ou groupe de propriétaires, peuvent être prises en charge dans le cadre du **nouveau procédé technique.**

En ce qui concerne les dépendances du domaine national, la délimitation s'effectue en travaux de bureau, sur la base des documents cartographiques et donne lieu à la confection d'une matrice cadastrale comportant la liste des propriétés de l'Etat et à l'établissement d'un plan régulier correspondant.

Au plan juridique, les procédures prescrites par les textes en vigueur sont applicables, à savoir notamment, un arrêté de wali portant ouverture des opérations cadastrales, faisant l'objet d'une large publicité, la mise en place d'une commission communale de délimitation présidée par un magistrat, un dépôt en commune, pendant un mois, de la documentation cadastrale réalisée, et sa remise à la conservation foncière, en vu de la constitution du Livre Foncier et de l'établissement, **au profit de l'Etat, de titres de propriété, sous forme de livrets fonciers.**

L'objet de la présente instruction, adoptant le plan énoncé ci-après, et donc de déterminer les modalités d'établissement du cadastre général et de constitution du livre foncier en zones steppiques et sahariennes. Elle traite, également, de la procédure de mise à jour de la documentation confectionnée.

### **V.2.1. Définition des terres steppiques et sahariennes**

**Au plan technique :** constituent, au sens de la loi n°90-25 du 18/11/1990, modifiée et complétée, portant orientation foncière, une terre saharienne toutes terre située au-dessous de l'isohyète de 100 mm. Les terres steppiques sont constituées par des terres à vocation pastorale ou alfatière.

**Au Plan juridique :** à l'exclusion des routes et autres portions qui relèvent du domaine public, des immeubles détenus par les particuliers en vertu de titres légaux et des biens wakfs, le reste des étendues steppiques et sahariennes constitue le domaine privé de l'Etat.

### V.2.2. Procédure technique d'établissement du cadastre steppique

☐ **Sur les travaux préparatoires :** La collecte des documents de base concerne notamment :

- ✓ Cartes topographiques (format papier et format numérique)-1/200 000 – 1/100 000 ou 1/50000
- ✓ Répertoires de points d'appuis (classique – GPS)
- ✓ PV de délimitation cartographiques des communes
- ✓ Inventaire des biens (privé et publics) détenus par :
  - l'administration des forêts
  - la Direction des mines et de l'industrie
  - la Direction du tourisme
  - la Direction de la culture
  - la Direction des domaines
  - la conservation Foncière
  - Direction des Affaires Religieuses et du Wakf
  - la Direction des services Agricoles
  - la Direction de l'hydraulique
  - la Direction des Travaux public
  - La Direction de l'urbanisme et de la construction
  - Anciens Plans et PV de délimitation douars, territoire et périmètres...
  - Répertoire des bornes frontalières et les atlas des limites administratifs.

La réunion des documents auprès des administrations permettra d'appliquer, avant le lancement des opérations de cadastre steppique et saharien sur les cartes topographiques :

- Les plans des périmètres agricoles et forestiers en leur possession
- Les biens ayant fait l'objet de cession ou de concession au profit de personnes morales ou physiques et situés hors des agglomérations
- Pour faire ressortir les groupes melk et les terrains titrés aux profits de particuliers.

- Tracer sur les cartes les limites Nord et Sud des zones steppiques, suivant les repères données par le décret 75/166 du 30/12/1975 portant limites des zones steppiques (à titre indicatif)
- Identifier, dans chaque commune, les zones déjà cadastrées et numériser les sections ayant fait l'objet de lever terrestre.
- Reporter sur cartes à scanner et à numériser les limites des extensions urbaines sur la base des PDAU et des POS.
- Repérer également sur cartes les différents périmètres urbains, agricoles et forestiers
- Découper, sur carte, le territoire de la commune en sections en fonction de l'échelle d'édition et du format du plan graphique.

❑ **Les arrêtés :** L'arrête d'ouverture des opérations du cadastre général doit préciser que :

- ✓ la délimitation se fait sans déplacement sur terrain et concernera essentiellement le domaine privé de l'état.
  - ✓ les zones utiles à forte densité parcellaire seront exclues momentanément des opérations et seront castrées ultérieurement, selon le cas (rural ou urbain), par la procédure classique.
- L'Arrêté portant constitution de commission cadastrale de délimitation. Dès réception des arrêtés signés, le directeur du cadastre procède à leur notification :
- Aux présidents des APC concernées.
  - Aux membres de la commission cadastrale de la délimitation et aux différents intervenants.

Les arrêtés doivent faire l'objet d'une publicité conformément à la réglementation en vigueur.

❑ **Traitement de l'imagerie satellitaire :** L'imagerie satellitaire à exploiter doit permettre une extraction aussi fine que possible des zones présentant un caractère utile sur le plan juridique.

L'interprétation et l'indentification des zones en question se feront de **façon visuelle**, par un opérateur de profil cadastre.

Un traitement préalable peut servir, dans un premier temps, à **mieux identifier les zones utiles à exclure**. La stéréoscopie quant à elle est de nature à simuler la troisième dimension, facilitant ainsi l'interprétation.

La reconnaissance des zones utiles passe nécessairement par une bonne interprétation de manière à extraire utilement l'information recherchée.

L'exploitation des différentes caractéristiques en termes de texture, forme, ton etc. est de nature à se rapprocher au mieux des zones d'intérêts.

L'imagerie satellitaire à utiliser devrait permettre une exploitation directe et immédiate de manière à faciliter l'interprétation et l'analyse visuelle.

Dans le cas où, l'imagerie satellitaire nécessite un géoréférencement, le directeur du cadastre de wilaya sollicite le directeur régional du cadastre pour programmer l'intervention de la brigade chargée de la stéréopréparation par GPS.

### **Données multi spectrales**

Différentes bandes spectrales peuvent servir à l'identification.

### **Données multi capteurs**

Les images d'au moins deux satellites à différentes résolutions s'avèrent nécessaires pour délimiter la zone nécessitant un cadastre au 1/1000 au 1/2500.

#### **1 à 2.5 mètres pour :**

- ✓ Délimitation des constructions individuelles et isolées.
- ✓ Délimitation des petites parcelles agricoles.
- ✓ Délimitation des petites agglomérations qui ne sont pas encore cadastrées.

#### **5 à 10 mètres pour :**

- ✓ Base cartographique pour le cadastre saharien et steppique.
- ✓ Extraction des objets topographiques naturels et artificiels.
- ✓ Délimitation des zones à exclure sous une forme géométrique régulière (Rectangle ou carré).

### **La spatiocarte**

A l'issue de l'établissement du cadastre des terres steppiques et sahariennes le plan cadastral peut revêtir en édition papier la forme d'une spatiocarte ou d'un plan cadastral classique.

Une spatiocarte est un produit image obtenu à partir d'une ou plusieurs scènes satellitaires. Elle couvre une section cadastrale ou un groupe de sections sous forme d'un tableau d'assemblage avec l'habillage en vigueur.

### **Les modèles numériques de terrain (MNT)**

Un modèle numérique de terrain est une représentation altimétrique de la topographie d'une zone terrestre.

Les données altimétriques de la surface du terrain sont généralement sous forme d'un maillage régulier et la qualité du modèle numérique du terrain dépend de l'intervalle du maillage et de la source des données.

Le modèle numérique du terrain est nécessaire pour la production d'orthophotoplans numériques à base de prise de vues aériennes ou d'imagerie satellitaire.

#### ❑ Contrôle de cohérence entre l'image et le vecteur existant

La cartographie déjà réalisée par voie photogrammétrique sur la base de prises de vues au 1/4000 constitue le référentiel à grandes échelles qu'il faut absolument prendre en considération.

Si dans la zone steppique ou saharienne à cadastrer une telle cartographie existe à 30 cm de précision, il y a lieu de contrôler la cohérence entre les deux géométries.

Il est pratiquement nécessaire d'observer une dizaine de points par GPS de manière à rendre l'image dans le référentiel en vigueur et de calculer les écarts entre le vecteur existant et l'image.

#### ❑ Délimitation du territoire communal

En vue de la détermination du périmètre de la commune, il convient de disposer des documents officiels concernant les travaux déjà effectués en application de la loi 84-09 du 04 février 1984 portant organisation territoriale du pays.

Il s'agit de reporter, sans intervention sur terrain et sur la base de l'imagerie satellitaire, les limites du territoire de la commune au vu des procès-verbaux.

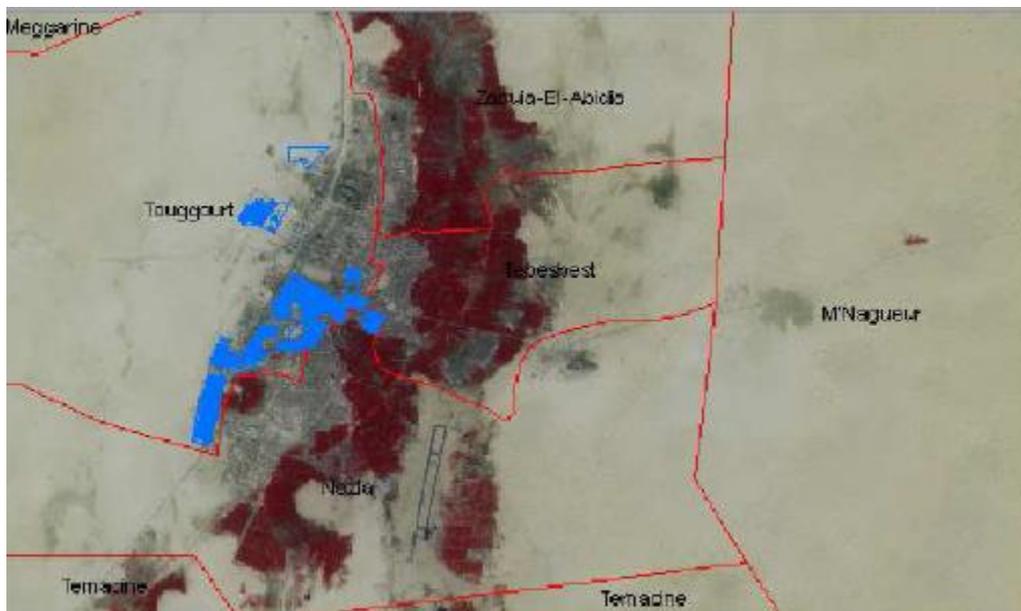


Figure V.2. Exemple de délimitation d'un territoire communal en zones steppiées

Pratiquement, la délimitation du territoire communal se déroule en quatre phases:

- ✓ Superposition du fichier des limites administratives en coordonnées géographiques sur l'imagerie satellitaire.

- ✓ Correction des limites au vu des croquis visuels pour les confondre avec des détails ayant un caractère suffisant de fixité et identifiable sur l'imagerie satellitaire.
- ✓ Exploitation des cartes numérisées au 1/100 000 et 1/200 000 ainsi que le fichier numérique des limites administratives en cas de difficulté d'identification. La mise en place de bornes se fera ultérieurement en concert avec les présidents d'APC concernés.
- ✓ Vectorisation de la limite de la commune.

#### ❑ Détection des zones à exclure

La procédure d'établissement du cadastre des terres steppiques et sahariennes est conçue **pour être conduite sans sortie sur terrain.**

Les zones agglomérées et les groupements d'îlots de taille importante et dont la détermination de la nature juridique **nécessite un transport sur terrain, seront délimités en tant que sections à cadastrer ultérieurement**, dans le cadre des procédures habituelles d'établissement du cadastre général.

La délimitation de ces sections s'effectuera selon un découpage régulier en prenant le soin de ne pas toucher aux propriétés privées conformément au schéma ci-dessous.

Les îlots situés en dehors des zones agglomérées pour lesquels des titres de propriété auront être réunis lors des travaux préparatoires seront quant à eux, **pris en charge** dans le cadre de cette opération et leur propriétaire inscrits sur la matrice cadastrale.

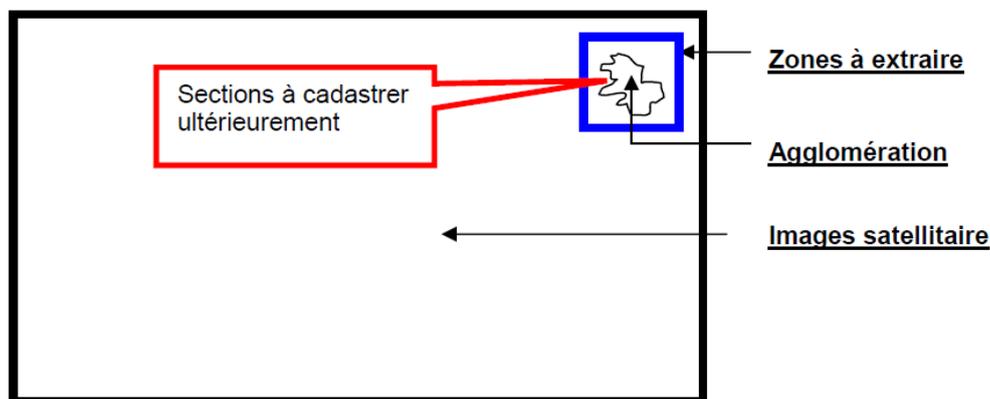


Figure V.3. Exemple de délimitation d'un territoire communal

#### ❑ Application des plans dressés dans le cadre de l'accèsion à la propriété foncière agricole par la mise en valeur

Le directeur du cadastre de wilaya sollicite les services des domaines, pour lui remettre les copies de plan dressés par les géomètres experts fonciers, dans le cadre de l'accèsion à la propriété foncière par la voie de mise en valeur par voie de concession.

Les Directions de cadastre de wilaya concernées qui se disposent de ces plans doivent, dans un premier temps, s'assurer de leur concrétisation au plan juridique au niveau des domaines et de la conversation foncière.

#### ❑ **Application des plans dressés dans le cadre du cadastre général**

Les agglomérations ayant fait l'objet d'un cadastre général seront délimitées avec précision sur l'image satellitaire.

Les écarts constatés entre le fichier vecteur et l'image satellitaire doivent être réduites en agissant sur l'image en se référant sur des points précis identifiables sur les deux fichiers ou en adaptant des transformations simples sans toucher à la géométrie des îlots déjà cadastrés.



**Figure V.4. Application des plans dressés dans le cadre du cadastre général**

Les sections sahariennes et steppiennes seront numérotées à partir du dernier numéro attribué aux sections cadastrées.

#### ❑ **Application des restitutions photogrammétriques qui n'ont pas fait l'objet de cadastre**

Dans le cas où, la zone urbaine n'a pas encore fait l'objet de cadastre et la restitution photogrammétrique existe, il y a lieu de prendre cette dernière comme base lors des opérations de vectorisation de la zone à extraire avec la possibilité de créer les sections conformément à la procédure technique habituelle.

Les sections sahariennes ou steppiques seront numérotées les premières. La numérotation des sections de l'agglomération se fera à partir du dernier numéro de section attribuée dans la commune.

Si l'agglomération s'insère à l'intérieur du PDAU, il y a lieu d'en prendre compte lors de l'extraction comme « sections à cadastrer ultérieurement » dans le cas contraire, **une zone de sécurité s'avère nécessaire.**

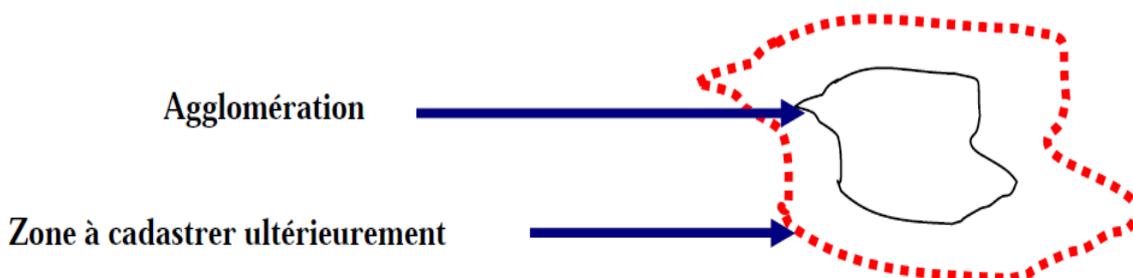


Figure V.5. Application des restitutions photogrammétriques

#### □ Découpage en sections

Le découpage en sections se fera de la manière suivante :

##### 1 .Existence de détails linéaires sur l'image satellitaire ou les cartes topographiques

Les détails linéaires naturels ou artificiels sont de nature à faciliter le découpage de la commune en sections. Pour cela, il y a lieu de prendre des portions de territoires suffisamment riches en informations pour qu'elles puissent constituer une section. A défaut, le regroupement de plusieurs portions de territoire est nécessaire. **La section peut contenir un ou plusieurs îlots.**

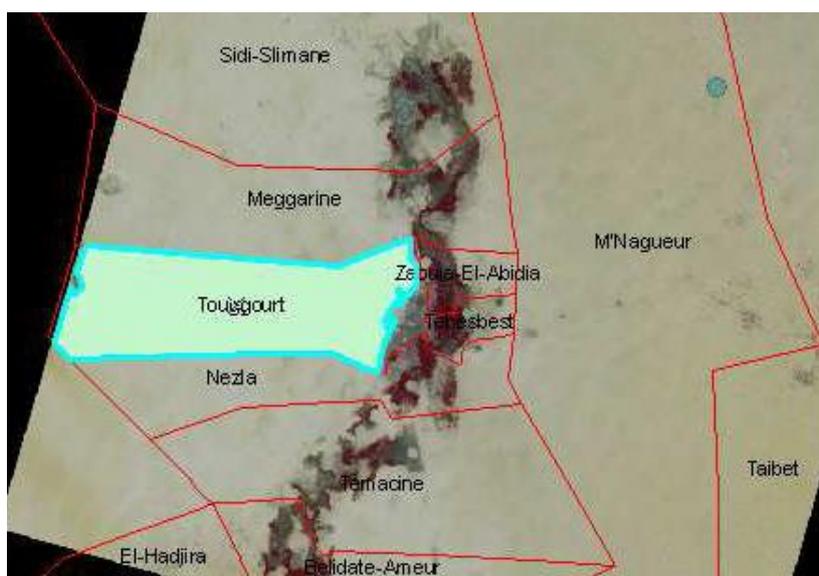


Figure V.6. Exemple de découpage en sections cadastrales

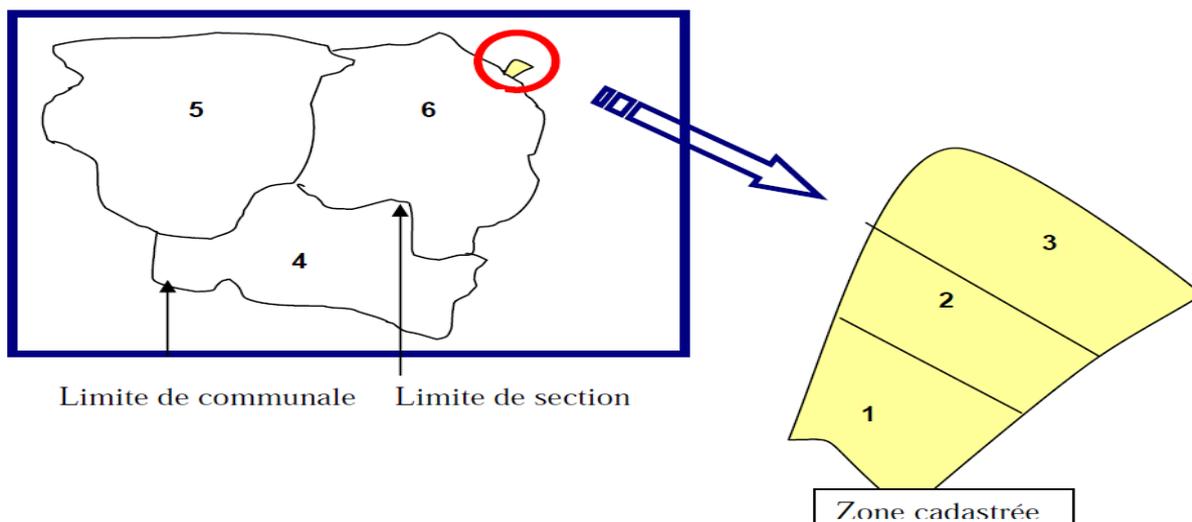


Figure V.7. Découpage en sections en présence des détails naturels

Les sections 1, 2 et 3 au 1/1000 ou 1/2000

Les sections 5, 6 et 7 aux 10 000 ou 1/25 000 zones steppiques

1/25 000 à 1/100 000 zones sahariennes

## 2. Absence de détails linéaires naturels ou artificiels

L'absence de détails linéaires naturels ou artificiels n'est pas de nature à faciliter le découpage en sections. **Une commune de taille moyenne peut constituer îlot de propriété.**

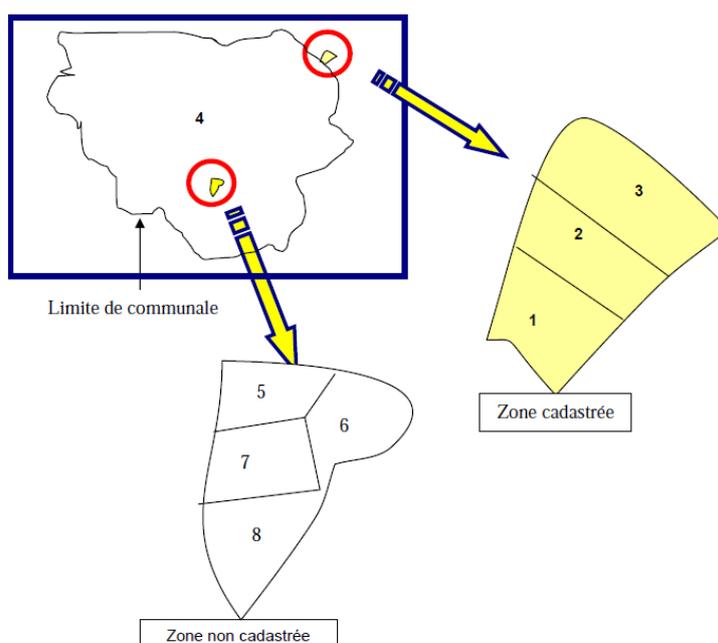
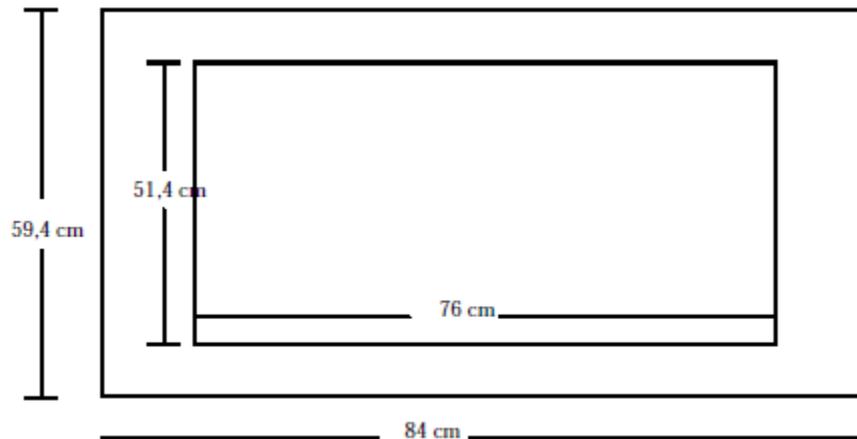


Figure V.8. Découpage en sections en absence des détails naturels

Le format de plan cadastral

- ✓ Le format utile : (76 x 51,4) cm
- ✓ Le format extérieur : (84 x 59,4) cm



**Figure V.9. Dimensions des plans de sections en zones steppiques**

L'échelle d'édition de la section cadastrale est de :

1/10 000 au 1/50 000 Steppique

1/50 000 au 1/200 000 Saharien

#### **Création toponymique**

La toponymie sera extraite, dans un premier, des cartes topographiques numérisées au 1/100000 ou 1/200 000. La toponymie sera enrichie sur la base des documents détenus par les services des APC ou par le témoignage de personnes de la région.

#### **Calcul de superficies**

Le calcul de superficie s'effectue directement sur station graphique à l'aide du logiciel approprié.

#### **Représentation des servitudes**

Les servitudes de passage des canalisations de transport d'hydrocarbures et des lignes de transport de l'énergie seront représentées sur le plan à confectionner à partir de l'imagerie satellitaire.

#### **Confection des documents cadastraux**

- Le plan cadastral
- La matrice
- Etat de section
- Table des comptes

### ❑ **Mise en service des documents cadastraux**

Il est établi trois copies des documents cadastraux destinés :

- ✓ La première à être, conservée au niveau du service du cadastre, qui servira aux opérations de mise à jour.
- ✓ La deuxième à être déposée à la conservation foncière en vue de procéder à l'immatriculation foncière des îlots de propriété cadastrés au nom de l'Etat,
- ✓ La troisième a être déposée au siège de la commune concernée

### ❑ **Remise des documents cadastraux à la conservation foncière**

Pour permettre au conservateur foncier de procéder à la première formalité au livre foncier, les documents cadastraux sont remis à la conservation foncière, suivant les procédures habituelles.

Compte tenu des spécificités des opérations cadastrales, le dépôt concerne l'ensemble des sections de la commune. Toutefois, le dépôt partiel peut être envisagé en raison d'impondérables qui empêcheraient le traitement en une seule opération de tout le territoire de la commune.

Le dépôt dont il s'agit donne lieu à l'établissement d'un procès-verbal de remise dressé et signé, séance tenante, par le conservateur foncier.

Ce procès-verbal fait l'objet d'une très large publicité, conformément aux prescriptions en vigueur.

### ❑ **L'immatriculation des îlots délimités**

Au cas où aucune contestation n'a été enregistrée durant le mois de dépôt en commune, l'immatriculation des îlots dont il s'agit, à la conservation foncière, est opérée définitivement au nom de l'Etat.

A cet effet, il crée une fiche parcellaire (d'îlot ou d'immeuble) pour chaque îlot. Il procède aussi à l'établissement du livret foncier de l'îlot concerné et à sa remise au service des domaines lors du dépôt par ce dernier du bordereau de première formalité.

### ❑ **Dépôt du bordereau de première formalité**

En vue de se faire délivrer les livrets fonciers, le directeur des domaines dépose, à la conservation foncière, le bordereau prescrit par l'article 13 de l'ordonnance n°75-74 du 12 novembre 1975 portant établissement du cadastre général et institution du livre foncier.

Bien que ne disposant, souvent, d'aucun document de nature à conforter l'Etat dans sa qualité de propriétaire sur le bien immobiliers de l'espèce et partant, que ce bordereau n'est d'aucune utilité aux cas présents, le directeur des domaines est tenu tout de même de

respecter, pour l'instant, cette procédure en attendant l'amendement des textes relatifs à l'établissement du cadastre général et l'institution du livre foncier.

#### ❑ **Prise en charge des contestations**

Des contestations peuvent se produire après l'immatriculation définitive des îlots délimités. Il importe de souligner dans ce cas que l'immatriculation opérée ne constitue en aucun cas un obstacle à la prise en charge de la requête présentée, s'il ressort de son examen par le conservateur foncier qu'elle est fondée.

En effet, l'intéressé peut être détenteur d'un titre probant en manière de propriété immobilière mais auquel manque la formalité de publicité foncière, ce qui n'a pas permis de l'identifier lors des travaux préparatoires.

#### ❑ **Traitement des requêtes par le conservateur foncier**

Le conservateur foncier saisi d'une requête procède à un examen qui porte sur le titre présenté. Lors de cet examen deux situations peuvent se présenter :

##### ✓ **Actes authentiques**

Il s'agit des actes notariés et des décisions de justice intervenus avant le décret n°76-63 du 25 mars 1976 précité et qui en raison du caractère alors facultatif de la publicité foncière, n'ont pas été soumis à cette formalité.

Il s'agit aussi des actes reçus par les greffiers notaires, les cadis notaires et les anciens cadis antérieurement à la réforme du notariat opérée par l'ordonnance n°70-91 du 15 décembre 1970.

En la matière, le conservateur foncier doit vérifier qu'il n'a été effectuée aucune formalité de publicité foncière qui aurait fait perdre à ces documents leur caractère d'actualité.

##### ✓ **Actes sous seing privé ayant acquis date certaine avant le premier janvier 1971**

En vertu des dispositions de l'article 89 du décret n°76\_63 du 25 mars 1976 déjà cité, les actes ayant acquis date certaine, au sens de l'article 328 du code civil, avant le 1<sup>er</sup> janvier 1971, constituent également des titres de propriété probants.

Des investigations minutieuses doivent également être effectuées pour s'assurer que ces actes ne sont pas contredits par des informations susceptibles d'exister à la conservation foncière.

### V.3. Note de la Direction Générale relative au cadastre steppique

L'étendue du territoire, l'aspect numérique de l'information cartographique réalisée et surtout **la procédure préconisée nécessite une adaptation** en matière du flux d'information entre le cadastre et la conservation foncière et une nouvelle approche en matière de **mise à jour du plan cadastral**.

En effet, les agglomérations et les zones d'intérêts comportant des exploitations à caractères agricoles ou industriels, ont été délimitées suivant une vectorisation de leurs contours ou seulement englobées dans une configuration géométrique connue (carre, rectangle etc.).

Aussi, **Il arrive, qu'un certain nombre de propriétés privées ont été omises** lors des opérations de cadastre saharien et steppique qui n'ont pu être identifiées compte tenu de la résolution de l'image utilisées.

La présente instruction a pour objet de clarifier, compte tenu de la spécificité du cadastre en zones sahariennes et steppiques, les **modalités techniques de mise à jour de la documentation** cadastrale et du livre foncier, des cas suscitent.

#### V.3.1. Mise à jour de la documentation cadastrale et foncière

La documentation cadastrale constituée doit être constamment tenue à jour des changements susceptibles d'affecter les immeubles. La mise à jour peut résulter d'une mutation à caractère juridique et ou physique.

Les **mêmes prescriptions techniques et juridiques** de l'instruction technique n° du 24 mai 1998 sont applicables en zones steppiques et sahariennes qui n'ont pues être identifiées ou omises pendant les opérations cadastrales. Les cas de l'espèce peuvent être ramenés à des inscriptions à la matrice cadastrale.

Le service du cadastre est rendu destinataire par le conservateur foncier des omissions jugées recevables pour procéder à la localisation. Néanmoins, des mises à jour d'ordre juridique peuvent être réalisées **hors mutations** dans le cas des propriétés

##### V.3.1.1. Prise en charge des omissions

Dans le cas de **l'existence d'un plan régulier** et de **l'acte** de la partie objet de la mise à jour (ou inscription) plan comportant des possibilités de rattachement et d'application :

- ✓ Vérification de la conformité de la superficie du plan avec celle de l'acte
- ✓ Vérification de l'occupation par tout moyen.

Le **croquis de conservation** dans ce cas-là, est le plan scanné à l'échelle 1:1 avec positionnement sur la section cadastrale et vectorisation du périmètre. La superficie ne sera pas calculée, elle est tirée directement de l'acte.

Pour les plans ne comportant pas de possibilités suffisantes de rattachement et d'application, la même procédure sera appliquée. Le positionnement et l'orientation de l'ilot se feront à l'aide d'une image satellitaire récente.

Dans le cas **de l'inexistence de plan régulier**, le travail de vectorisation se fera directement sur l'image satellitaire. Il est utile de rappeler que le service du cadastre **n'intervient que s'il est destinataire** d'une demande d'inscription à la matrice cadastrale conformément à l'instruction n° 16 du 24 mai 1998.

La superficie vectorisée sur l'image satellitaire doit être égale à celle figurant sur l'acte à la **tolérance admise près**.

Dans le cas d'absence de titre, la vectorisation directe sur l'image selon l'occupation. En respectant les prescriptions de l'instruction n° 16 du 24 mai 1998 pour les propriétés non titrées et la note n°4618 du 4 septembre 2004.

### V.3.1.2. Mise à jour du domaine privé de l'Etat

Le cadastre des zones sahariennes et steppiques tel qu'il a été réalisé nécessite la mise à jour du domaine privé de l'Etat. En effet, la zone exclue est constituée de biens de différentes catégories juridiques y compris les biens privés de l'Etat.

Méthodologie à suivre pour la maintenance du plan cadastral :

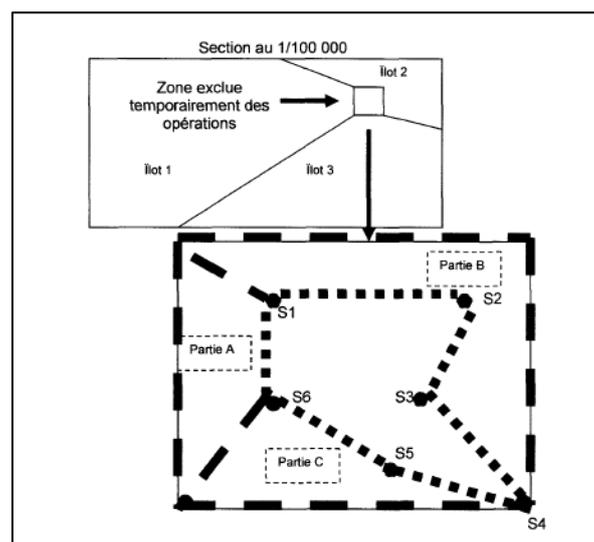


Figure V.10. Exemple de mise à jour des ilots en voisinage d'une zone exclue

L'illustration, représente le cas, d'une figure géométrique connue. Méthodologie de mise à jour :

1. Détermination des sommets (SI, S2, S3, S4, S5 et S6) de la zone exclue, directement de l'image satellitaire à partir des données issues des opérations du cadastre général urbain ou rural et leur intégration à l'image satellitaire.
2. à l'intérieur de la figure, on procède à la vectorisation de la zone : projetée pour les opérations de cadastre général (enquête et délimitation) selon la planification du plan d'opération (2010 - 2014) cadastrée (enquêtée et délimitée).
3. On défalque les superficies des parties A, B et C
4. Mise à jour de la contenance du domaine privé de l'Etat
  - a. ilo t 1 = Superficie (ilot 1) + superficie Partie A
  - b. ilo t 2 = Superficie (ilot 2) + superficie Partie B
  - c. ilo t 3 = Superficie (ilot 3) + superficie Partie C

Dans le cas où, la section est constituée d'un seul ilot t et la zone exclue temporairement des opérations de cadastre général, représente une partie enclavée de l'ilot, il y a lieu de mettre à jour l'ilot cadastré au nom de l'Etat par la superficie défalquée après vectorisation précise sur l'image satellitaire.

### **V.3.2. Changement affectant la situation juridique des immeubles**

La constatation des changements de l'espèce doit respecter les prescriptions suivantes :

1. l'immeuble doit être désigné dans l'acte sujet a publicité foncière, conformément à un extrait cadastral datant de moins de six mois, cette exigence résulte des prescriptions de l'article 74 du décret n° 76-63 du 25 mars 1976 modifié et complété, et a pour but de faciliter au conservateur : l'identification de l'immeuble et la consultation du fichier immobilier et l'accès à la fiche concernée.

En outre, après exécution de la formalité de publicité foncière, l'extrait cadastral permet au service du cadastre de retrouver le compte du dernier propriétaire pour procéder ainsi aux mises à jour conséquentes aux changements juridiques qui lui sont notifiés par le conservateur foncier.

2. Lorsque la mutation entraîne un changement de limite, ce changement doit être constaté par un document d'arpentage.

Ce document enregistre **l'accord des parties sur le changement de limite**, et répond aux nécessités de mise à jour cadastrale.

**Il est exigé** pour tout changement de limite d'une unité cadastrale (surface affectée d'un numéro au plan cadastral) résultant d'un acte ou d'une décision judiciaire translatif, déclaratif, constitutif ou extinctif d'un droit de propriété, d'usufruit, d'emphytéose, ou de superficie.

Pour permettre au cadastre d'assurer la mise à jour du plan cadastral numérique, il y a lieu de demander, en sus document d'arpentage graphique rédigé à une échelle lisible, assortie des coordonnées des sommets, une copie sur CD ROM du document d'arpentage au format DXF dressé dans le référentiel WGS 84.

Dans le cas où, le document d'arpentage est illisible à l'échelle du plan cadastral, un agrandissement en marge s'avère nécessaire.

**Ne donnent pas lieu donc à la production du document d'arpentage** : les mutations portant sur des droits réels autres que le droit de propriété, d'usufruit ou de superficie, les modifications de la propriété bâtie (démolitions, constructions nouvelles), les changements dans la consistance des propriétés non bâties provenant de causes naturelles (alluvions, érosions...).

### **V.3.3. Changement n'affectant pas la situation juridique des immeubles**

Pour ce type de changement le cadastre dresse **des croquis de conservation directement à partir des images satellitaires** récentes ou par application des plans topographiques réalisés pour le service des domaines.

## **V.4. Etude critique de la procédure relative au cadastre steppique**

Dans cette section, nous essayons de faire ressortir les anomalies en chaque étape du déroulement de la procédure d'établissement du cadastre en zones steppiques. Elles sont dans la majorité des cas, sources de problèmes d'ordre technique et juridique.

Tous les paragraphes précédents comportant des phrases en gras ou soulignées, feront l'objet d'un point de cette étude critique, qui sont liés à :

- La procédure d'établissement (plan technique et organisationnel),
- La définition de la zone à exclusion du cadastre steppique et saharien,
- La donnée image utilisée,

La présence de ces anomalies a engendré une situation de nature juridique complexe et confuse faisant objet de la note de la Direction Générale de l'ANC.

#### V.4.1. Déroulement des opérations

Il faut définir une nouvelle démarche pour les zones steppiques et sahariennes puisqu'elles diffèrent des zones du nord : « ...les mêmes **procédés techniques** choisis pour la réalisation du cadastre des zones nord du territoire national sont **aujourd'hui inadaptés** » page 25.

Dans cette nouvelle procédure nous avons souligné les points suivants :

- **Sur le plan organisationnel**, le cadastre ne se fait pas au bureau tel qu'il est mentionné précédemment :
  - « *la délimitation se fait sans déplacement sur terrain et concernera essentiellement le domaine privé de l'état* » page 28.
  - « *La procédure d'établissement du cadastre des terres steppiques et sahariennes est conçue pour être conduite sans sortie sur terrain* » page 31.

Les opérations d'enquête et de délimitation devraient se dérouler sur terrain et non pas au bureau, sauf les travaux préparatoires,

- **Sur le plan technique**, plusieurs anomalies et contradictions liées aux échelles de travail, au contrôle des documents et au découpage en sections :
  - **Différentes échelles** sont mentionnées pour les mêmes zones à cadastrer : « *Les sections 5, 6 et 7 aux 10 000 ou 1/25 000 zones steppiques, 1/25 000 à 1/100 000 zones sahariennes* » page 34. « *L'échelle d'édition de la section cadastrale est de : 1/10 000 au 1/50 000 Steppique, 1/50 000 au 1/200 000 Saharien* » page 35.
  - **Le contrôle de la cohérence** d'un document, doit se faire par rapport à un jeu de données à la même échelle et non pas à une échelle plus grande ou plus petite, le cas de ce qui a été mentionné dans la page 30 : « *La cartographie déjà réalisée par voie photogrammétrique sur la base de **prises de vues au 1/4000** constitue le référentiel à grandes échelles qu'il faut absolument prendre en considération.*  
*Si dans la zone steppique ou saharienne à cadastrer une telle cartographie existe à **30 cm** de précision, il y a lieu de contrôler la cohérence entre les deux géométries* ».

- Même si les superficies des sections dans ces zones deviennent plus importantes, le principe de **découpage en sections** ne doit pas être identique à une unité foncière plus grande et plus précise qui est l'îlot de propriété ! Quand l'îlot devient identique à une section, la **probabilité d'avoir des omissions** devient importante ! la figure V.11 et le tableau V.1 donnent des exemples.

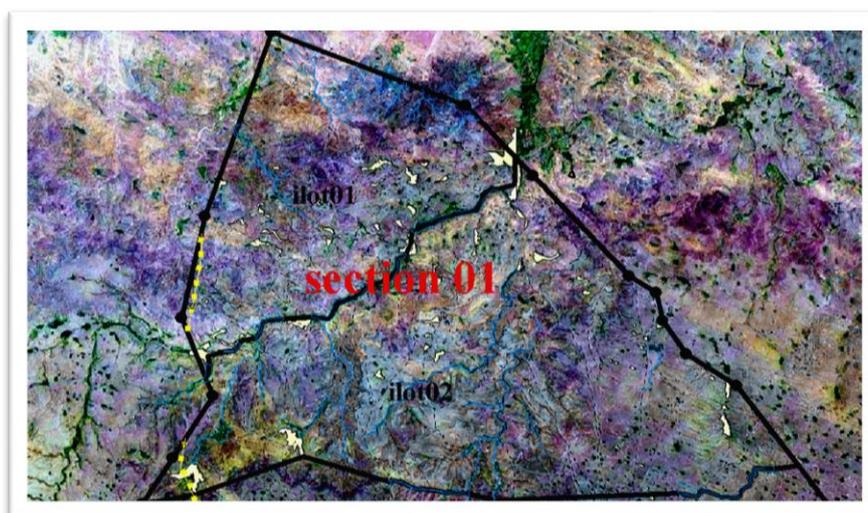


Figure V.11. Découpage d'une section en deux îlots

Tableau V.1. Comparaison entre commune d'El Bayadh et commune de Bnoud en nombre de sections et d'îlots

COMMUNE	TRAVAUX CADASTRAUX			DOCUMENTS CADASTRAUX REMIS AUX CF				
	NOMBRE DE		SUPERFICIE TOTALE CADASTREE	NOMBRE DE			SUPERFICIE TOTALE (EN Ha)	DERNIERE DATE DE LA REMISE A LA CF
	SECTIONS DANS LA COMMUNE	SECTIONS CADASTREES		SECTIONS REMIS	ILOTS REMIS	PROPRIETAIRES REMIS		
- EL BAYADH	29	29	34057	29	304	109	34057	06/10/2008
- KEF LAHMAR	02	02	167098	02	09	09		06/08/2007
- STITTEN	02	02	90034	02	13	04		12/01/2010
- ROGASSA	03	03	242221	03	14	03		24/01/2010
- BOUALEM	02	02	51955	02	04	01		12/01/2010
- AIN EL ORAK	01	01	76026	01	08	02		12/01/2010
- GHASSOUL	02	02	55074	02	10	04		12/01/2010
- SIDI AMAR	02	02	118543	02	11	03		12/01/2010
- CHEGUIG	02	02	80703	02	05	01		25/08/2010
- TOUSMOULINE	03	03	86820	03	12	05		15/08/2010
- ARBAOQUET	03	03	140479	03	07	01		12/01/2010
- BOUSSEMGHOUNE	02	02	58050	02	10	08		12/01/2010
- KERAKDA	02	02	84459	02	05	01		12/01/2010
- CHELLALA	02	02	20671	02	05	02		12/01/2010
- SIDI TAIFFOUR	03	03	120723	03	03	01		12/01/2010
- SIDI SLIMANE	01	01	15508	01	03	01		12/01/2010
- EL KHEITER	03	03	102173	03	04	02		24/01/2010
- EL MEHARA	03	03	297635	03	06	02		01/08/2007
- BNOUD	02	02	1935449	02	03	01		12/01/2010
- EL A/S/CHEIKH	03	03	1599542	03	19	05		12/01/2010
- BOUGTOB	02	02	200685	02	03	02		24/01/2010
- BREZINA	05	05	1560325	05	10	01		12/01/2010
<b>TOTAUX</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>7138230</b>	<b>79</b>	<b>468</b>	<b>168</b>		

### V.4.2. Données images

Pour les images, la première remarque correspond à leur utilisation, dans la page 28 : « *L'imagerie satellitaire à exploiter doit permettre une extraction aussi fine que possible des zones présentant un caractère utile sur le plan juridique* ». S'il s'agit d'une extraction fine, il faut qu'elle soit par procédé automatique sur l'ensemble de l'image et non pas par photo-interprétation :

- « *L'interprétation et l'identification des zones en question se feront de façon visuelle, par un opérateur de profil cadastre* » page 28,
- « *L'exploitation des différentes caractéristiques en termes de texture, forme, ton etc. est de nature à se rapprocher au mieux des zones d'intérêts* » page 29,

Un autre point lié à la délimitation des objets à partir des images doit être clarifié :

- « *Les images d'au moins deux satellites à différentes résolutions s'avèrent nécessaires pour délimiter la zone nécessitant un cadastre au **1/1000** au **1/2500**. 1 à 2.5 mètres pour : Délimitation des constructions individuelles et isolées. Délimitation des petites parcelles agricoles ». Page 29*

Ce paramètre dépend directement de la résolution spatiale de ces dernières, c'est-à-dire pour chaque résolution correspond une nomenclature d'objets à cartographier, ce qui nécessite d'étudier les capacités du support image à utiliser (besoin de délimitation) afin de déduire à quel niveau de détails il correspond (échelle).

### V.4.3. Zones à exclure du cadastre steppique et saharien

Nous considérons que ce point constitue le problème fondamental du cadastre steppique car en l'absence d'une définition précise et correcte de ces zones à exclure, une situation pleine d'omissions a été créée :

- *Page 27 : « Au Plan juridique : à l'exclusion des routes et autres portions qui relèvent du domaine public, des immeubles détenus par les particuliers en vertu de titres légaux et des biens wakfs, le reste des étendues steppiques et sahariennes constitue le domaine privé de l'Etat ».*
- *Page 29 : « Délimitation des zones à exclure sous une forme géométrique régulière (Rectangle ou carré) ».*
- *Page 26 : « Pour les agglomérations et autres zones habitées ou comportant des exploitations agricoles ou encore tous établissements, qu'elle qu'en soit la nature, sont,*

*dans un premier temps, en raison de la densité des unités foncières qui la composent, seulement « délimitées » suivant une vectorisation de leurs contours. Elles figurent dans le plan cadastral en tant que périmètres non soumis aux opérations du cadastre saharien ou steppique. Elles seront cadastrées ultérieurement selon les modalités techniques habituelles ».*

- *Page 28 : « les zones utiles à forte densité parcellaire seront exclues momentanément des opérations et seront cadastrées ultérieurement, selon le cas (rural ou urbain), par la procédure classique ».*

Toutes ces définitions sont imprécises et incomplètes, tant qu'il n'y a pas une définition de légende exhaustive des détails concernés par cette exclusion et que le procédé d'extraction se fait par photo-interprétation, des omissions peuvent exister partout dans le territoire cadastré, et à l'intérieur de chaque section, voire même chaque îlot. Chose qui a été confirmée dans la Note de la Direction Générale de l'ANC et dans l'exemple de correspondance ci-dessous :

*« A l'origine de cette malencontreuse situation de confusion, d'une part l'échelle très petite (1/200 000ème) du support cartographique utilisé pour cadastrer ces immenses zones sahariennes qui ne permet pas de distinguer et de délimiter les périmètres de petits hameaux afin de les exclure des zones sahariennes et d'envisager de les cadastrer ultérieurement, d'autre part l'instruction de La DGDN n°1 relative à la conduite des opérations du cadastre et d'immatriculation des terres steppiques et sahariennes ne prévoit pas de procédure appropriée pour solutionner ce cas de figure ». Extrait de la note de la Direction Générale de l'ANC.*

**الموضوع: المسح الصحراوي – بلدية العالية – منطقة الشقة**  
**المرجع: رسالتكم رقم 2940 المؤرخة في 2015/7/08**

بموجب رسالتكم المشار إليها بالمرجع، عرضتم الصعوبات التي تتلقاها مديرية مسح الأراضي لولاية ورقلة، إثر طلب السيد والي ولاية ورقلة بضرورة التكفل بوضعية بعض المواطنين نتيجة إقحام، عن طريق الخطأ، عقاراتهم المتواجدة بمنطقة الشقة (localité de Chagga) ضمن إجراءات المسح الصحراوي وتسجيلها في حساب الدولة.

اقترحتم ضمن، تقريركم لحل الإشكال، توظيف أحكام المادة 21 من المرسوم رقم 76-62 المؤرخ في 1976/3/25، المعدل والمتمم، المتضمن إعداد مسح الأراضي العام، لعدم تطرق التعليم رقم 01 المؤرخة في 23 ماي 2009 المتعلقة بكيفيات سير عمليات المسح والترقيم العقاري للأراضي السهبية والصحراوية إلى هذا النوع من الإشكال.

في هذا الصدد، و نظرا لأهمية الملف و خصوصيته، يشرفني أن أطلب منكم دعوة المدير الجهوي لمسح الأراضي لولاية ورقلة العمل بالموازاة مع المفتش الجهوي لأموال الدولة و الحفظ العقاري لولاية ورقلة و بحضور المدراء الولائيين لمسح الأراضي و الحفظ العقاري و أملاك الدولة، ضمن لجنة ولانية، قصد العمل على:

- ✓ مراجعة وثائق المسح (المسح الصحراوي) من خلال تحديد، و بدقة، المنطقة التي لا تدخل ضمن المسح الصحراوي، لإخضاعها فيما بعد إلى إجراءات المسح العام؛
- ✓ إعداد دفتر أ عقار، ما حديدا باسم الدولة بعد خصم مساحة منطقة الشقة السالفة الذكر.

Nous proposons de modifier et compléter la définition mentionnée dans la page 31 : « *Les zones agglomérées et les groupements d'îlots de taille importante et dont la détermination de la nature juridique nécessite un transport sur terrain, seront délimités en tant que sections à cadastrer ultérieurement, dans le cadre des procédures habituelles d'établissement du cadastre général* », par la prise en considération des points suivants :

- La nature du paysage des zones steppiques et sahariennes,
- La résolution spatiale de l'image support d'étude.
- Adaptation des techniques d'extraction automatique en fonction des deux paramètres ci-dessus.

## **V.5. Paramètres liés à la définition des zones à exclure**

Ces paramètres qu'on va définir dans cette section facilitent l'identification des omissions à l'intérieur des îlots situés en dehors des zones agglomérées dont les titres de propriété ne sont pas réunis lors des travaux préparatoires et qui doivent être pris en charge pour inscrire leurs propriétaires sur la matrice cadastrale.

### **V.5.1. Le paysage des zones steppiques**

Il faut étudier la nature de la zone avant d'exploiter l'imagerie spatiale, cela pour voir quel type de détail compose la zone à exclure et au même temps constitue un échantillon pour toute extraction par classification ou un autre procédé.

Dans notre cas, la steppe est définie comme «une formation végétale, primaire ou secondaire; basse et ouverte dans sa physionomie typique et inféodée surtout aux étages bioclimatiques, arides et désertiques dont elle est l'expression naturelle ».

Le terme steppe, évoque d'immenses étendues plus ou moins arides, C'est un écosystème caractérisé par une formation végétale hétérogène discontinue plus au moins dense, composée de plantes herbacées et arbustives xérophiiles de hauteur limitée, et par des sols à faible taux en matière organique.

Considéré comme des grands espaces, les steppes algériennes constituent une vaste région qui s'étend du l'Atlas Tellien au Nord à l'Atlas Saharien au Sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Les 20 millions d'hectares comprennent 15 millions d'hectares de steppe proprement dite, distribués sur plusieurs wilaya et 5 millions d'hectares **de terres cultivées, de maquis, de forêts, et de terrains improductifs.**

### V.5.2. Nomenclature d'objets constituant la zone à exclure

Ces objets doivent être définis en fonction de la résolution spatiale de l'image à utiliser, pour notre cas par exemple, nous pouvons illustrer la nomenclature Spot-Théma qui correspond aux images du satellite Spot5 de résolution spatiale 2.5 m, identique à celle du satellite ALSAT2.

Tableau V.2. Nomenclature d'objet définis dans la légende Spot-Théma

Premier Niveau 8 classes jusqu'au 1/50 000e	UMET (ha)	Deuxième Niveau 29 classes jusqu'au 1/25 000e	UMET (ha)	Troisième Niveau 46 classes jusqu'au 1/10 000e	UMET (ha)
1. - ESPACES URBANISES	4	1.1 - Zones bâties à prédominance d'habitat	0.5	111 - tissu urbain continu 112 - habitat discontinu pavillonnaire dense 113 - habitat discontinu pavillonnaire peu dense 114 - habitat discontinu collectif 115 - habitat discontinu mixte 116 - habitat isolé	0.5 0.5 0.5 2 0.5 0.1
		1.2 - Grands équipements urbains	4	120 - grands équipements	1
2. - SURFACES INDUSTRIELLES OU COMMERCIALES ET INFRASTRUCTURES DE COMMUNICATION	4	2.1 - Zones d'activité économique	4	211 - zones industrielles 212 - zones commerciales 213 - parcs technologiques et zones d'activité tertiaire 214 - bâtiments agricoles	1 1 1 1
		2.2 - Infrastructures routières et ferroviaires	4	221 - réseau routier principal et espaces associés 222 - réseau ferroviaire et espaces associés	1 1
		2.3 - Infrastructures des zones portuaires	4	230 - emprises portuaires	1
		2.4 - Infrastructures des zones aéroportuaires et aérodromes	4	240 - emprises aéroportuaires	1
3. - EXTRACTION DE MATERIAUX, DECHARGES, CHANTIERS	4	3.1 - Extraction de matériaux, décharges, chantiers	4	311 - extraction de matériaux 312 - décharges 313 - chantiers	1 1 1
4. - ESPACES RECREATIFS	4	4.1 - Espaces verts (parcs, jardins)	4	411 - espaces verts urbains 412 - autres parcs et jardins	1 1
		4.2 - Equipements sportifs et de loisirs	4	421 - installations sportives 422 - équipements de loisir	0.5 1
5. - ESPACES AGRICOLES	4	5.1 - Terres arables non inondées et espaces prairiaux agricoles	4	511 - jardins familiaux 512 - espaces libres urbains 513 - cultures annuelles et prairies	0.5 0.25 2
		5.2 - Cultures permanentes	4	521 - vignes 522 - vergers 523 - oliveraies	2 2 2
		5.3 - Rizières	4	530 - rizières	2
		5.4 - Marais salants	4	540 - marais salants	2

Premier Niveau 8 classes jusqu'au 1/50 000e	UMET (ha)	Deuxième Niveau 29 classes jusqu'au 1/25 000e	UMET (ha)	Troisième Niveau 46 classes jusqu'au 1/10 000e	UMET (ha)
6. – ESPACES BOISES	4	6.1 - Feuillus dominants	1	610 - feuillus dominants	0.5
		6.2 - Conifères dominants	1	620 - conifères dominants	0.5
		6.3 - Peuplements indéterminés	1	630 - peuplements mixtes conifères – feuillus	0.5
		6.4 - Espaces boisés en mutation	1	640 - coupes forestières et jeunes plantations	0.5
		6.5 - Boisements linéaires	150 m (en longueur)	650 - boisements linéaires	150 m (en longueur)
7. – AUTRES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS	4	7.1 - Landes et garrigues	1	710 - landes et garrigues (végétation basse et diffuse)	0.5
		7.2 - Végétations sclérophylles (maquis et fourrés)	4	720 - végétations sclérophylles (végétation plus haute et plus dense)	2
		7.3 – Pelouses et steppes	4	730 - pelouses et steppes	2
		7.4 – Plages, dunes, sables	4	740 - plages et dunes vives	2
		7.5 – Roches nues	4	750 - roches nues	2
		7.6 – Zones incendiées	4	760 - zones incendiées	2
		7.7 – Glaciers et neiges	4	770 - glaciers et neiges	2
		7.8 – Marais et tourbières	4	780 - marais et tourbières	2
8. – EAU	4	8.1 - Cours et voies d'eau	40 m (en largeur)	810 - cours et voies d'eau	40 m (en largeur)
		8.2 - Eaux continentales ou littorales	0.5	820 - eaux continentales ou littorales	0.5
		8.3 - Mer, océan et estuaires	sans objet	830 - mer, océan et estuaires	sans objet

## V.6. Démarche développée

Des solutions techniques ont été proposées dans notre article publié à la Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection en date du 19/04/2021, volume 223, sous l'intitulé : « Apport de l'imagerie ALSAT2 pour la maintenance du cadastre steppique en Algérie », DOI : <https://doi.org/10.52638/rfpt.2021.504>.

### V.6.1. Données et zone d'étude

La wilaya d'El Bayadh fait partie intégrante de la région des Hautes Plaines steppiques du Sud-Ouest algérien. Sur le plan physique, elle présente trois grandes zones distinctes :

- Au nord : les Hautes Plaines ;
- Au centre : l'Atlas saharien ;
- Au sud : la frontière présaharienne.

Dans notre étude, pour des raisons de disponibilité des données, on a choisi deux communes : La commune d'El Bayadh d'une superficie de 48783 Ha et la commune de Rogassa qui couvre environ 241600 Ha, délimitées géographiquement par les parallèles 33°,26 et 34°,16 Nord, et les méridiens 0°,73 et 1°,23 Est.



**Figure V.12. Ortho-image ALSAT2 drapée sur le MNT de la ville d'El Bayadh (altitude moyenne de 1313 m).**

Concernant les données images, sur un nombre de onze (11) scènes, qui couvrent la zone d'étude, sept (07) images ont été utilisées pour produire le support ortho-image dont une scène utilisée pour la détermination de l'échelle par étude du potentiel d'identification des objets. Il s'agit d'une

évaluation du potentiel cartographique de l'imagerie satellite qui doit se faire sur la base de critères permettant de conférer au produit les qualités suivantes:

- La possibilité de pouvoir identifier sans ambiguïté, sur l'image, le type et la nature des objets à représenter sur une carte à une échelle donnée.
- La précision de la localisation de ces objets identifiés. (M. Ettarid, 2004).

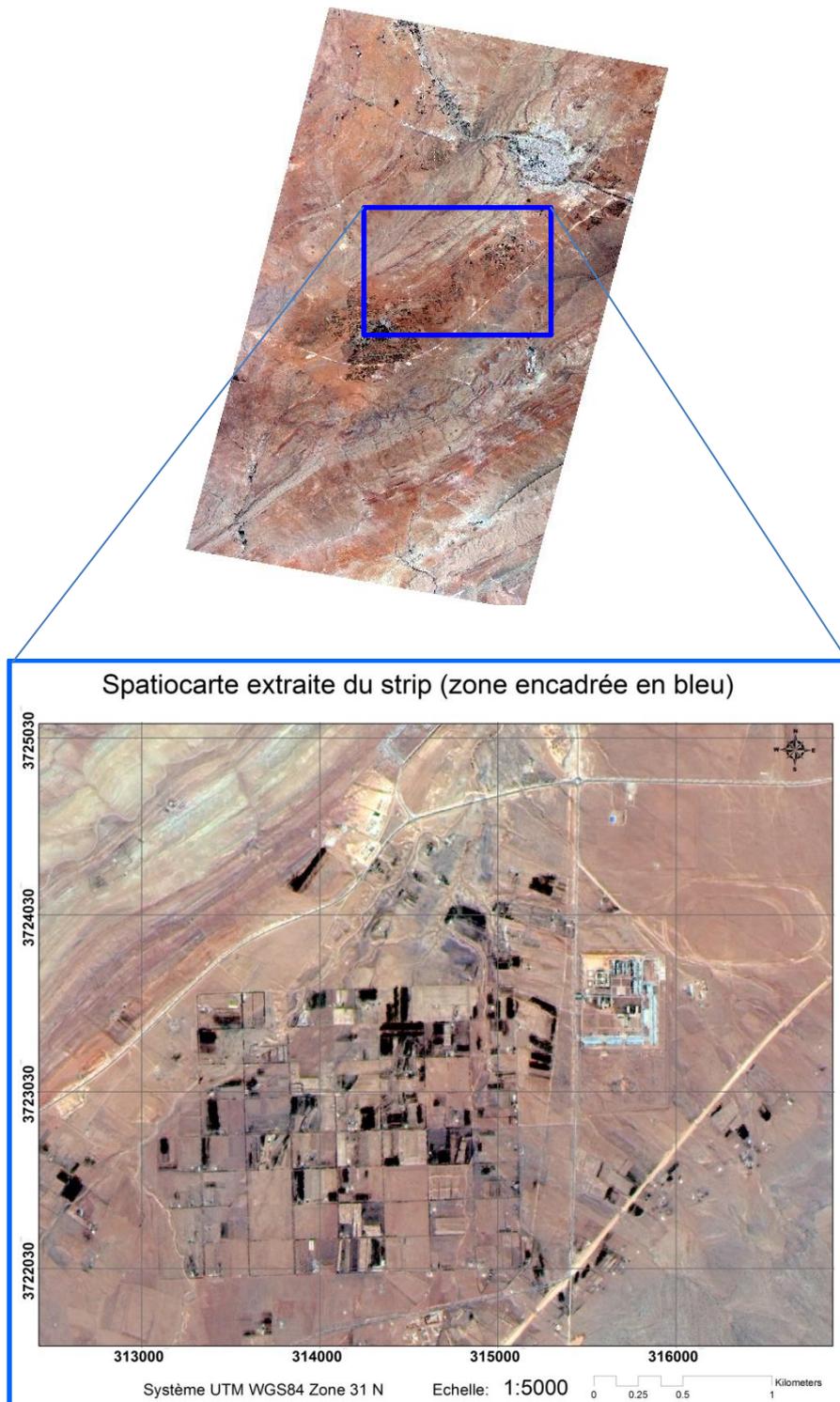
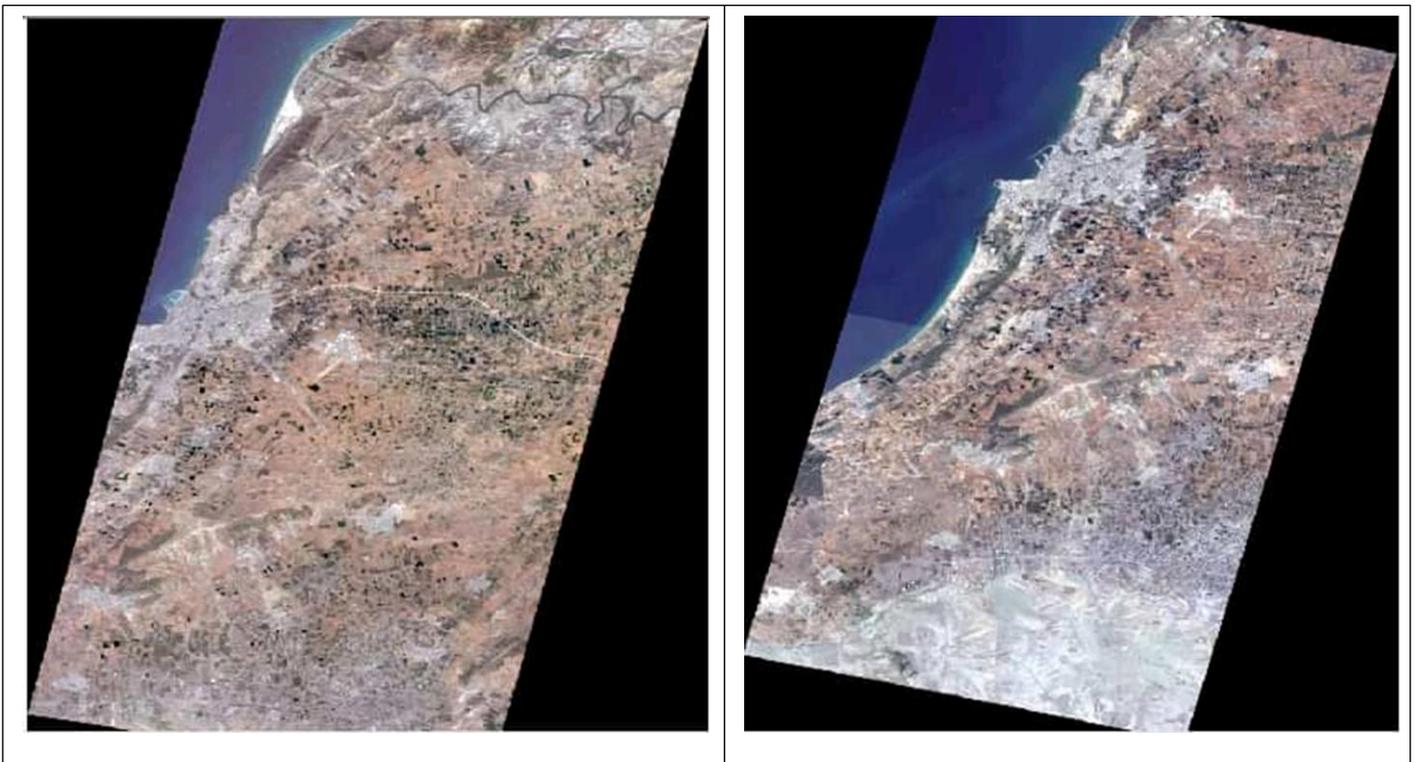


Figure V.13. Exemple d'un segment composé de deux images ALSAT2.

**Tableau V.3. Exemple de Métadonnées d'une image ALSAT2**

Image ALSAT2	Caractéristiques
Nom de l'image	A1M 2017-06-22 09:58:23.6338960
Dimension de la scène (lignes et colonnes)	1750 x 1750
Format de stockage	GEOTIFF
Date de prise de vue	22-06-2017
Heure de prise de vue	09 h 58 '23''
Système de coordonnées géographiques	WGS 84
Nombre de bandes spectrales	4 Bandes
Résolution spatiale (mètre)	2,5 x 2,5
Localisation géographique	$\lambda_{\min} = 00^{\circ}51' 40'' E$ $\lambda_{\max} =$ $01^{\circ}05' 22'' E$ $\phi_{\min} = 33^{\circ}34'$ $48'' N$ $\phi_{\max} = 33^{\circ}46' 07'' N$

Le même type d'images ALSAT2, sont utilisées dans le chapitre 07 et 08, prises en deux dates différentes : 2013 et 2017 sur la ville de Mostaganem.



**Figure V.12. Images Alsat2 prises sur la région de Mostaganem –à droite en Mars 2017 et à gauche en Mars 2013 (Source : ASAL)**

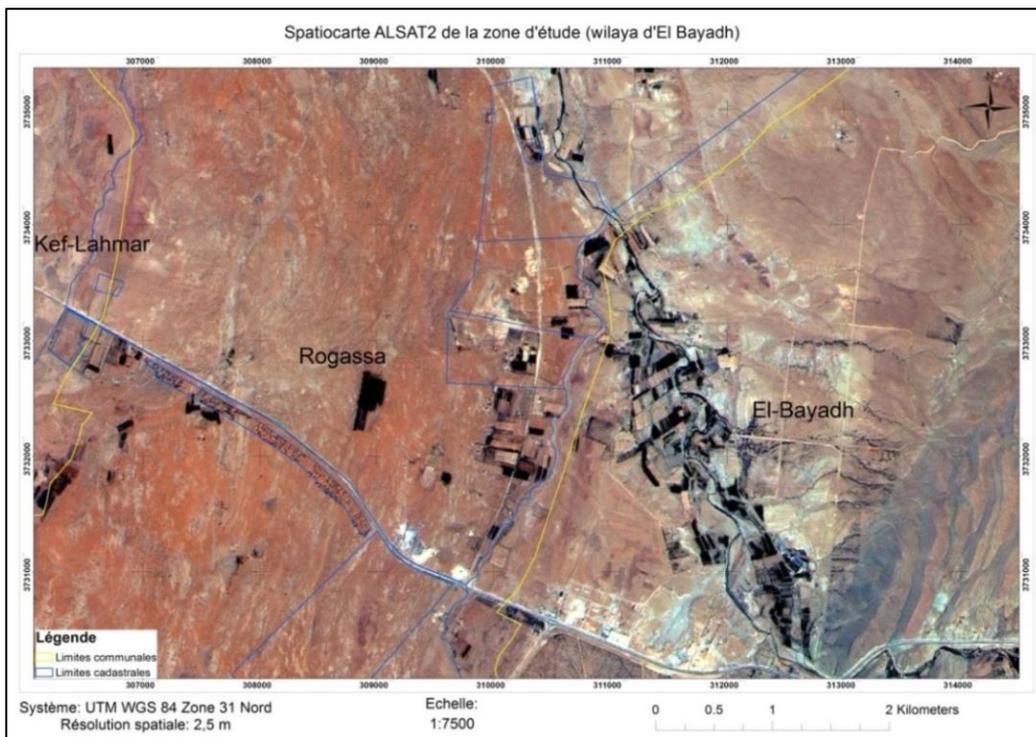


Figure V.13. Spatiocarte de la zone d'enquête cadastrale.

Pour démontrer l'efficacité des images ALSAT2 en matière d'extraction de l'information (utile pour la mise à jour du cadastre steppique) un jeu de données des bases graphiques Version 1.6 (dernière mise à jour en 2013) a été récupéré auprès de l'Agence Nationale du Cadastre qui couvre la commune d'El Bayadh (chef-lieu de la wilaya) et la commune de Rogassa.

Références cadastrales des zones choisies

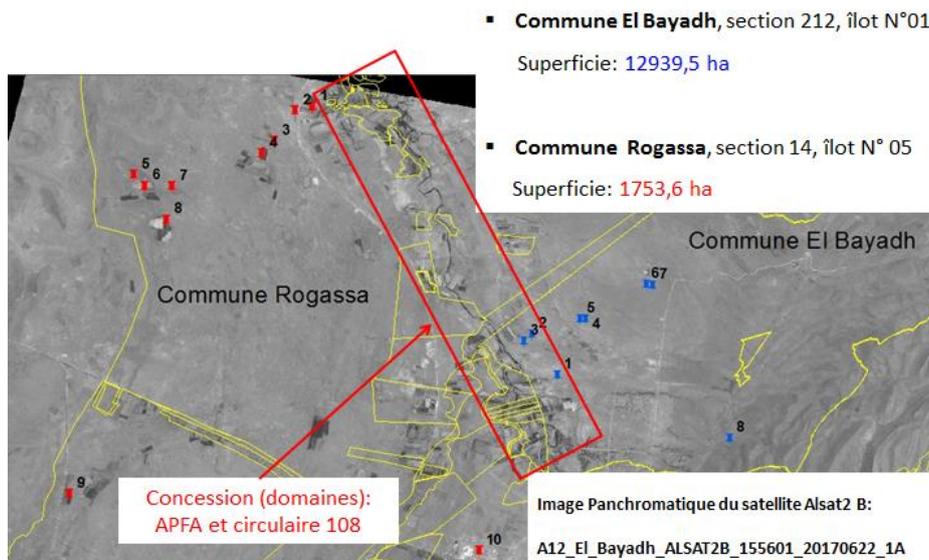


Figure V.14. Références cadastrales des sites choisis

## V.6.2. Méthodologie et résultats

La disponibilité de données haute résolution à partir d'une plate-forme satellitaire a ouvert de nouvelles possibilités pour la cartographie et la mise à jour du cadastre (P. Jayaprasad et al, 2006). Le paysage steppique est marqué par la présence de détails inférieurs au seuil théorique d'extraction de plusieurs objets, par exemple l'objet bâti isolé qui est un élément pertinent d'appréciation de l'omission de la présence des propriétés recherchées (propriétés privées, de l'Etat occupées dans le cadre de concessions ou Arch).

A cet effet, nous avons opté pour des méthodes qui intègrent, en plus des dimensions spectrales, les informations texturales et géométriques, parmi lesquelles figure l'approche orientée objet (A. Puissant, 2003). La méthodologie suivie repose sur le principe de tester plusieurs classifieurs qui donnent généralement des informations certaines (redondantes) et d'autres en confusion (complémentaires).

Le but recherché est la formulation de règles de connaissances permettant l'identification et l'extraction des éléments pertinents à la maintenance du cadastre steppique dans le cadre d'une démarche de classification orientée objet.

Durant tous les traitements, le choix des échantillons était en adéquation avec la nomenclature Spot Théma définie à une résolution spatiale équivalente à l'image support d'étude. (Spot Théma est un produit d'occupation du sol à l'échelle des agglomérations, proposé sur la France métropolitaine et décliné en 8, 29 et 46 classes. Il s'agit d'une base de données vectorielles produite à partir de l'interprétation d'images satellites SPOT 1 à 5 ou équivalent, d'une résolution de 2,5 et 20m, Astrium GEO Information Services, 2011).

Ainsi la notion de zone exclue (omise) du cadastre steppique a été redéfinie dans le cadre de ce travail de manière à prendre en considération toute possibilité d'existence de propriété privée dans le territoire cadastré.

Initialement cette notion portait sur les agglomérations, les zones comportant des exploitations agricoles ou tous les établissements (quelle qu'en soit la nature) qui sont seulement «délimités» suivant une vectorisation de leurs contours en raison de la densité des unités foncières qui la composent. Elles figurent dans le plan cadastral en tant que périmètres non soumis aux opérations du cadastre saharien ou steppique. Elles seront cadastrées ultérieurement selon les modalités techniques habituelles basées sur les orthophotoplans et restitutions photogrammétriques.

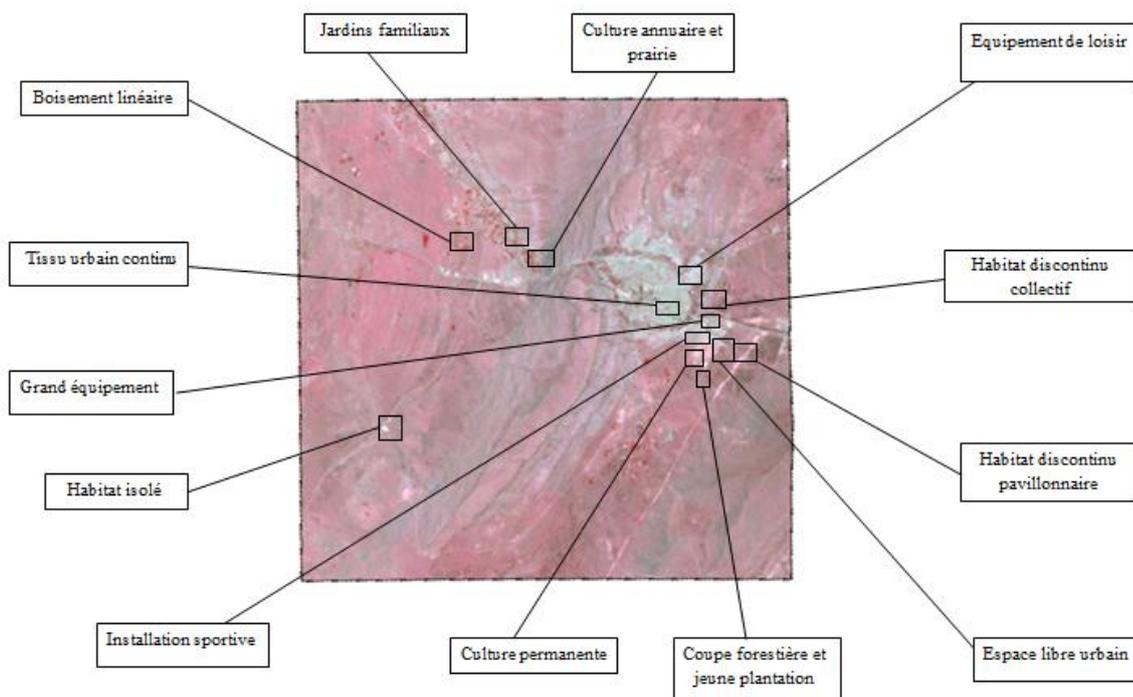


Figure V.15. Répartition spatiale sur l'image ALSAT2 des échantillons choisis selon la nomenclature d'objets Spot-Théma

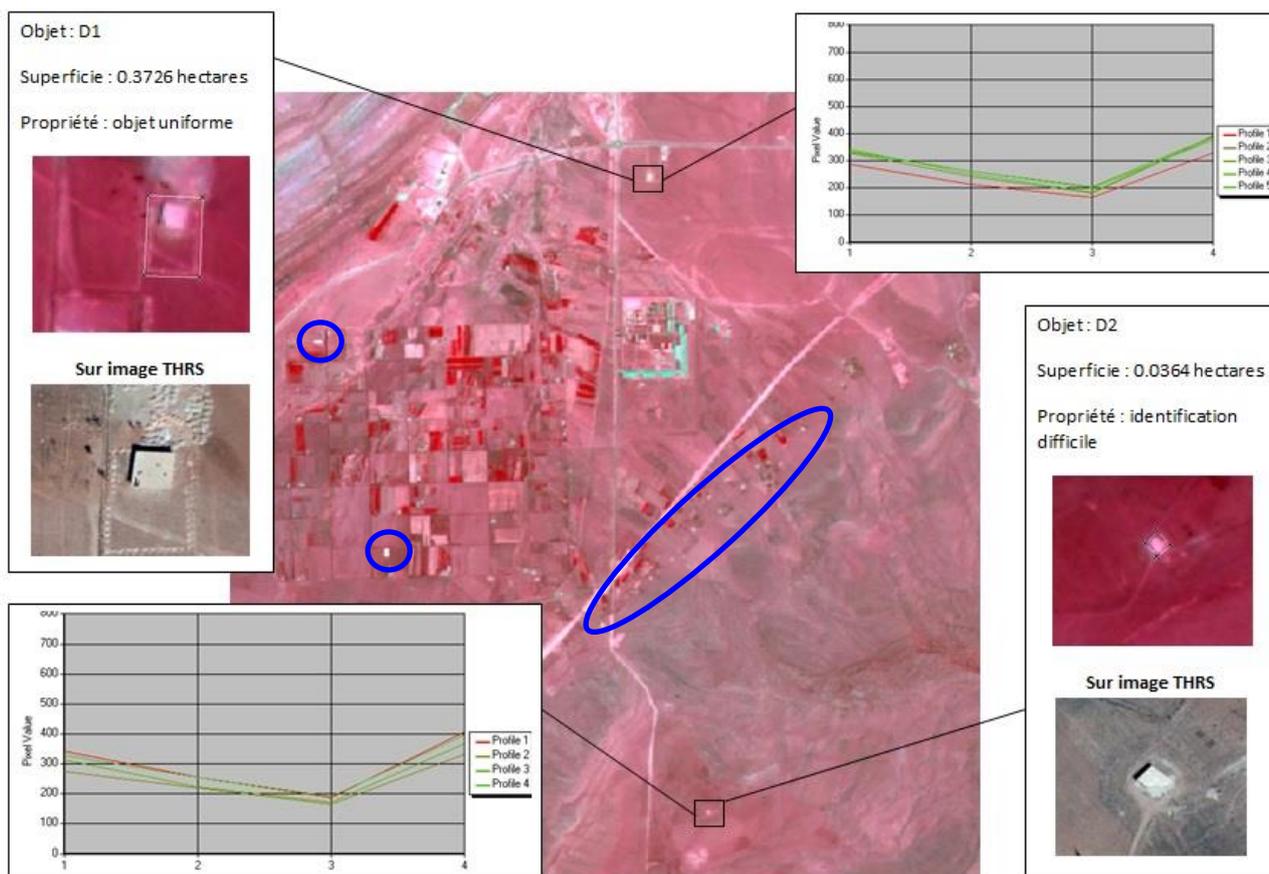
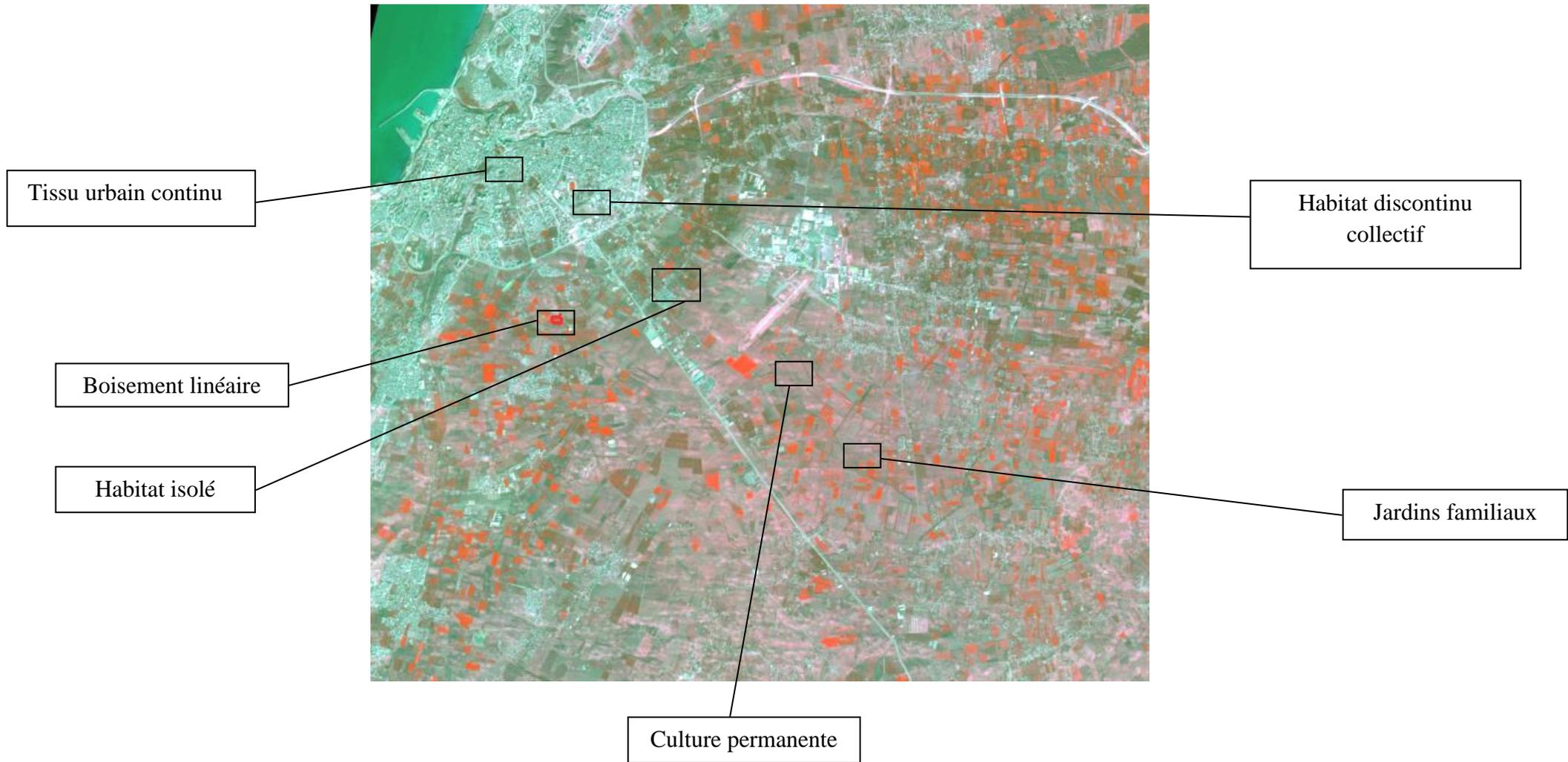


Figure V.16. Exemples de propriétés spectrales de quelques échantillons choisis selon la nomenclature d'objets Spot-Théma (leur identification avec agrandissement à partir de l'image ALSAT2 et sur images THRS type Google-Earth). Les cercles bleus correspondent à des objets bâtis qui ne peuvent pas être considérés comme isolés en raison de leur proximité avec des routes ou leurs positions à l'intérieur de parcelles (facilement identifiables).

Pour le cas des images Alsat2 de Mostaganem, identiquement au cas d'El Bayadh, les différentes classes thématiques relatives à la nomenclature Spot Théma sont présentées sur la figure V.17. Les paramètres de segmentations servant à l'extraction des différents objets sont exposés aux chapitres 07 et 08 de la thèse à titre de comparaison et de validation de l'algorithme d'apprentissage développé.



**Figure V.17. Classes d'objets de la nomenclature Spot Théma à l'échelle du 1/25000 représentées sur l'image ALSAT2 de Mostaganem**

Revenant au milieu steppique qui est un espace marqué par la dominance du bâti isolé et des cultures qu'on peut faire correspondre à des jardins familiaux de la nomenclature Spot Théma (figure V.15). Notre objectif ici n'est pas de tester les méthodes de classification pour une production cartographique ordinaire, qui doit obéir aux normes de représentation et de définition des objets sur des plans, mais plutôt d'extraire l'information sur ces petits objets 'bâtis isolés (niveau d'identification suffisant) ou parcelles (cartographie à une échelle 1/10000 à 1/25000)' qui fourniront des informations sur la présence des propriétés privées ou des biens étatiques occupés par des personnes physiques. Nous avons testé les méthodes standards dans le domaine des classifications d'image pour bien cerner la variation spectrale des différents objets. Ensuite, nous les avons intégrées dans un processus de fusion orientée objet pour avoir des résultats avec un taux minimum de confusion thématique. L'organigramme présenté dans la figure V.18 résume toute la chaîne de traitement allant de l'image support d'étude en passant par la nomenclature des objets et la définition des zones exclues (omises) jusqu'à l'obtention des résultats et leur validation.

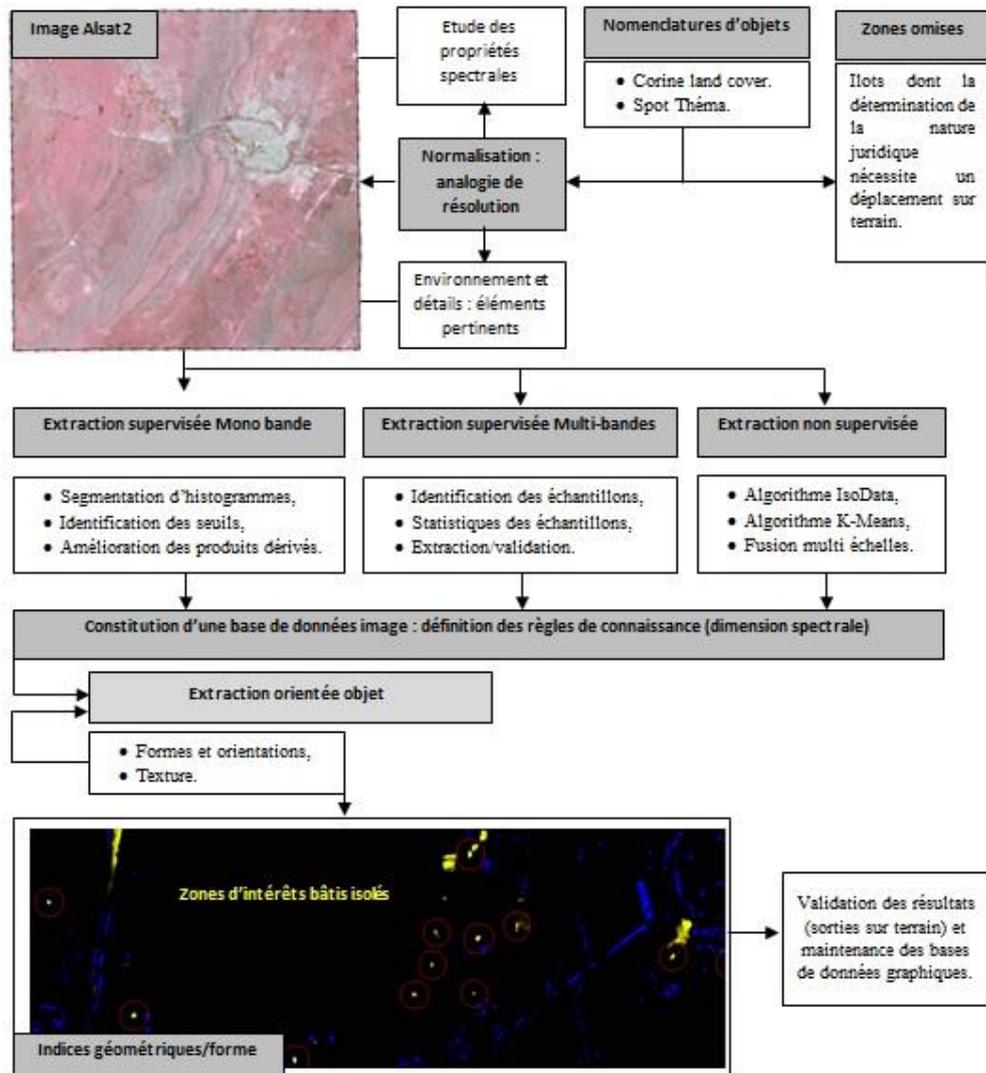


Figure V.18. Approche méthodologique développée pour l'identification des zones d'intérêt (flots de propriété bâtis ou non bâtis) dans le cadre de la maintenance du cadastre steppique.

### V.6.3. Précision géométrique de l'imagerie ALSAT2

Plusieurs normes relatives à la notion de précision de la position existent dans la littérature (ex : P. A. Handbook, 1999) La norme NMAS (United States National Map Accuracy Standards) appliquées aux USA (F.G.D.Committee, 1998), qui est adaptée aux grandes étendues (cas de nos régions steppiques et sahariennes en Algérie). Elle a une relation entre l'indice CE90 et l'échelle de restitution. Elle est donnée pour des échelles plus grandes que 1/20 000 par :

$$E = CE90 \times 100 / (2,54 \times 0,03333)$$

Elle utilise l'indice CE90 dont l'erreur a un intervalle de confiance de 90% pour évaluer la qualité des documents. Cinq points GPS ont servi à la détermination de l'échelle de l'image ALSAT2. Ces points sont exclus du calcul de l'orientation externe.

**Tableau V.4. Coordonnées des points GPS et Orthoimage ALSAT2 utilisées pour la détermination de l'échelle (approche géométrique)**

Coordonnées GPS		Coordonnées Ortho-image ALSAT2	
X	Y	X	Y
318892.67	3733998.59	318890.00	3734001.89
319194.83	3722897.33	319197.43	3722894.64
309539.50	3719456.88	309537.75	3719456.87
315693.63	3716341.13	315693.79	3716343.18
312979.54	3709923.89	312980.97	3709921.24

**Tableau V.5. Détermination de l'échelle cartographique de l'image ALSAT2 support d'étude**

Ecart X	Ecart Y	Ecart D	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_l$
2,675	-3,298	4,24	2,18	2,71	3,48
-2,597	2,697	3,74			
1,755	0,014	1,75			
-0,153	-2,048	2,05			
-1,422	2,651	3,00			

**CE90= 7,46 et  
1/E=1/8816**

L'échelle déterminée par application de la norme NMAS est  $1/E=1/9000$  et qui ne concerne que la précision de position sans relation avec l'identification des objets qui dépend de la résolution spatiale de l'image.

#### V.6.4. Capacité informative de l'imagerie ALSAT2

Une interprétation spectrale a été faite en examinant plusieurs échantillons présentés :

- **Au niveau des statistiques par pixel :** sont illustrées par le tracé des signatures spectrales dans les quatre bandes (bleu, vert, rouge et proche infrarouge) et ne représentent qu'une variation des pixels isolés (figure10) sans tenir compte des variations du voisinage et de la totalité des pixels qui forme l'objet. Les signatures confirment l'appartenance des pixels à la même classe thématique mais n'indiquent pas la confusion spectrale entre les pixels testés.
- **Au niveau des statistiques par objet :** contrairement au cas précédent les statistiques zonales ou par objet peuvent révéler l'hétérogénéité spectrale de l'objet et son voisinage. Cela dépend d'une part, du nombre de pixels qui le composent, et d'autre part, de la nature de l'objet lui-même.

##### V.6.4.1. Extraction supervisée Mono bande

Dans le but de traiter les bandes spectrales individuellement en fonction des propriétés intrinsèques de chaque objet, la technique d'extraction est personnalisée. Le travail se fait manuellement et nécessite des connaissances préalables sur le comportement spectral de chaque objet dans chaque bande. Le calcul d'indice tel que le NDVI permet une séparation thématique qui peut servir à une réduction de la probabilité de confusion interclasses.

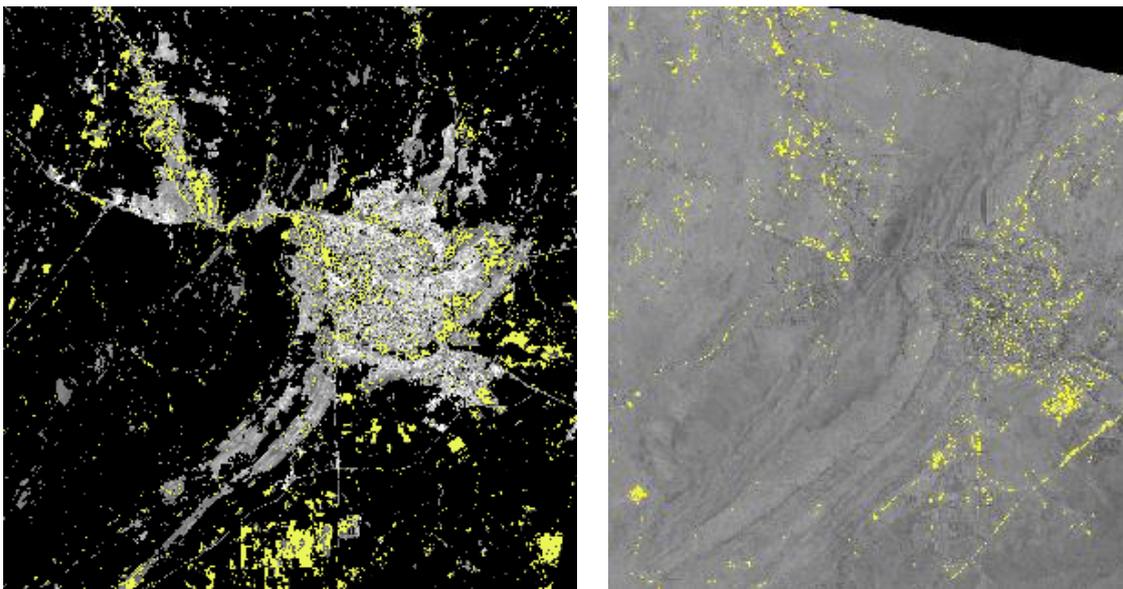


Figure V.19. Exemple de confusions thématiques (pixels en jaune) dues à l'extraction mono-bande avant et après nettoyage.

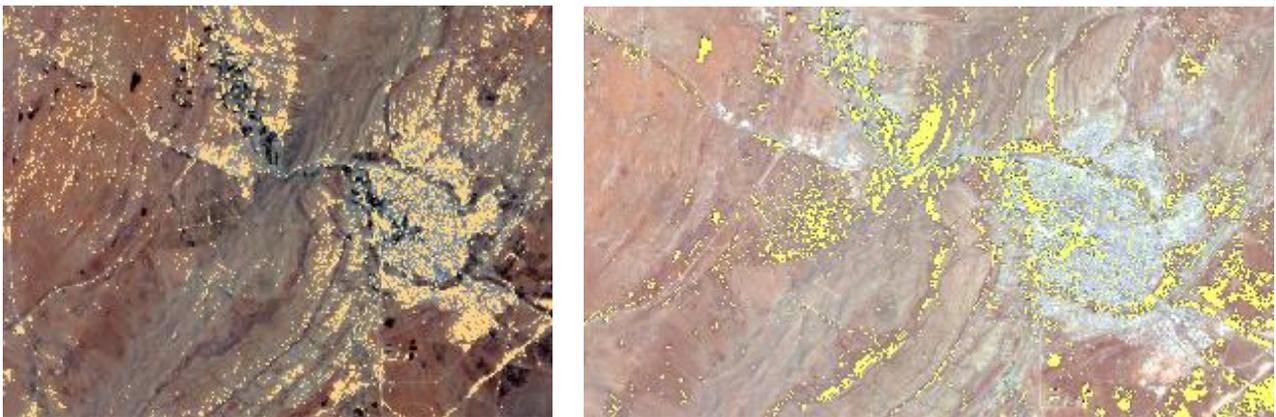
### V.6.4.2. Extraction Multi-bandes

#### Extraction non supervisée

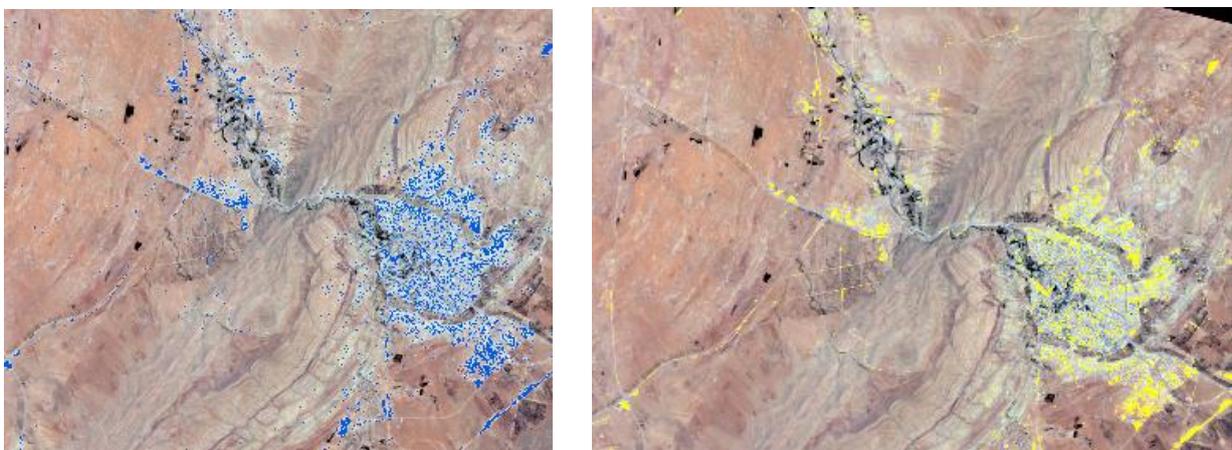
Dans cette phase de traitements deux algorithmes standards sont utilisés (celui d'Isodata et du K-Means) afin de mettre en évidence les variations spectrales des deux objets avec un nombre de classes : 5, sur 10 et 15. La comparaison des deux algorithmes de classification non supervisée utilisés nous a permis de constater :

- Une extraction moins confuse pour l'objet végétation,
- Une extraction de l'objet bâti avec un taux de confusion plus ou moins important et à des degrés différents,
- Pour les deux algorithmes l'augmentation du nombre de classes améliore légèrement la qualité mais en même temps change les seuils des confusions,

La qualité d'extraction de l'objet bâti par algorithme d'Isodata est relativement meilleure que celle obtenue par l'algorithme K-Means.



**Figure V.20. Exemple de confusions thématiques (pixels en jaune) dues à l'extraction par application de l'algorithme K-Means avant et après nettoyage**



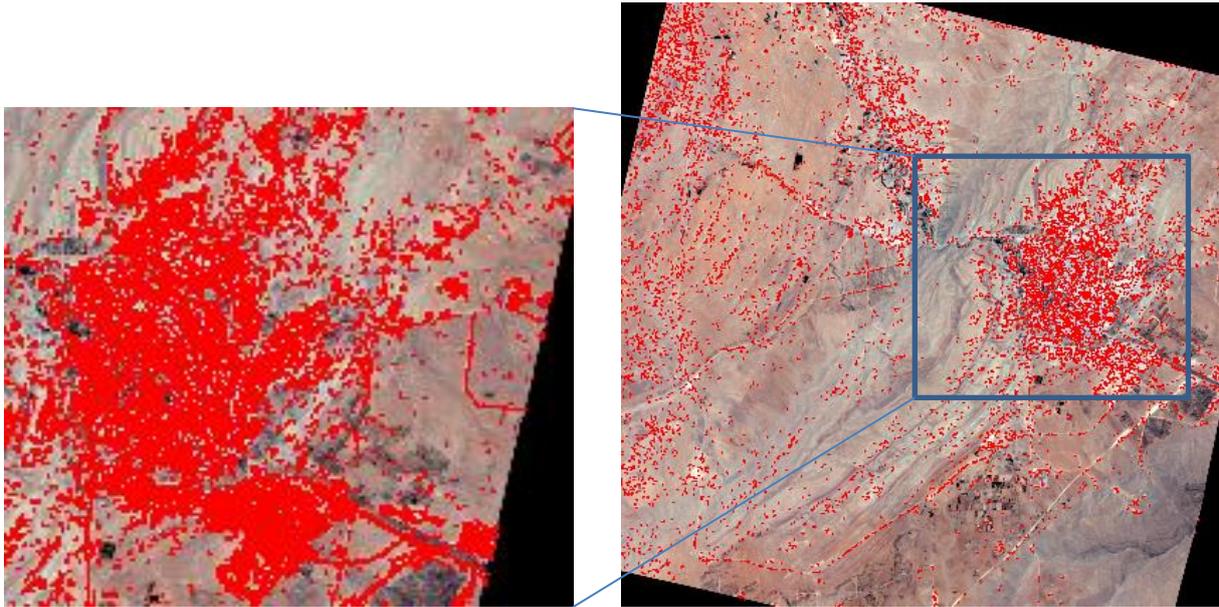
**Figure V.21. Exemple de confusions thématiques dues à l'extraction par application de l'algorithme ISODATA avant (bleu) et après (pixels en jaune) nettoyage**

### Extraction par classification supervisée

Pour choisir les échantillons de classification deux contrôles sont nécessaires :

- **Son identité spectrale** : par le tracé de la signature qui confirme son appartenance,
- **Son histogramme** : qui montre s'il est en confusion avec d'autres objets ou non.

L'algorithme choisi pour lancer la classification est celui du maximum de vraisemblance. Contrairement au cas de la végétation, l'objet bâti présente un taux de confusion important. Les opérations de nettoyage se limitent à des simples requêtes sur les superficies.



**Figure V.22. Exemple de confusions thématiques (pixels en rouge) dues à l'extraction par application de la classification supervisée par maximum de vraisemblance avant (zoom à gauche) et après nettoyage (à droite)**

### Synthèse

L'analyse des techniques d'extraction testées montre que pour chaque résultat il y' a une information certaine sur les deux objets (végétation et bâti). En revanche l'incertitude est fortement liée aux dimensions de l'objet au sol et à sa nature (voir annexe de l'article).

L'analyse de l'extraction brute de l'objet bâti (illustrée par le graphe de la figure V.23) confirme l'hypothèse que le résultat représente un maximum d'objets avec une forte probabilité de confusion.

Cette hypothèse n'est pas toujours fiable pour le cas de la végétation. Néanmoins, l'hétérogénéité des espèces rend souvent la confusion significative.

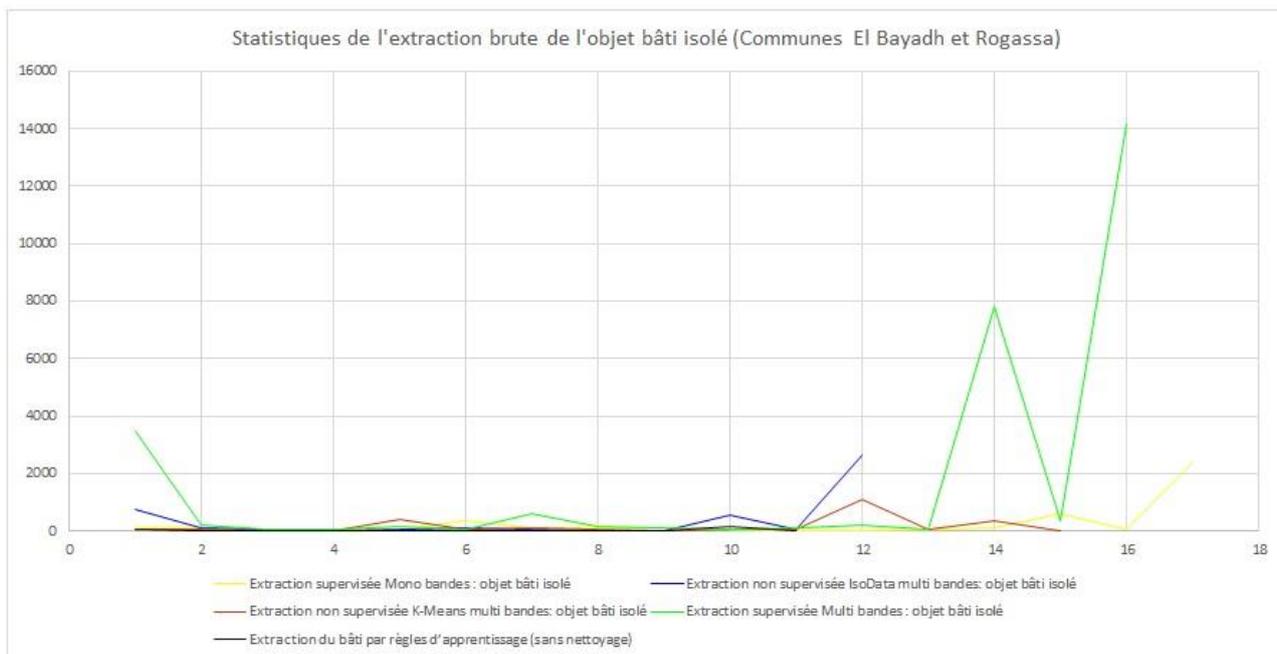


Figure V.23. Statistiques des nombres d'objets bâtis extraits par différents algorithmes de classification

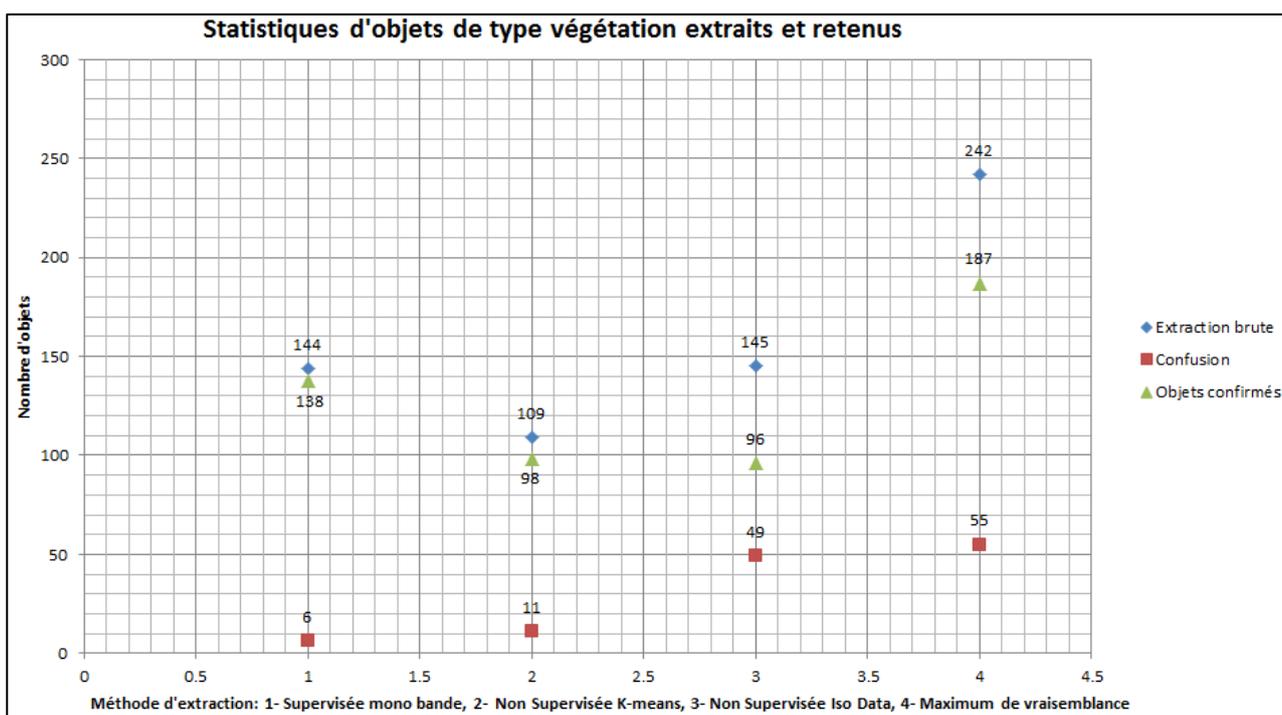
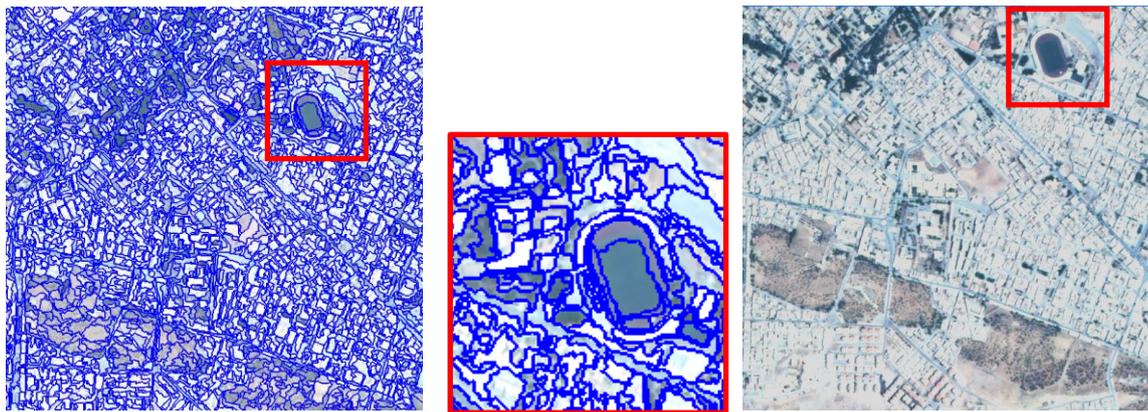


Figure V.24. Comparaison des statistiques d'extraction de l'objet végétation

### V.6.4.3. Extraction par approche orientée objet

Les objets avec les mêmes revêtements nous fourniront une même signature spectrale sur une image satellitaire mais seront reconnaissables par leurs formes et textures respectives. Ce problème est lié à la variabilité radiométrique, spatiale et spectrale.



Le processus de segmentation : scale =20, Shape=0.5, compcatness = 0.4.



IB



Visible brightness



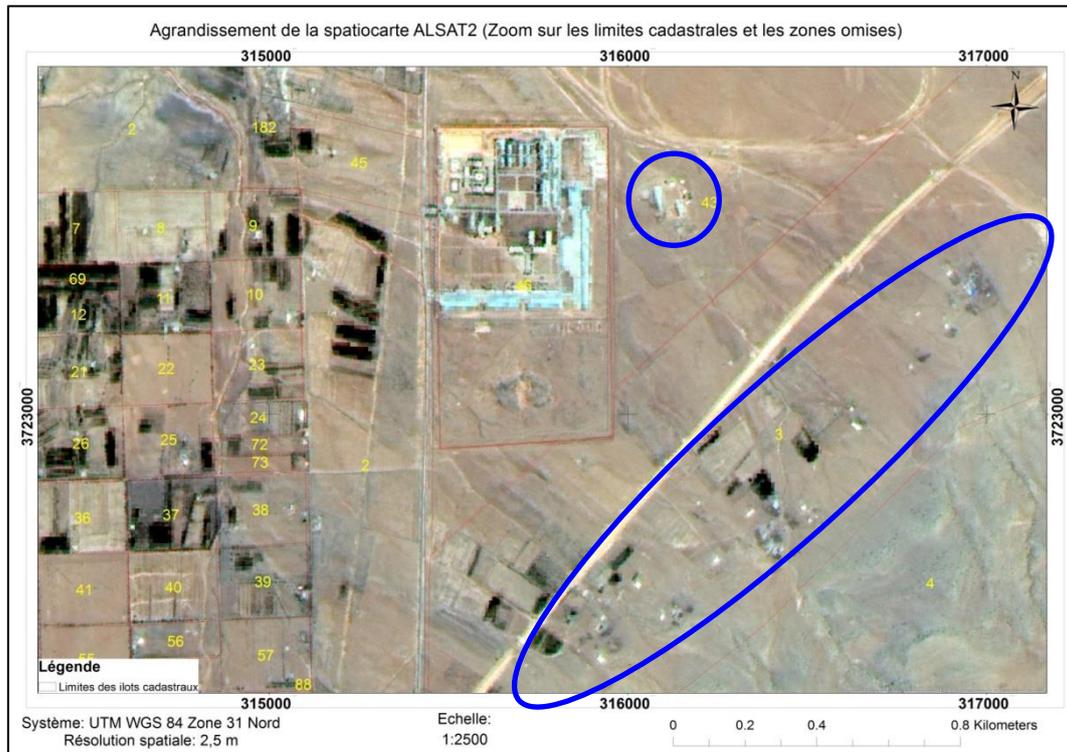
NDVI

Figure V.25. Indices testés et retenus dans l'approche orientée objet

Tableau V.6. Exemple de règles de connaissance utilisées dans l'approche orientée objet

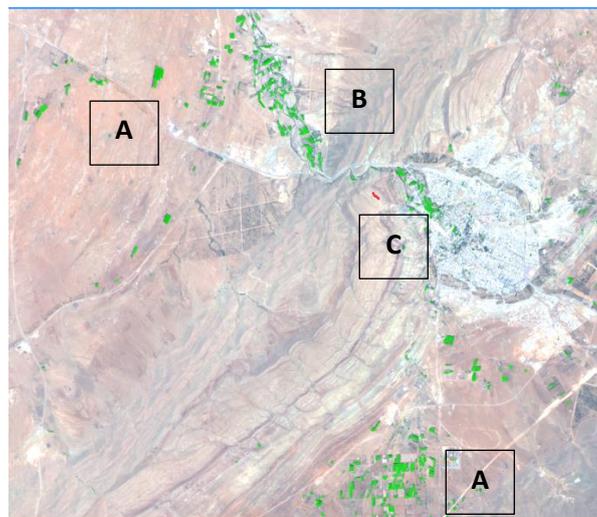
Feature	Condition	Classe	Remarque
NDVI	Si NDVI>0.39	Végétation	Bonne détection de tout type de végétation.
Visible brightness	Si VB<213	Bâti	Bonne détection du bâti. Manques de quelques objets de type bâti isolé.
Indice de brillance	IB >355	Bâti	Bonne détection du bâti.
Area	Si Area<100pxl	Bâti	Bonne détection du bâti isolé.

Ainsi, la finesse de la résolution spatiale des images haute résolution telle que ALSAT2, exige de travailler dans un espace à plusieurs dimensions et non pas uniquement limité à la seule dimension spectrale. Ce qui justifie le recours à une solution permettant l'intégration d'un certain nombre de règles de connaissances afin de guider l'algorithme à une identification précise de l'objet à extraire. Ces connaissances sont définies pour chaque segment à des échelles différentes.



**Figure V.26. Agrandissement de la Spatiocarte ALSAT2 au 1/2500 sur laquelle sont encadrés en bleu des objets bâtis et des parcelles omises qui appartiennent à l'îlot 3 et 43 cadastrés au nom de l'état.**

Les imagerie illustrées ci-dessous sont extraites à partir de la Spatiocarte pour mettre en exergue les objets extraits (végétaux en couleur verte et bâti en magenta).



**Figure V.27. Exemples de parcelles extraites A (parcelles dispersées), B (Exploitations agricoles collectives EAC), C (végétation périurbaine). ( $x_{\text{centroïde}}=311700\text{m}$ ,  $y_{\text{centroïde}}=3728632\text{m}$ ).**

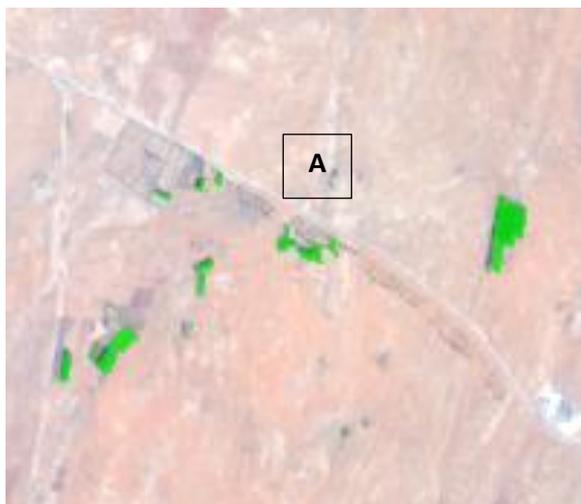


Figure V.28. Zoom sur la classe A (en couleur verte) niveau d'extraction équivalent à l'échelle 1/10000 ( $x_{\text{centroïde}}=307120\text{m}$ ,  $y_{\text{centroïde}}=3732058\text{m}$ ).

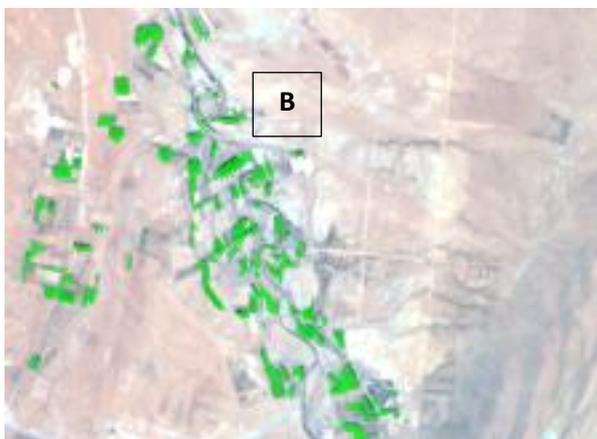


Figure V.29. Zoom sur la classe B (en couleur verte) niveau d'extraction équivalent à l'échelle 1/10000 ( $x_{\text{centroïde}}=312164\text{m}$ ,  $y_{\text{centroïde}}=3732177\text{m}$ ).

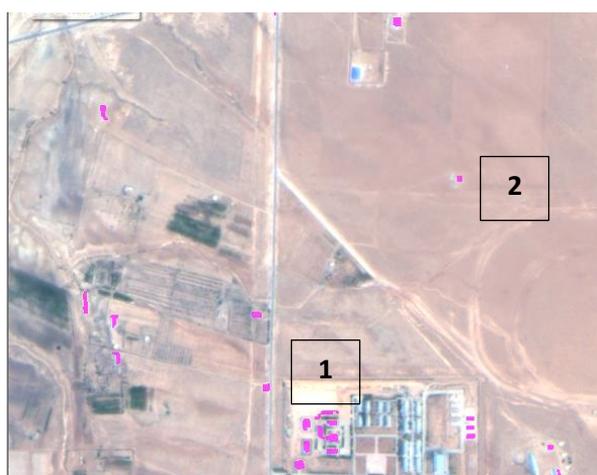


Figure V.30. Exemples du bâti identifié (sous forme de groupement de type industriel ou autre, c'est la classe 01, ou isolé classe 02) ( $x_{\text{centroïde}}=315500\text{m}$ ,  $y_{\text{centroïde}}=3724045\text{m}$ ).



**Figure V.31. Exemples de bâtis isolés extraits classe 2 sur la figure 22 (objets encadrés en bleu sur la figure 10). ( $x_{\text{centroïde}}=316200\text{m}$ ,  $y_{\text{centroïde}}=3722751\text{m}$ ).**

L'extraction en couleur magenta est qualitative. Le niveau de zoom de l'image est à l'échelle 1/7500 mais les objets extraits ne sont pas représentés dans les vraies dimensions. En agrandissant on perd la qualité visuelle de l'image. Pour les échelles plus grandes que 1/5000 la visualisation devient floue (figures V.32). Mais nous pouvons toujours identifier des segments de bâtis ou de routes (figure V.33).

Ces résultats corroborent des résultats similaires obtenus dans d'autres études réalisées sur la base de l'imagerie SPOT5. La précision de l'identification dépend directement de la taille, de la forme du bien, de la topographie de la zone, du type de clôtures et de la couverture végétale présente sur la zone d'étude ainsi que de l'échelle de l'ortho-image utilisée dans le processus d'identification.

L'orthoimage SPOT 5 est considérée alors comme une alternative intéressante pour la méthodologie indirecte avec une faible variation topographique. Cependant, il est recommandé d'utiliser des méthodes d'arpentage traditionnelles pour les petites propriétés, le cadastre urbain et l'identification des bâtiments (M. Corlazzoli, 2004).

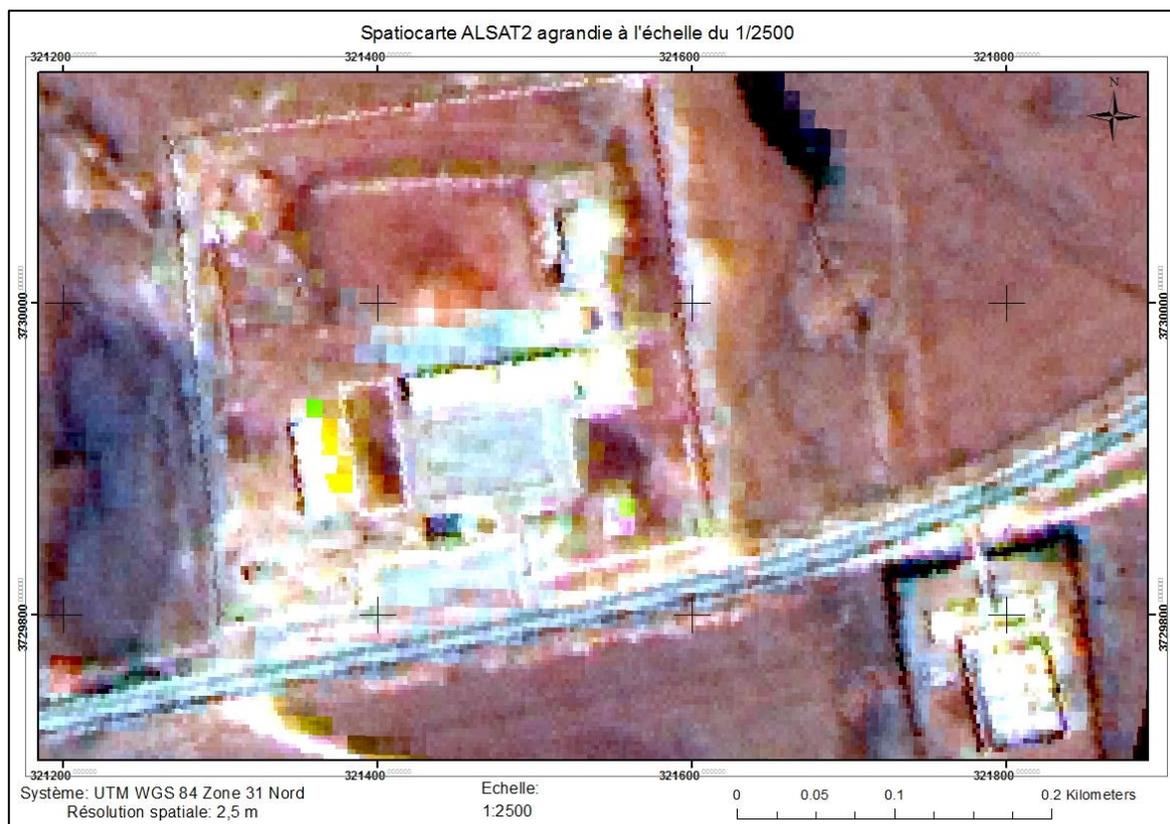
Pour une échelle de restitution de l'ordre du 10000ème, la résolution spatiale de l'image SPOT5 convient sauf pour la détection de certaines entités de petite taille et de texture particulière. (F. Gourmelon, 2005).

### V.6.5. Validation et discussion des résultats

En plus des statistiques obtenues par application des différentes méthodes d'extraction et en dehors des avantages et des limites de chacune des méthodes, la validation des résultats est effectuée par leur confrontation à la réalité lors des sorties sur terrain. Les endroits visités correspondent aux références cadastrales suivantes :

- Commune Rogassa, Section 14 (îlots 05, 06 et 07) : propriétés identifiées, visitées et enquêtées.
- Commune El Bayadh, Section 01 ( îlot n°01 et 08) : propriétés identifiées, visitées et enquêtées.

La figure V.34 montre des exemples sur la présence des propriétés privées et des propriétés Arch (appartenant à la même tribu) situées dans la commune de Rogassa. De même, la figure V.35, montre des exemples sur la présence des propriétés Arch situant dans la commune El Bayadh.



**Figure V.32. Dégradation de la qualité visuelle de l'ortho-image à l'échelle 1/2500 (niveau de zoom différent de celui de la figure 26).**

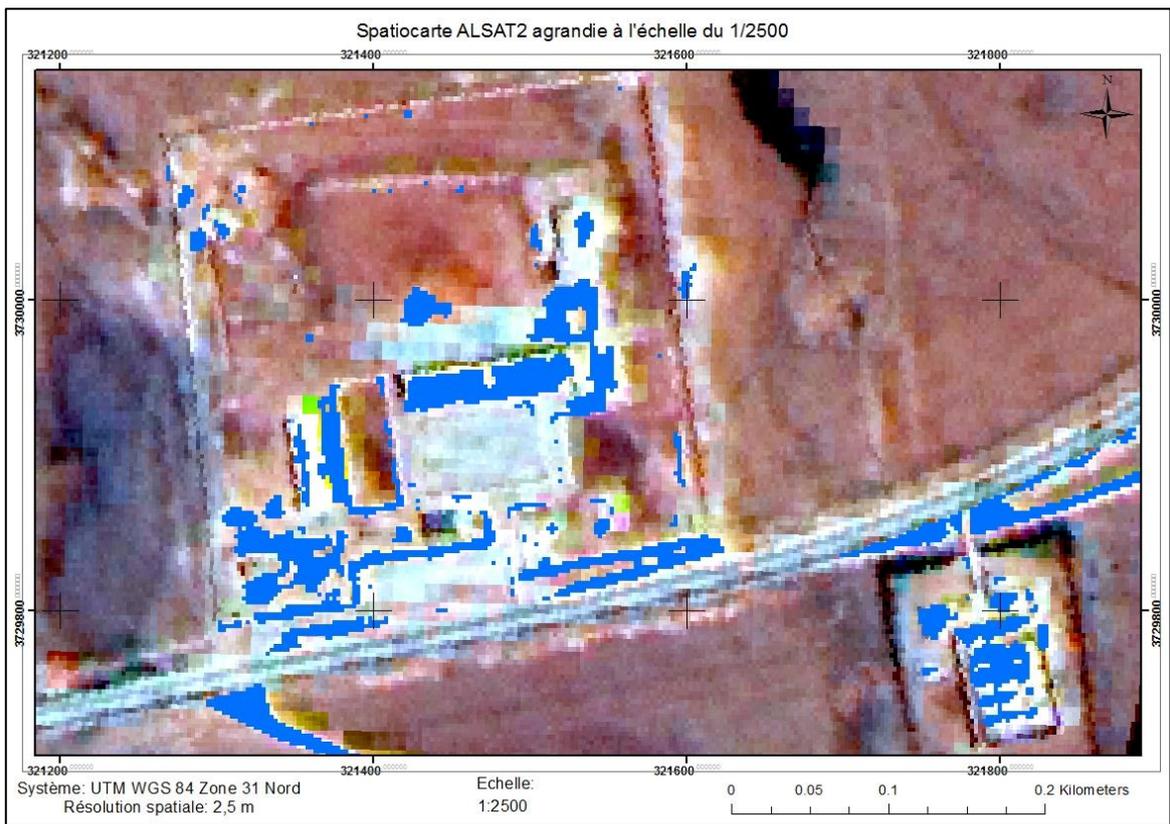


Figure V.33. Identification des segments de bâtis et de routes (en couleur bleu) à partir de l'image ALSAT2 affichée à l'échelle 1/2500.

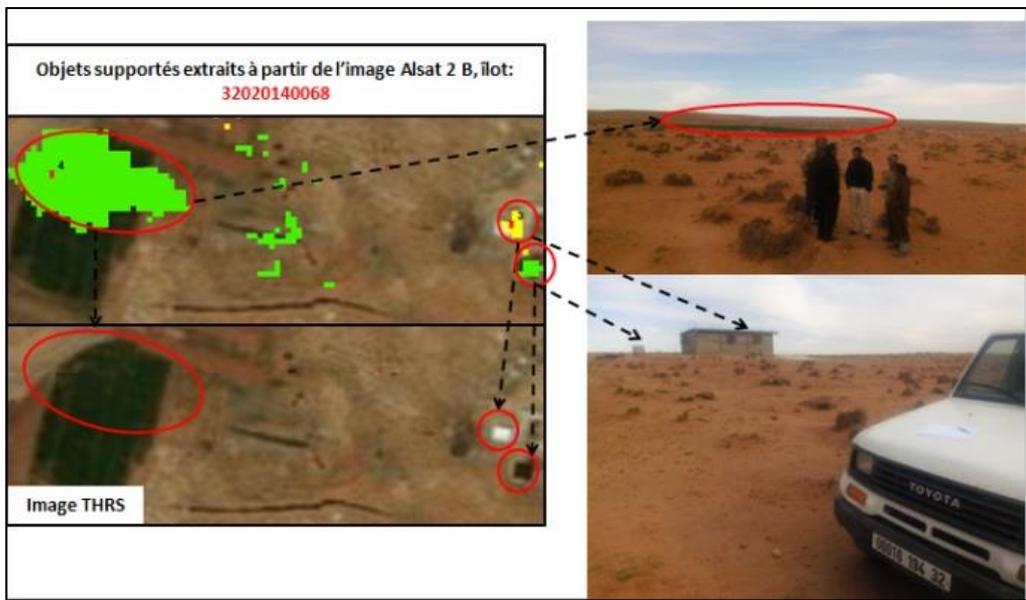
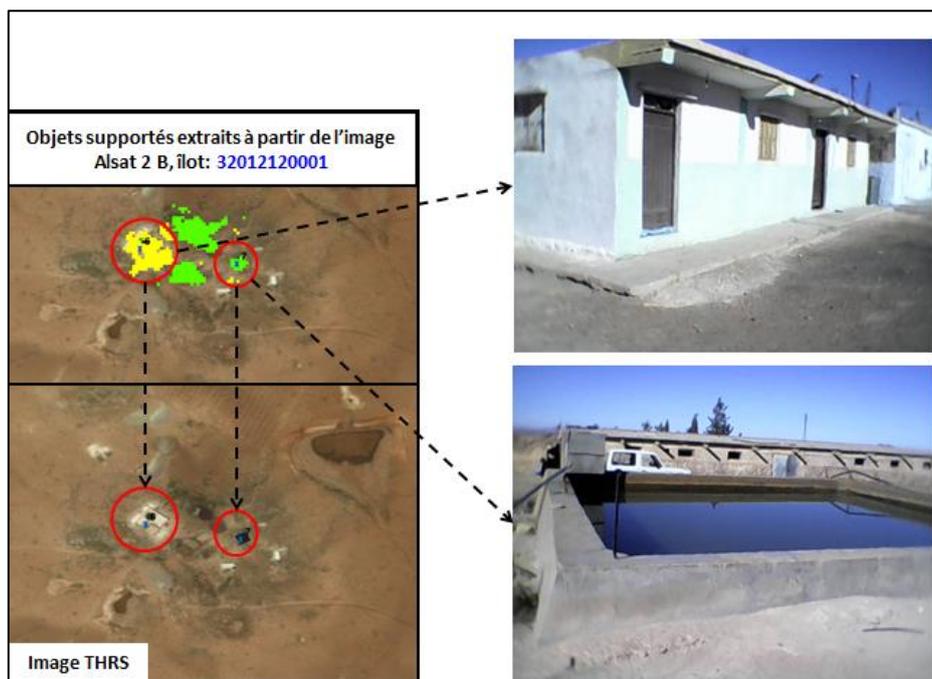


Figure V.34. Photos de terrains prises dans la commune de Rogassa (validation des extractions, coordonnées du centre de la parcelle  $x=307000m$ ,  $y=3736000$ , bâti en jaune  $x=307244m$ ,  $y=3736145$ ).



**Figure V.35. Photos de terrains prises dans la commune d'El Bayadh (validation des extractions, Coordonnées du centre  $x=312964m$ ,  $y=3734774m$ ).**

### 3.1 Conclusion

La méthodologie suivie dans le cadre de ce travail repose sur le principe que chacun des classifieurs testés livre des informations certaines et d'autres en confusion (A. Masse, 2013), et sur la constitution d'une base de connaissances structurée comme objectif à atteindre avec l'approche orientée objet.

Durant tous les traitements, le choix des échantillons était en adéquation avec la nomenclature Spot Théma définie à une résolution spatiale équivalente à l'image support d'étude. Ainsi la notion de zone à exclure a été redéfinie de manière à intégrer toute possibilité d'existence de propriété privée dans le territoire cadastré.

L'approche suivie pour extraire les informations utiles comprend trois phases :

- Identification des échantillons,
- Extraction et amélioration,
- Une reconnaissance d'objets extraits à partir des images THRS Google-Earth avant validation par les sorties sur terrain. Après enquête et délimitation (croquis de conservation ou document d'arpentage) et ensuite l'application des cas de mise à jour.

L'étude des propriétés spectrales nous a permis d'affiner la précision des choix des échantillons et de réduire la marge d'incertitude.

Contrairement à l'approche géométrique (qui a donné une valeur de 1/9000) l'analyse thématique (en utilisant la nomenclature de 13 objets sélectionnés à partir de Spot Théma) montre qu'une cartographie exhaustive à l'échelle 1/10000 n'est pas possible alors qu'on peut assurer l'obtention du 1/25000 sans aucune difficulté.

**Tableau V.7. Exemple d'objets qui peuvent être cartographiés à partir de l'imagerie ALSAT2 aux échelles 1/10000 et 1/20000.**

Nomenclature	Echelles	
	1/10000	1/25000
<b>Culture annuelle et prairie</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Jardins familiaux</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Equipement de loisir</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Habitat discontinu collectif</b>	-	<b>x</b>
<b>Habitat discontinu pavillonnaire</b>	-	<b>x</b>
<b>Espace libre urbain</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Coupe forestière et jeune plantation</b>	-	<b>x</b>
<b>Culture permanente</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Installation sportive</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Habitat isolé</b>	-	<b>x</b>
<b>Grand équipement</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Tissu urbain continu</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Boisement linéaire</b>	-	<b>x</b>

L'imagerie ALSAT2 peut répondre aux attentes du cadastre en zones steppiques en ce qui concerne l'identification des zones à exclure et même la cartographie à l'échelle 1/10000 à 1/25000. A une plus grande échelle il faut vérifier la possibilité d'intégrer des objets extraits directement dans les bases graphiques.

Ainsi sur un échantillon de 17 objets de type bâti isolé en calculant les écarts en surface par rapport à la règle du 1/20ème (expliquée ci-dessous) seuls 12 d'entre eux (cf. tableau n°8) ont des détails dont la superficie dépasse 200m<sup>2</sup> et peuvent être intégrés directement dans les îlots cadastraux.

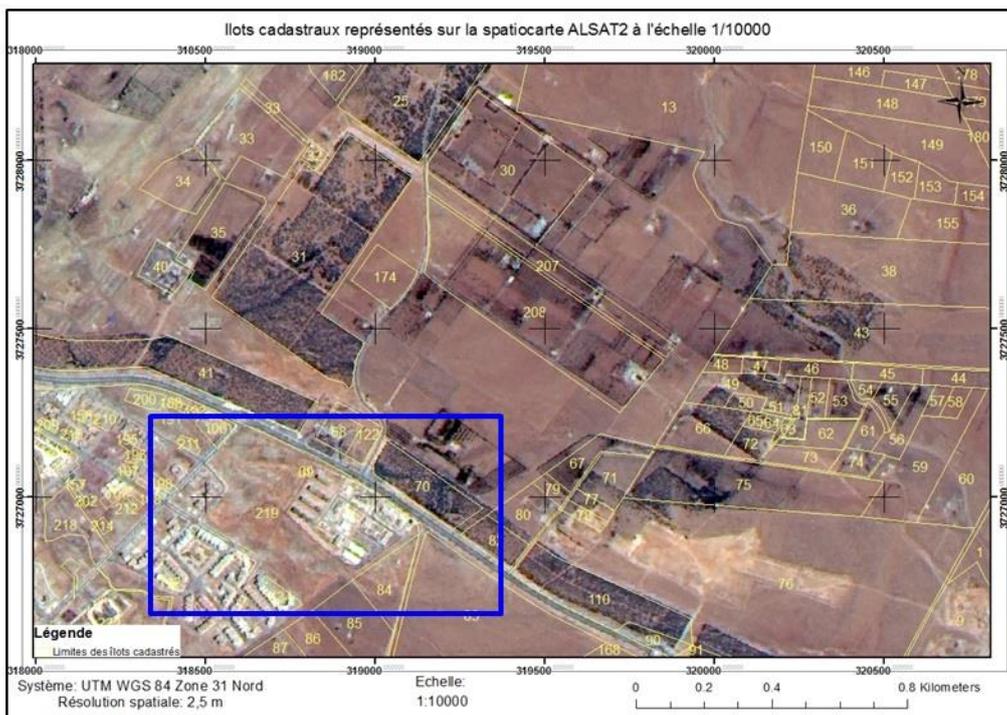


Figure V.36. Parfaite superposition des îlots cadastraux (en couleur jaune) sur la Spatiocarte à l'échelle 1/10000, la zone encadrée en bleu correspond à un exemple de la difficulté de l'image ALSAT2 pour la délimitation de l'habitat pavillonnaire discontinu cité en bleu sur le tableau V.7.

Tableau V.8. Contrôle de l'application de la règle du 1/20<sup>ème</sup> relative à la délivrance des livrets fonciers.

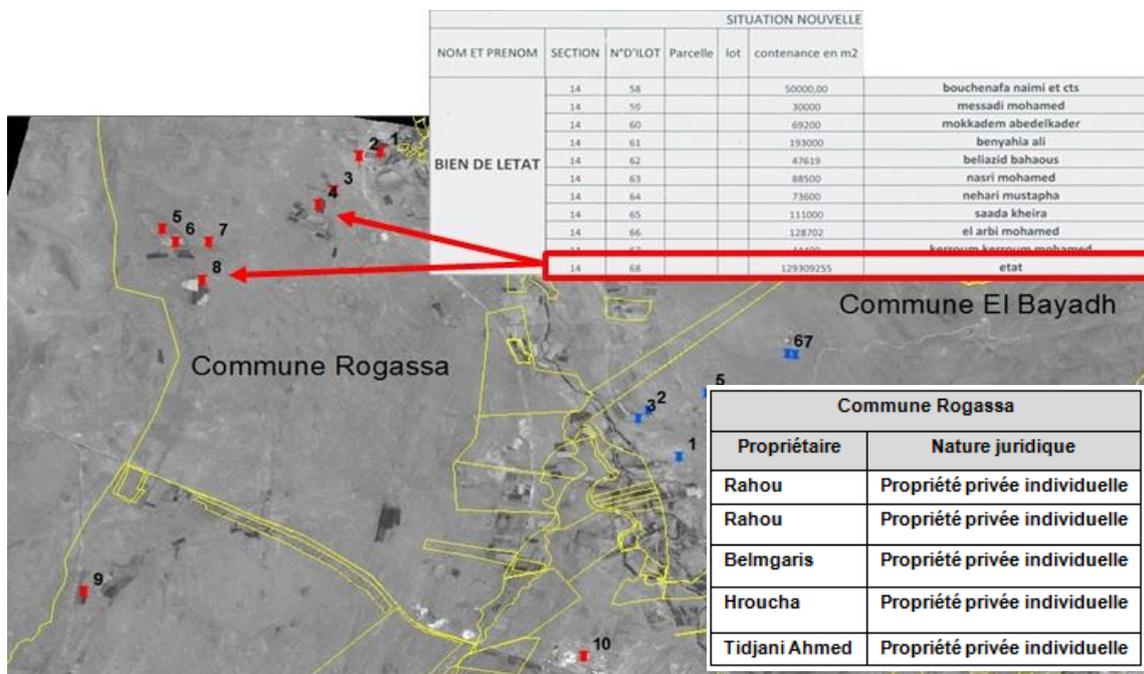
Superficie ortho-image (m2)	Superficie image classifiée (m2)	Ecart (m2)	1/20 de la surface
444	418	26	22.2
158	141	17	7.9
291	296	-5	14.55
205	175	30	10.25
278	319	-41	13.9
332	339	-7	16.6
99	82	17	4.95
368	336	32	18.4
134	100	34	6.7
147	100	47	7.35
113	95	18	5.65
236	215	21	11.8
278	221	57	13.9
258	254	4	12.9
543	526	17	27.15
548	540	8	27.4
553	536	17	27.65

En Algérie la règle du 1/20ème doit être respectée pour la délivrance des livrets fonciers aux propriétaires ou les ayants droit. Elle consiste à une vérification de l'écart (qui ne doit pas dépasser 1/20) entre la superficie cadastrée et celle déclarée ou mentionnée sur l'acte.

Les images ALSAT2 permettent non seulement l'identification des parcelles et des objets existants (hangars, serres agricoles, bassins d'irrigation...) mais elles facilitent également l'accès sur le terrain aux propriétés et à leurs délimitations. Elles constituent un support terrain pour effectuer les opérations de maintenance des bases graphiques du cadastre plus facilement, avec une cartographie non exhaustive à l'échelle 1/10000 et complète à l'échelle 1/25000 (grands îlots appartenant à l'état).

Pour le cas des classes « bâti » la capacité de l'image est limitée à l'identification. Elle permet de localiser spatialement des segments indicatifs sur la possibilité de la présence d'une propriété omise (une confirmation est souhaitable avec l'imagerie THRS Google-Earth avant de sortir sur terrain).

La figure V. 37 donne l'exemple de l'îlot 68 (dont l'îlot primitif porte le numéro 05, qui va faire l'objet d'une mise à jour après enquête foncière. Il faut signaler que l'avantage de l'utilisation de l'imagerie ALSAT2 constitue une adaptation en matière du flux d'information entre le cadastre et la conservation foncière pour mieux gérer l'opération de délivrance des livrets fonciers.



**Figure V.37. Endroits de nos sorties sur terrain pour validation des résultats, cinq (05) propriétaires étaient présents sur le terrain et indiqués sur le tableau. Les propriétés enquêtées sont de nature juridique 'privées individuelles'.**

Enfin, la méthodologie développée durant ce travail a démontré l'intérêt de la télédétection opérationnelle dans le domaine du foncier à travers l'utilisation des ortho-images ALSAT2. Nous signalons ici, que les résultats de l'approche orientée objet basée sur les règles d'apprentissage définies pour l'imagerie ALSAT2 prise sur la zone d'El Bayadh sont presque identiques aux résultats des extractions qui seront exposés aux chapitre 07 et 08 de cette thèse. Les résultats obtenus répondent aux exigences du cadastre steppique et saharien en Algérie. Ils permettent la maintenance de ses bases graphiques à des coûts compétitifs et dans les délais requis (comparativement à la photogrammétrie aérienne). Il ressort de cette expérience que l'intégration de l'imagerie ALSAT2 dans le processus de maintenance engagé par l'Agence Nationale du Cadastre pourra faire l'objet d'un partenariat avec l'Agence Spatiale Algérienne.

## VI.1. Introduction

La mise en place d'un système cadastral multi-usages évoque la question de la représentation géométrique et spatiale de la propriété foncière. Depuis longtemps, des propriétés se retrouvent partiellement ou entièrement l'une au-dessous de l'autre. C'est ce que l'on appelle la superposition de propriétés. Alors, de par leur nature tridimensionnelle, la géométrie de ces propriétés ne peut pas être représentée totalement sur les plans cadastraux puisque ceux-ci présentent seulement deux dimensions, soit généralement la longueur et la largeur de la parcelle terrain.

La hauteur ou la superposition verticale des propriétés est donc difficilement représentable sur des plans 2D. La problématique liée à cette thématique se situe donc à plusieurs niveaux. D'abord, les bases graphiques cadastrales actuelles se limitent à des représentations en deux dimensions des limites extérieures des îlots et ne peuvent pas efficacement représenter les complexités de la réalité.

Autrement dit, les systèmes cadastraux 2D ne sont pas capables de gérer et représenter les droits de propriété foncière, les restrictions et les responsabilités dans un contexte 3D.

Par conséquent, le fichier immobilier transmis par les services du cadastre au Conservateur Foncier, pour l'établissement des titres de propriétés, ne donne pas assez d'informations comme la composition détaillée par étage de l'îlot en copropriété, ce qui rend difficile voire impossible l'application des règles de délivrance des livrets fonciers.

Un cadastre 3D est un cadastre qui enregistre et explicite des droits et des obligations, pas uniquement sur des parcelles, mais également sur des unités de propriété en 3D. Selon cette définition un cadastre 3D est donc un système cadastral où la propriété n'est plus définie seulement par des surfaces bidimensionnelles mais aussi des objets tridimensionnels.

C'est donc un système cadastral qui permet d'une façon ou d'une autre de gérer des «volumes» de propriété et par là même une superposition de la propriété.

Nous parlerons tout au long de ce rapport de « superposition » de la propriété. Un cas de superposition de la propriété est une situation dans laquelle deux propriétés se retrouvent partiellement ou totalement à l'aplomb l'une de l'autre.

Ce travail a fait l'objet d'une communication internationale publiée dans les actes des ateliers de la Fédération Internationale des Géomètres FIG en 2016 sous l'intitulé : « *Case study on the 3D Cadastre in Algeria: First application of the FIG Recommendations* » 5th International FIG 3D Cadastre Workshop 18-20 October 2016, Athens, Greece.

La continuité du travail notamment la partie de l'utilisation de la base de données du Cadastre 3D a fait l'objet d'une publication nationale au bulletin N° 32 des sciences géographiques de l'INCT Sous l'intitulé : « Le cadastre multifonctionnel : problématique de la représentation graphique pour l'évaluation des immeubles bâtis ».

En 2019, le Conseil du Département des Systèmes d'Informations à Référence Spatiale du Centre des Techniques Spatiales m'a confié la responsabilité de la direction du projet de recherche intitulé : « développement d'un modèle de données 'cadastre 3D' pour la période 2019-2021.

## **VI.2. Notion de copropriété**

Définie par l'article 743 de l'ordonnance 75-58 du 26 septembre 1975 portant code civil, la copropriété immobilière est la situation juridique d'un immeuble bâti ou d'un groupe d'immeubles bâtis dont la propriété est répartie entre plusieurs personnes, par lots comprenant chacun une partie privative et une quote-part dans les parties communes.

### **VI.2.1. Les parties privatives d'une copropriété**

Sont définies par l'article 744 de l'ordonnance 75-58 du 26 septembre 1975 comme étant les parties des bâtiments et du terrain, qui appartiennent divisément à chacun des copropriétaires et qui sont affectées à son usage exclusif et particulier.

L'article 3 du décret 83-666 du 12 novembre 1983 précise que les parties privatives comprennent d'une manière générale tout ce qui est inclus à l'intérieur des locaux dont chacun aura l'usage exclusif.

### **VI.2.2. Les parties communes**

Sont définies par l'article 745 de l'ordonnance 75-58 du 26 septembre 1975 comme étant les parties des bâtiments et du terrain, qui appartiennent indivisément à l'ensemble des copropriétaires, chacun pour une quote-part afférente à chaque lot et qui sont affectées à l'usage ou à l'utilise de tous les copropriétaires ou de plusieurs d'entre eux L'article 5 du décret 83-666 du 12 novembre 1983 précise que ces parties sont réparties en trois catégories:

- **Les parties communes de 1<sup>ère</sup> catégorie** : sont définies par l'article 6 du décret 83-666 du 12 novembre 1983, comme étant celles qui sont affectées à l'usage de l'ensemble des copropriétaires (exemples : les cours et les voies d'accès, les réseaux d'égouts les canalisations et conduites d'eau, de gaz et d'électricité desservant le groupe de bâtiments...)

- **Les parties communes de 2<sup>ème</sup> catégorie** : sont définies par l'article 7 du décret 83-666 du 12 -novembre 1983, comme celles réservées à l'usage des occupants d'un même bâtiment (exemples : les fondations, les gros murs de façade, de pignon, de refend, le gros œuvre des planchers, la toiture et en général tout ce qui forme l'ossature de l'immeuble...).
- **Les parties communes de 3<sup>ème</sup> catégorie** : sont définies par l'article 8 du décret 83-666 du 12 novembre 1983, comme comprenant exclusivement les ascenseurs, leurs machineries et leurs cages.

### VI.3. L'Etat Descriptif de Division EDD

L'état descriptif de division est l'unique document qui régit la vie courante de la copropriété, c'est un document très complet et qui doit être rédigé avec soin, analyse et logique. L'E.D.D comprend du général au détaillé :

- Désignation du foncier, des bâtiments, des servitudes.
- Désignation des lots et des parties privatives.
- Désignation des locaux et parties communes.
- Calcul des tantièmes de copropriété.
- Désignation et répartition des charges.
- Désignation et répartition des charges sur les équipements communs.
- Plans (plan de masse, plan des lots, extrait de plan cadastral).

Les personnes physiques et morales chargées d'élaborer les EDD sont la Direction des domaines et le Géomètre Expert foncier,

Figure VI.1. Exemple d'un EDD établi par les Domaines

Figure VI.1. Exemple d'un EDD établi par les Domaines



Figure VI.2. Exemple d'un extrait d'acte notarial rédigé sur la base d'un EDD établi par un géomètre

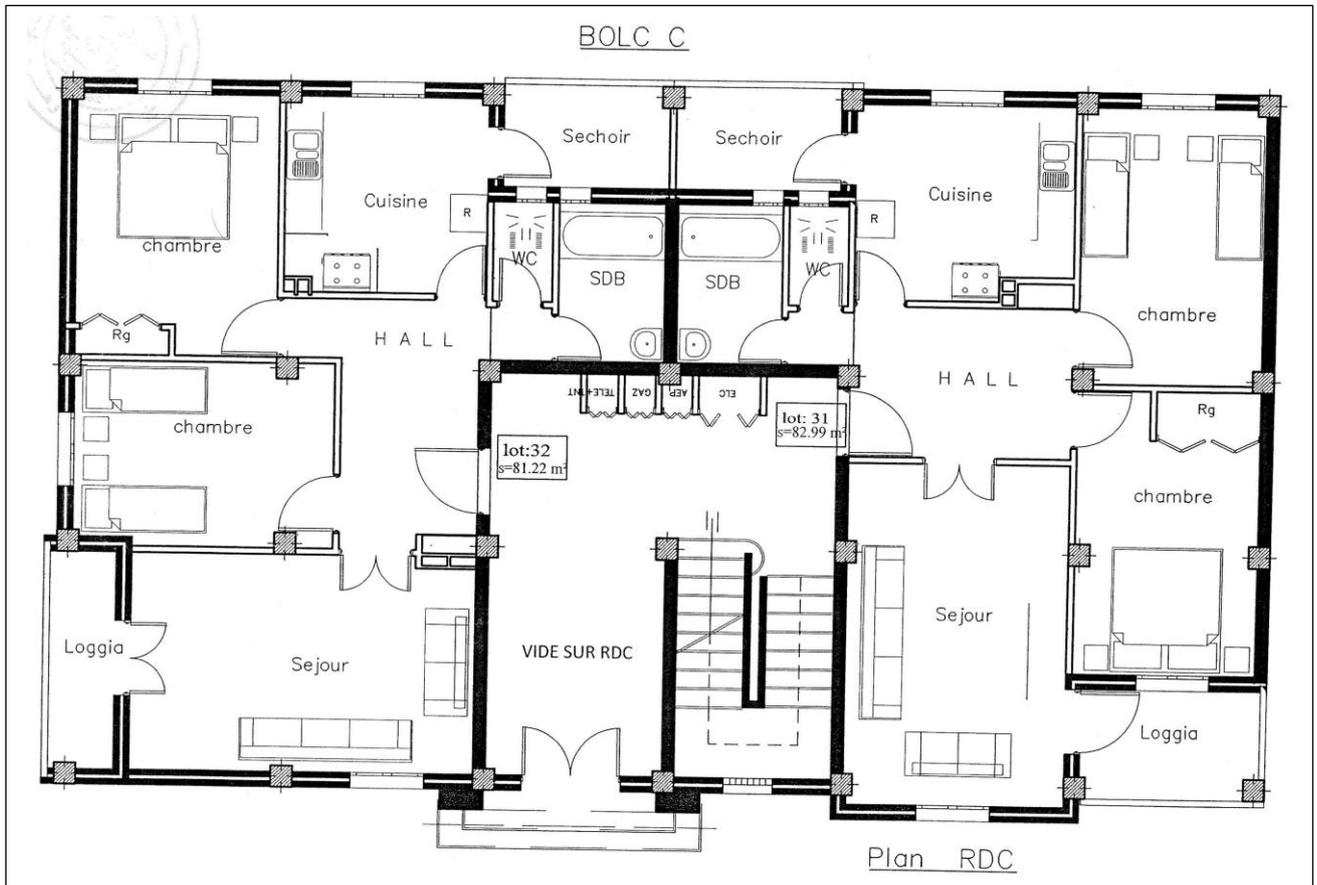


Figure VI.3. Exemple d'un plan illustratif d'un EDD qui correspond à un RDC

## VI.4. Les données littérales du cadastre

Parmi toutes les fiches remplies sur terrain par les agents du cadastre, les deux fiches modèle T8 : fiche descriptive d'immeuble bâti et modèle T9 : fiche de lot de copropriété et d'indivision, qui renseignent sur les immeubles bâtis et les cas de copropriétés.

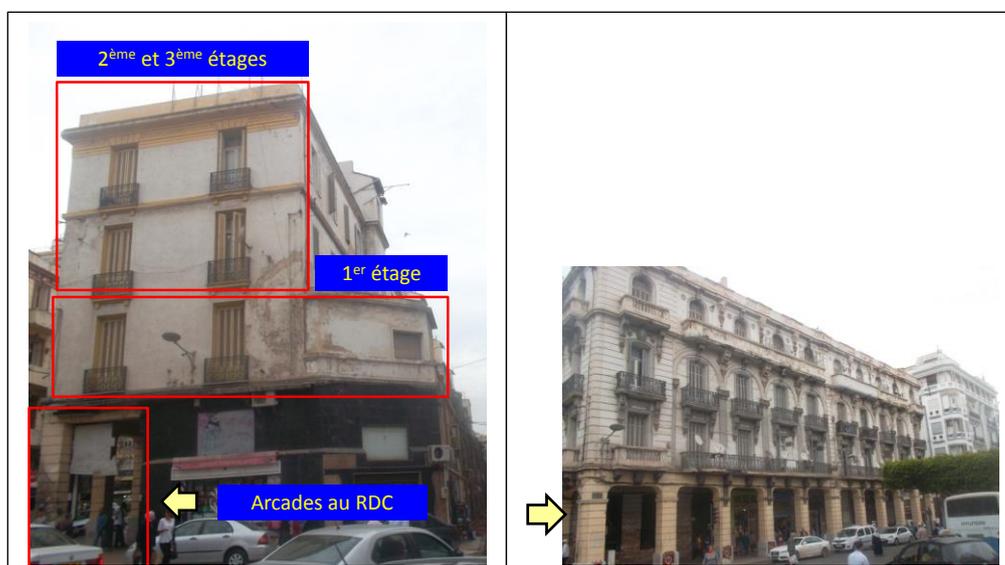
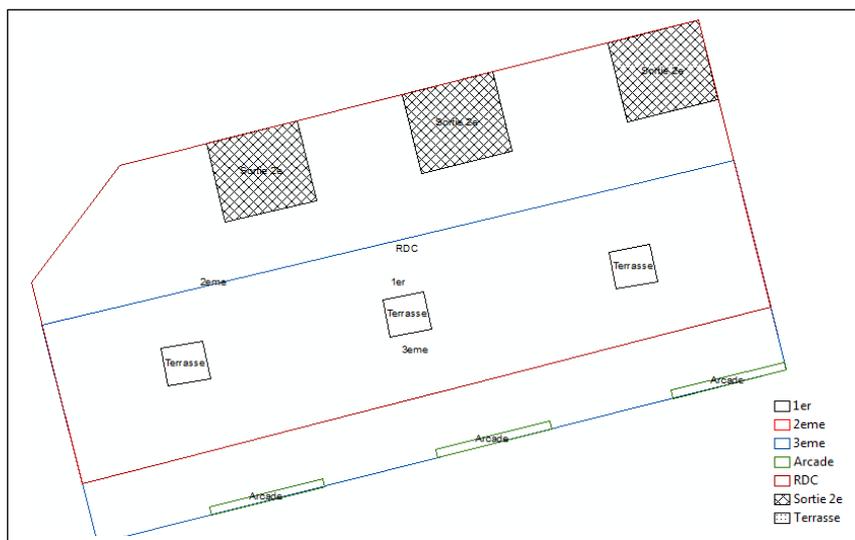
**Tableau VI.1. Modèles des fiches terrain utilisés par les services du Cadastre  
(les lignes en gris correspondent au milieu urbain)**

A1	Etat d'avancement des travaux	C1-C2	Cahier calcul contenances îlots
C3	Calcul de la contenance des parcelles	D1	Certificat de dépôt
D2	Avis de dépôt (affiche)	D3	Registre des réclamations
D4	Notification aux propriétaires	T1	Avis d'ouverture des opérations
T2	Procès-verbal de délimitation	T3	Convocation (lettre)
T4	Fiche d'îlot	T7	Fiche d'enquête
T5-T6	Fiche de propriétaire	M5	Etat de section
V1	Classement des écarts	M4	Matrice cadastrale
M2	Table des comptes	T8	Fiche descriptive d'immeuble bâti
T9	Fiche de lot de copropriété et d'indivision	T10	Fiche d'immeuble

## VI.5. Le cadastre 3D et les ateliers de la FIG

Un cadastre tridimensionnel doit représenter fidèlement la réalité. En effet, ce n'est pas seulement une manière esthétique de compléter un plan. [Isabelle ADRIEN, 2010]. C'est un véritable outil de compréhension et d'aide à la décision donnant éventuellement lieu à un extrait de plan à valeur juridique.

L'illustration ci-dessous représentant un extrait de plan 2D et sa vue de face. Le plan est composé de tous les éléments caractéristiques du cadastre. Les informations sont nombreuses, mais une fois mises ensemble, il est difficile, même avec une légende, de comprendre exactement la situation 3D en place.



**Figure VI.4. Exemple d'un îlot composé de bâtiments hétérogènes**

La vue de face est plus visuelle et donc compréhensible de tous. Néanmoins, elle présente l'inconvénient d'être pauvre en renseignements et reste figée dans le temps et l'espace. Il n'existe aucune interactivité ou lien avec une base de données permettant de transmettre les informations essentielles d'un cadastre.

Le cadastre 3D a pour objectif de joindre à la fois la représentation d'une réalité en 3 dimensions et l'accès à des données géoréférencées complètes et organisées dans une base de données continuellement mise à jour.

Jusqu'à l'an 2012 et malgré de nombreux travaux réalisés sur le cadastre 3D dans le monde, peu d'analyses et de synthèses quant à l'utilité ou les usages spécifiques d'une représentation

volumique cadastrale sont proposées. Peu d'analyses se sont spécifiquement consacrées à mieux comprendre les usages concrets d'un cadastre 3D.

Le tableau VI.2 présente les principaux ateliers internationaux organisés par la Fédération Internationale des Géomètres à l'échelle mondiale.

**Tableau VI.2. Thématiques abordées dans les ateliers de la FIG concernant le cadastre 3D**

Intitulé de l'atelier	Date	Pays	Principales thématiques
International Workshop on 3D cadastre	28 – 30 novembre 2001	Pays-bas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expériences opérationnelles du cadastre 3D (analyses basées sur LADM; apprendre les unes des autres, découvrir les lacunes).</li> <li>• Le coût de l'effort réel des travaux du cadastre 3D pour la délimitation de nouvelles parcelles ou leur mise à jour (passage de la 3D à la notion du 4D).</li> <li>• La diffusion du cadastre 3d sur le web (convivialité, Interface Homme-Machine)</li> <li>• Aspects juridiques pour le cadastre 3D, les meilleures pratiques juridiques dans les différents systèmes législatifs.</li> <li>• Applications du cadastre 3D sur les grandes villes dans les pays développés.</li> </ul>
2 <sup>nd</sup> International Workshop on 3D Cadastres	16 – 18 novembre 2011	Pays-bas	
Third International Workshop on 3D Cadastres	25 – 26 Octobre 2012	La Chine	
4 <sup>th</sup> International Workshop on 3D Cadastres	09 – 11 Novembre 2014	Emirats Arabes Unis	
5 <sup>th</sup> International Workshop on 3D Cadastres	18-20 October 2016	Athens, Greece	
6 <sup>th</sup> International Workshop on 3D Cadastres	2-4 October 2018	Delft, Pays-bas	

Il est à signaler que l'ensemble des thématiques abordées dans les ateliers de la FIG font apparaître que la problématique du cadastre 3D est liée à trois aspects généraux : légaux, techniques et organisationnels.

Paulsson et Paasch en 2011 ont effectué une recherche sur les publications liées au cadastre 3D de 2001 à 2011 à partir de 18 conférences internationales telles que « FIG Working Weeks 2001-2011 », « International 3D Geoinfo 2009-2010 », « International workshop on 3D cadastres 2001 » et « 3D property Nordic Conference in Stockholm, Sweden, 2010 ». Ils ont

catégorisé ces publications à partir de leurs sujets et selon les trois aspects du cadastre 3D [Abbas Boubehrezh, 2014]:

- **Les aspects légaux (66 articles) :** Prendre en charge le développement des systèmes juridiques à l'appui du registre des propriétés en 3D au cadastre.
- **Les aspects techniques (36 articles) :** Se référer aux usages et connaissances des méthodes, des modèles et des outils pour la mise en place d'un cadastre 3D.
- **Les aspects organisationnels (3 articles) :** Se référer aux utilisateurs d'un système cadastral afin d'effectuer l'enregistrement 3D, la mise en œuvre de solutions techniques ainsi que leurs usages d'un cadastre 3D.

Même si les auteurs ont publié plus, sur l'aspect légal, l'aspect technique est plus complexe et fondamental pour comprendre les données du cadastre 3D. S'il est aujourd'hui possible de connaître la volumétrie et l'emplacement des bâtiments grâce aux techniques de la photo restitution ou du LIDAR, le sous-sol reste un milieu peu accessible et donc rarement cartographié en 3 dimensions. Il constitue pourtant une partie intégrante de la propriété (les parties communes de 2ème catégorie qui sont définies par l'article 7 du décret 83-666 du 12 - novembre 1983).

Il paraît donc essentiel que la position tridimensionnelle et la géométrie volumique des constructions souterraines soient connues. Il serait alors possible de planifier l'aménagement de ces espaces tout en prenant en compte les infrastructures existantes. Les droits ou servitudes s'y rattachant seraient également représentées et mettraient fin à tout litige (exemple : responsabilité sur les structures des constructions). Il est en effet aujourd'hui évident que l'information permet une meilleure gestion du territoire. Les propriétaires en surface sauraient également avec précision quels sont les éléments qui traversent leurs parcelles, à quelle profondeur et sur quelle emprise 3D.

Plusieurs questions relatives à la représentation et la gestion des données du cadastre 3D peuvent se poser, par exemple, retranscrire un plan 2D sur du papier ne présente aucune difficulté. En revanche, la 3D a pour intérêt de visualiser un objet sur toutes ses faces et selon tous les angles à l'aide d'un outil informatique. Une méthode de représentation doit donc être mise au point de manière à faciliter la lecture du plan. [Isabelle ADRIEN, 2010].

## **VI.6. Questionnaire de la FIG relatif au cadastre 3D**

Le questionnaire 3D-Cadastres a été produit par le groupe de travail « 3D-Cadastres 2010-2014 » de la Fédération Internationale des Géomètres (FIG) et a été adressé aux pays membres de la FIG. Le but de ce questionnaire est de réaliser un inventaire des différents

modes de gestion de la troisième dimension au niveau cadastral à travers le monde. Il comprend 95 questions et est divisé en dix catégories [Vivien Fuchs, 2013]:

### **1. Cas général de gestion de la 3D dans le monde réel**

Cette partie permet de définir le type de cas où le problème de la troisième dimension se pose, tant d'un point de vue technique que légal.

### **2. Réseaux divers**

Les réseaux souterraines ou aériennes peuvent nécessiter un statut particulier qui peut dépendre ou non du plan cadastral ou du système cadastral.

### **3. Unités de bâtiment**

Cette partie concerne plus particulièrement le cas de la copropriété (en particulier verticale). Elle permet de comprendre le statut légal de ces cas et le mode de gestion de ces ensembles.

### **4. Coordonnées X/Y**

Cette partie permet de définir le système de coordonnées planes utilisées.

### **5. Représentation de la troisième dimension**

Cette partie permet de définir les paramètres altimétriques utilisés.

### **6. Le temps**

Cette partie doit mettre en évidence la place de la variable « temps » dans le système cadastral. Il s'agit donc de comprendre comment le système cadastral gère la relation entre des plans figés et une situation réelle qui ne l'est jamais.

### **7. Droits, restrictions et devoirs**

Cette partie met en lumière l'aspect légal des cas de superposition de la propriété.

### **8. Base de donnée cadastrale**

Cette partie permet d'expliquer le fonctionnement de la base de données cadastrales. Elle montre si des informations 3D sur les objets concernés sont stockées et, le cas échéant, comment sont stockées ces informations.

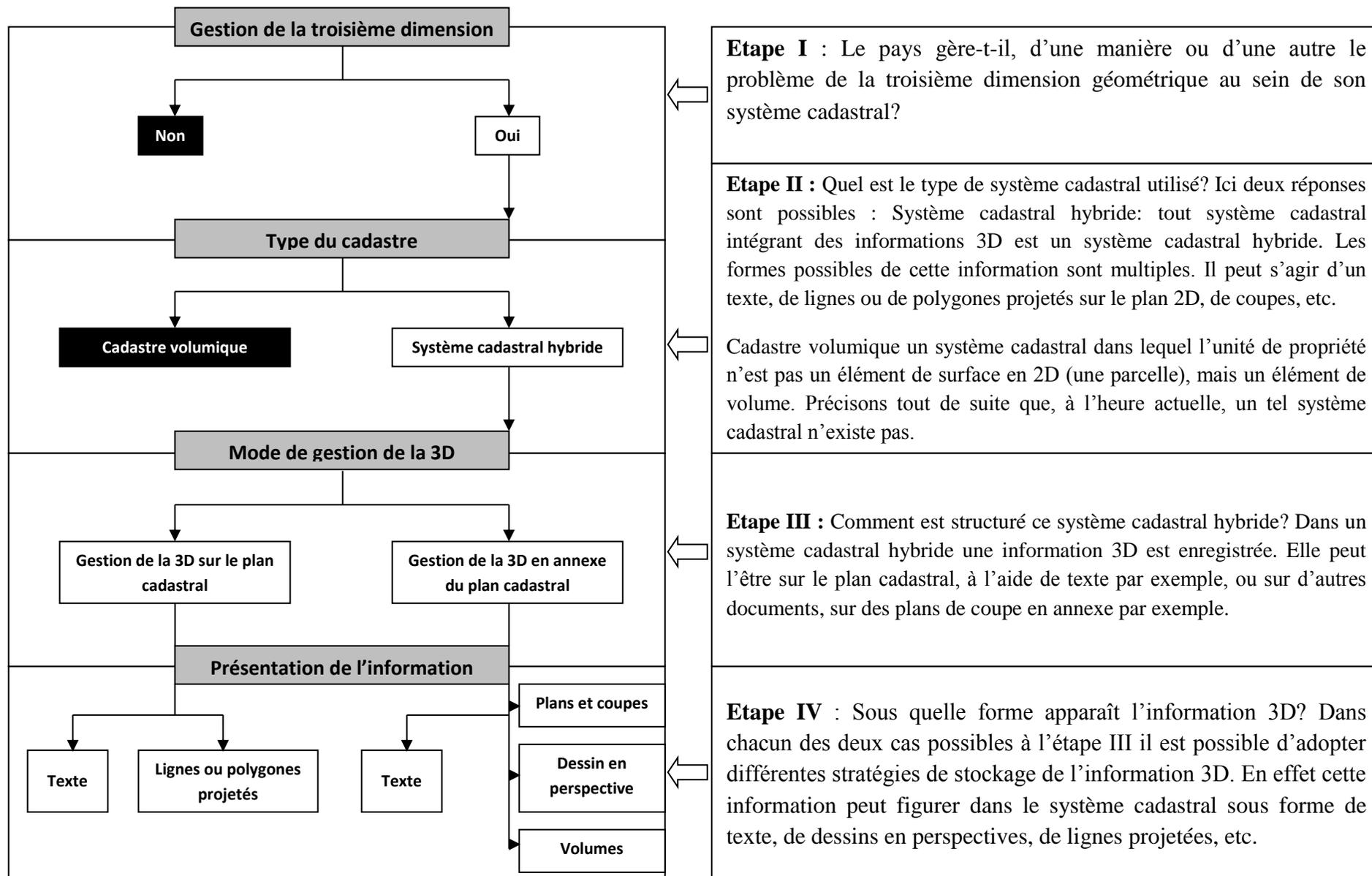
### **9. Levés terrains**

Cette partie précise le mode d'acquisition et de traitement des données du point de vue de la 3D.

### **10. Divers**

Cette partie donne des informations diverses sur les rédacteurs des réponses au questionnaire.

Figure VI.5. Schéma récapitulatif des étapes du questionnaire du cadastre 3D de la FIG



L'interprétation des étapes de ce questionnaire permet de conclure qu'une situation en 3D peut en effet être décrite de différentes façons. Trois principales méthodes pour représenter des situations 3D au niveau cadastral peuvent être distinguées :

- **Cas d'un cadastre volumique ou « full 3D cadastre »** : permettrait de représenter toutes les situations de superposition de la propriété, puisqu'il s'agirait d'un cadastre pour lequel l'unité de base n'est pas une parcelle (une surface), mais un volume.
- **Cas d'un cadastre hybride** : dans ce type de solution, le plan cadastral 2D est conservé, mais des situations en 3D peuvent tout de même être enregistrées et représentées d'une façon ou d'une autre sur le plan 2D. Il est par exemple possible d'utiliser du texte, des lignes ou des polygones projetés.
- **Cas de données complémentaires** : il s'agit de faire référence sur le plan cadastral 2D à des représentations de situations de superposition de la propriété. Ces situations peuvent alors être représentées en dehors du plan cadastral 2D sous forme de dessins en perspective, de plans et coupes, de volumes ou de texte.

## VI.7. Exemples sur les modes de représentation

Il s'agit des solutions sous forme textuelles, de lignes ou polygones projetés, de dessins 3D et de volume sont utilisées pour indiquer la présence ou représenter les propriétés superposées.

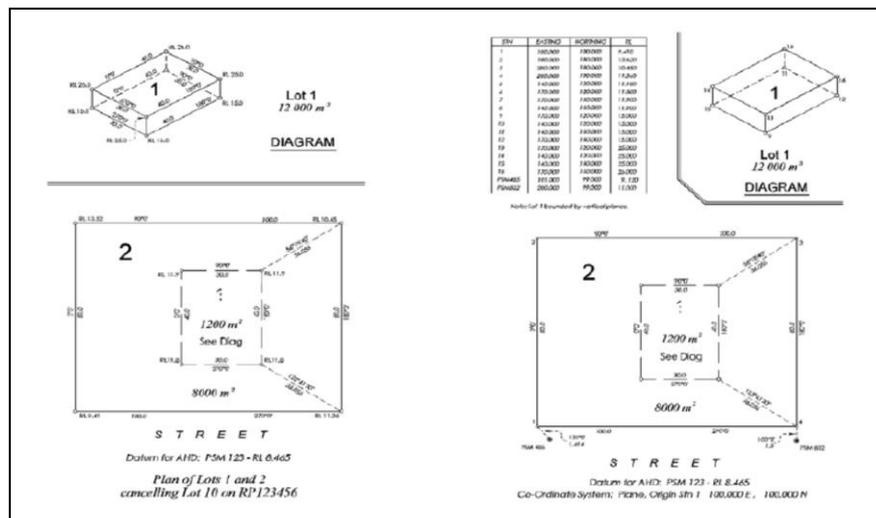
Au Queensland en Australie, les constructions 3D sont montrées par des vues isométriques qui donnent une perspective en 3D.

Le cadastre de la province du Queensland propose un mode de gestion de la troisième dimension original, basé certes sur des représentations en 2D, mais aussi sur la définition de volumes et la production de documents en perspective.

La numérotation des lots est du type TFL ou BFL et n'excède pas 5 chiffres:

- T (un seul chiffre) pour « tower » est le numéro de la tour ou B (un ou deux chiffres) pour « building » est le numéro du bâtiment.
- F (un ou deux chiffre(s)) pour « floor » est le numéro de l'étage.
- L pour « lot » est le numéro de lot.

Les plans sont alors uniquement en 2D, incluant des coupes et se trouvent être des annexes au plan principal. Les plans de coupes sont définis comme des schémas dans les textes de lois. En réalité une côte n'est demandée que si aucun objet physique ne permet de définir verticalement le lot.

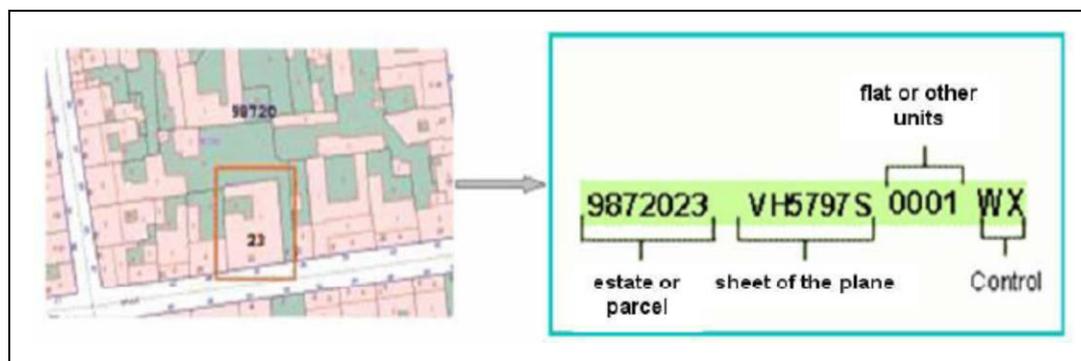


**Figure VI.6. A gauche plan d'une parcelle volumétrique définie par des côtes et à droite par coordonnées**

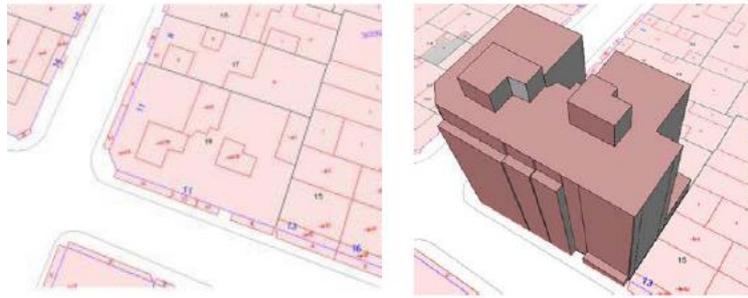
En Espagne, les bâtiments sont montrés par des parallélépipèdes (solide à six faces à côtés opposés parallèles) en considérant une hauteur de trois mètres pour chaque étage.

L'Espagne inclut dans son cadastre des renseignements relativement précis sur la géométrie des bâtiments. Ces renseignements doivent permettre une reconstruction 3D des bâtiments et couvrent l'ensemble du pays. La forme du bâtiment est définie par des sous-parcelles, c'est-à-dire par un ou plusieurs polygone(s) dessiné(s) sur le plan cadastral. Pour chaque parcelle, un polygone est tracé chaque fois que le nombre d'étage varie (même au sein d'un même bâtiment) ou que la nature du bâtiment change. A l'intérieur de chaque polygone se trouve un chiffre romain indiquant la nature et/ou le nombre de sous-sols et d'étages. Un signe moins (-) devant le chiffre montre qu'il s'agit d'un sous-sol, un signe plus (+) montre qu'il s'agit d'un étage. La numérotation de la parcelle rurale se fait de la façon suivante :

- 7 chiffres identifient la parcelle
- 3 lettres et 4 chiffres identifient la feuille du plan
- 4 chiffres identifient la sous parcelle
- 2 lettres servent de contrôle



**Figure VI.7. Numérotation d'une parcelle urbaine en Espagne**



**Figure VI.8. Reconstruction d'un bâtiment à partir des sous-parcelles en Espagne**

Au Québec, Le plan cadastral est le support de nombreuses informations. Le plan cadastral est découpé en lots, le lot étant l'unité de propriété. Le plan cadastral 2D propose un identifiant spécifique appelé numéro de PC (PC-XXXXX), qui eux font référence à des plans complémentaires sur lesquels on retrouve des vues en profil et des mesures associées à la 3ème dimension :

- **Le plan de localisation**

Ce plan montre en fait là où les lots sur le(s)quel(s) est assise la copropriété.

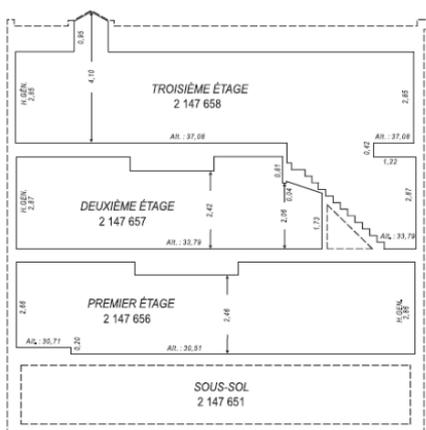
Il est unique pour toute la copropriété, ainsi tous les éléments de nature commune (terrain, murs porteurs, local à poubelles, cage d'escalier, etc.) appartiennent à ce lot.

- **Les plans d'étages**

Ce sont les plans de chaque étage de la copropriété sur lesquels sont indiqués les différents lots appartenant à la copropriété. On y trouve leur superficie, leur volume, l'épaisseur des murs, etc.

- **Les coupes**

Ce sont elles qui permettent la localisation verticale des lots. On y trouve la mention de l'altitude géodésique et la hauteur sous plafond notamment.

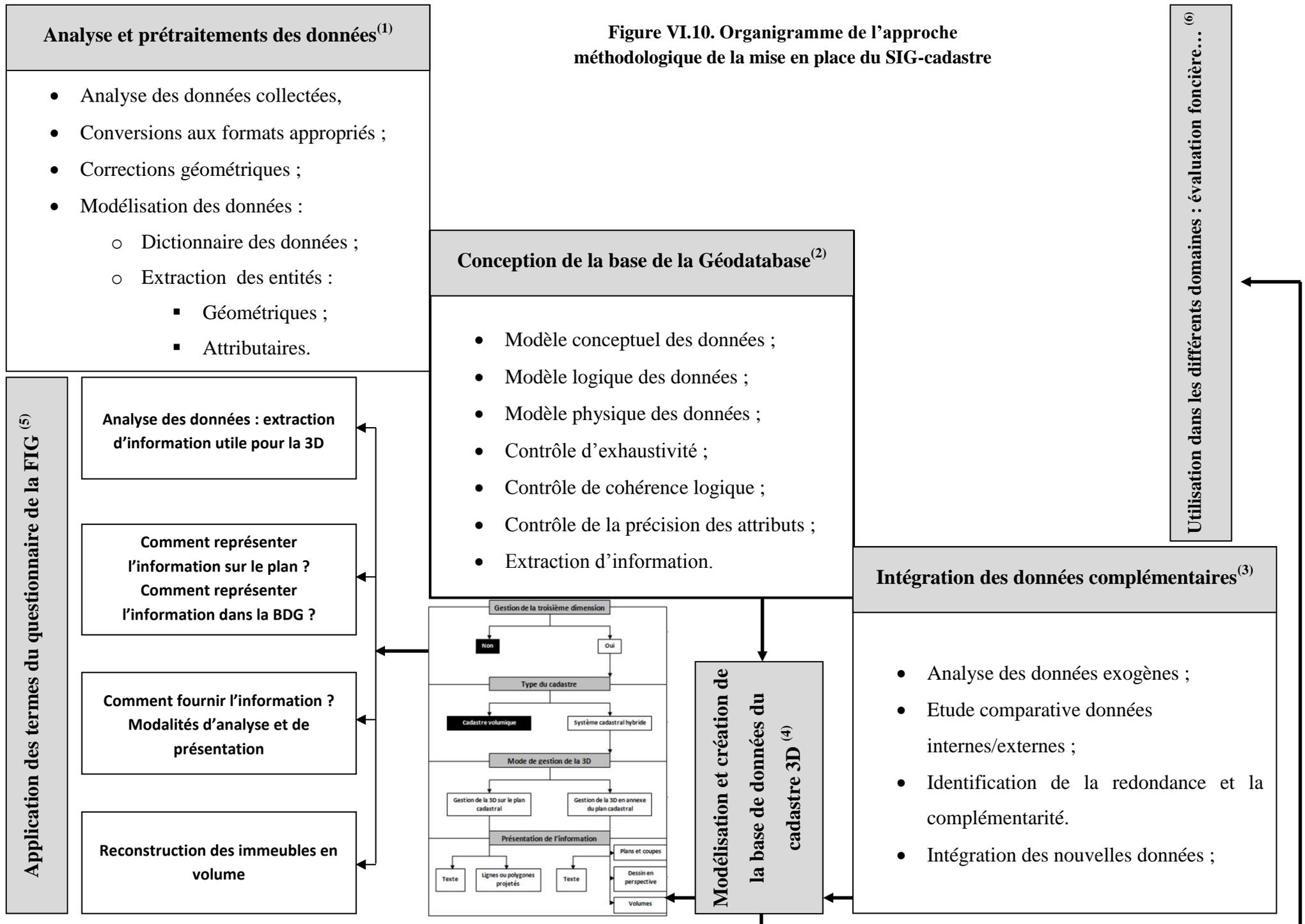


**Figure VI.9. Exemple d'un plan cadastral et ses trois plans complémentaires au Québec**

## VI.8. Organigramme de l'approche développée

Le graphe ci-dessous récapitule les grandes phases et les étapes associées pour mettre en place une base de données du cadastre 3D.

Figure VI.10. Organigramme de l'approche méthodologique de la mise en place du SIG-cadastre



### VI.8.1. Extraction de l'information utile pour le cadastre 3D

Cette étape consiste à interroger la base de données pour, d'une part, extraire l'information utile qui peut servir à la compréhension du type de cas 3D, et d'autre part, à déterminer le nombre de cas existants, par section.

Deux types de requête peuvent nous renseigner sur les informations recherchées :

- La première permet de distinguer les îlots en copropriété des autres îlots d'où la condition porte sur la nature juridique ;

BIEN WAKF PRIVE	ملك وقف خاص	01
BIEN WAKF PUBLIC	ملك وقف عام	02
COPROPRIETE INDIVIDUELLE	ملك مشترك فردي	03
COPROPRIETE EN INDIVISION	ملك مشترك على الشبوع	04
DOMAINE PRIVE DE L'ETAT	ملك خاص تابع للدولة	05
DOMAINE PUBLIC DE L'ETAT	ملك عام تابع للدولة	06
DOMAINE PRIVE DE LA WILAYA	ملك خاص تابع للولاية	07
DOMAINE PUBLIC DE LA WILAYA	ملك عام تابع للولاية	08
DOMAINE PRIVE DE LA COMMUNE	ملك خاص تابع للبلدية	09
DOMAINE PUBLIC DE LA COMMUNE	ملك عام تابع للبلدية	10
PROPRIETE PRIVEE INDIVIDUELLE	ملكية خاصة فرديّة	11
PROPRIETE PRIVEE EN INDIVISION	ملكية خاصة على الشبوع	12
PROPRIETE PRIVEE DU SECTEUR DIPLOM	ملكية خاصة تابعة للقضاء الدبلوماسي	13
AUTRE	حالات اخرى	14



### VI.11. Identification des îlots en copropriété par requête sur la nature juridique

- La seconde permet de distinguer les îlots en copropriété faisant l'objet des cas du cadastre 3D, et les autres îlots, d'où la condition est liée aux calculs automatiques des surfaces (la somme des surfaces des lots, des parties communes et privatives par étage doit être égale à la surface totale de l'îlot).

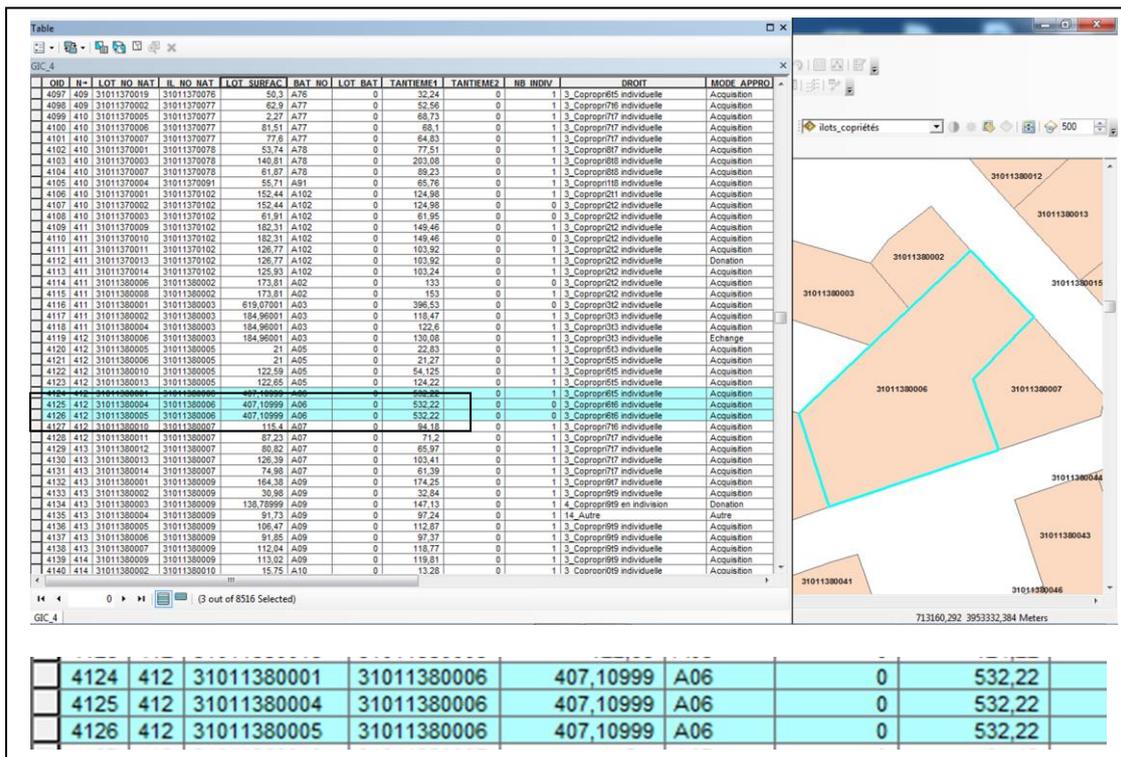


Figure VI.12. Exemple d'extraction automatique de l'information sur un îlot ne faisant pas l'objet du cadastre 3D, îlot 6 de la section 138

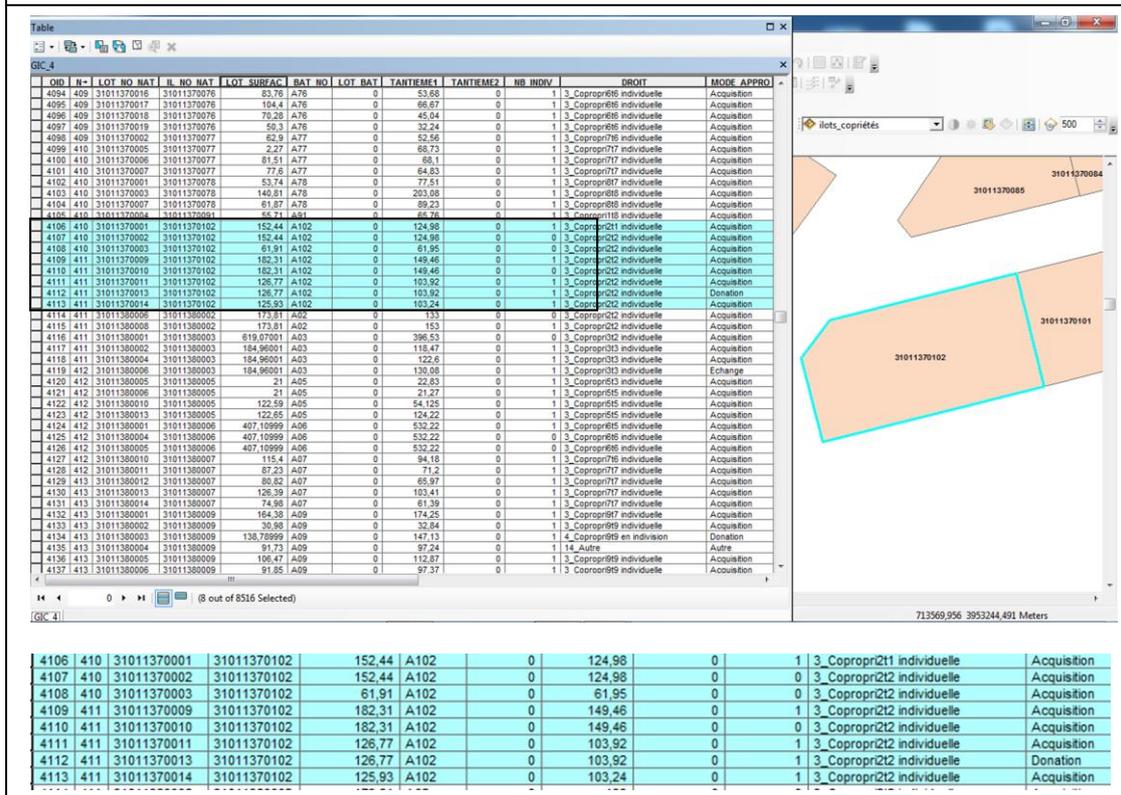


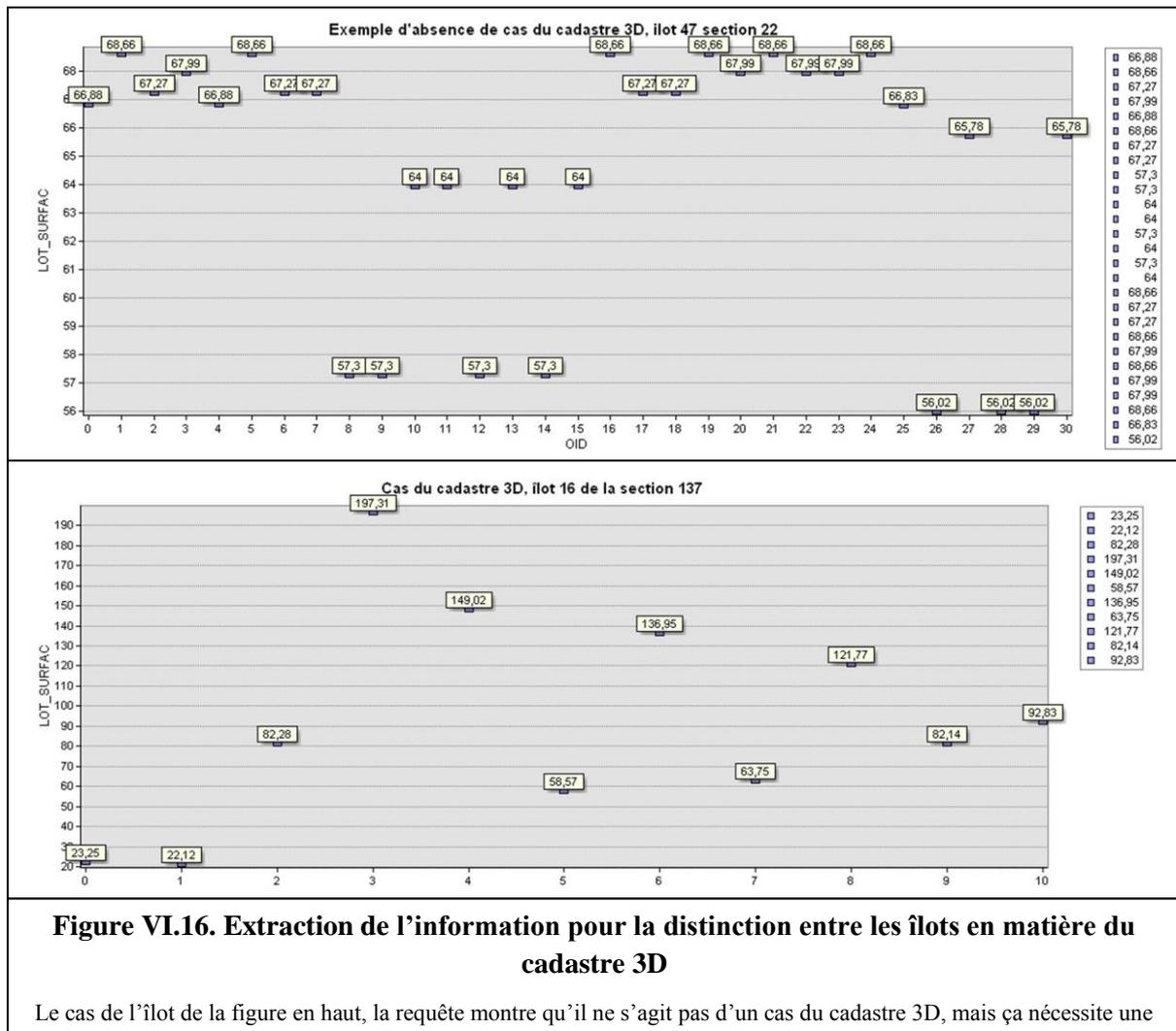
Figure VI.13. Exemple d'extraction automatique de l'information sur un îlot qui fait l'objet du cadastre 3D, îlot 102 de la section 137

SECTION		ILOT		PARCELLE		COMPTES (1)		ILOT		PARCELLE	
رقم		جزء		قطعة		حساب (1)		جزء		قطعة	
137		102		137		102		102		102	
<b>II - DESIGNATION DE L'ENSEMBLE DE L'IMMEUBLE :</b> Immeuble en copropriété Composé d'A.R.C + 3 Étages + Terrasse R.D.C composant Local Commercial Étage Habitation مرجع إشهار مجموع العقار (سند أو بيان وصفي) REFERENCE DE PUBLICITE DE L'ENSEMBLE DE L'IMMEUBLE (ACTE OU ETAT DESCRIPTIF) الحفظ العقاري لـ CONSERVATION FONCIERE DE : <i>CPAN</i> تاريخ DATE : 29/01/2014 مجلد VOL 1994 CASE 106											
<b>III - DESCRIPTION DES LOTS :</b> (A NE RENSEIGNER QUE SI L'IMMEUBLE EST EN COPROPRIETE) وصف الوحدات الأرضية (لا يملأ إلا إذا كان العقار ملكا مشتركاً)											
الرقم	نوع البناء	الارتفاع	العمق	العرض	الرقم	عدد الغرف	المساحة	الحصة	الاسم واللقب	رقم الحساب	
Lot	Bat	Exc	Niv	Code	Nbr de pièces	Nbr de pièces	Superficie En M <sup>2</sup> (2)	Q/Part (3)	Nom et Prénom	N° de Compte (4)	
1,2			RC	LC			158,14	100%	BENKORICHI Abek	9285	
3			RC	LC	01		61,91	100%	Bouchenakhellouk Abdelmajid	9305	
			RC	LC							
			RC	LC					CASNOS	9306	
			RC	LH					OFC I	1002	
			1 <sup>2</sup>	LH					BENBELKACEM Youssef	1002	
3,10			1 <sup>2</sup>	LH	05		180,31	100%	KHOUBZI Mehrez	9286	
11			2 <sup>2</sup>	LH	04		106,77	100%	MENABET Mouhammad	9249	
13			2 <sup>2</sup>	LH	04		106,77	100%	VELLES CHAOUCH Mouhammad	9314	
<b>III - DESCRIPTION DES LOTS (SUITE) :</b> (A NE RENSEIGNER QUE SI L'IMMEUBLE EST EN COPROPRIETE) وصف الوحدات الأرضية (تابع)											
الرقم	نوع البناء	الارتفاع	العمق	العرض	الرقم	عدد الغرف	المساحة	الحصة	الاسم واللقب	رقم الحساب	
Lot	Bat	Exc	Niv	Code	Nbr de pièces	Nbr de pièces	Superficie En M <sup>2</sup> (2)	Q/Part (3)	Nom et Prénom	N° de Compte (4)	
14			3 <sup>2</sup>	LH	04		125,93	100%	SEDDAOUL Adelou	9315	
			3 <sup>2</sup>	LH							

Figure VI.14. Contrôle des informations obtenues par requêtes avec les fiches terrain, îlot 102 de la section 137



Figure VI.15. Confirmation des informations obtenues par requêtes avec les photos prises sur terrain, îlot 102 de la section 137



L'interrogation de la base de données nous a permis de souligner les points suivants :

- Il faut toujours s'assurer de l'information avant de juger le cas à étudier, est ce qu'il porte sur une situation 3D ou non, le contrôle doit s'effectuer sur terrain. Dans le cas des zones qui sont en cours d'établissement du cadastre, il faut mentionner le cas par une des solutions qui vont être présentées dans la section suivante.
- Pour éviter les sorties sur terrain, il faut résoudre le problème d'insuffisance en information graphique des plans cadastraux par l'intégration des données externes telles que les EDD.

### VI.8.2. Intégration des données exogènes

Afin d'enrichir la base de données cadastrale conçue, nous avons analysé le contenu graphique et littéral des états descriptifs de division établis par les géomètres experts fonciers et par les domaines.

L'étude comparative fait ressortir des points communs et des points différents à savoir :

L'état descriptif de division dans la partie réservée à la désignation de l'immeuble, sa description, sa nature juridique..., se coïncide exactement avec les références cadastrales et les descriptions des îlots, car le géomètre expert ou l'agent des domaines, se rapprochent aux services du cadastre pour demander les détails par îlots nécessaires pour l'élaboration des EDD.

Dans la conception de la base de données EDD, même ces informations redondantes sont importantes, et nous l'avons intégré dans le modèle conceptuel, malgré que la redondance d'information est interdite dans les base de données. Cela permet de rassurer la fiabilité de l'information cadastrale et la vérification des erreurs susceptibles d'être commises.

- Les principales différences résident dans les détails à l'échelle du lot de copropriété, notamment la désignation du lot et sa composition par pièces, il s'agit d'après le journal officiel n°14 du 16 mars 2014 qui porte sur le règlement EDD, des tableaux descriptifs de division.
- Les détails les plus importants pour alimenter la base de données, sont les plans établis par étages d'où les éléments de description des lots apparaissent par pièces. Selon la même source du journal officiel, il s'agit des plans illustratifs.

**Tableau VI.2. Synthèse de la comparaison des contenus de la documentation cadastrale et des états descriptifs de division EDD établis par les géomètres GEF**

Type d'information	Doc cadastrale	EDD	Commentaires
Désignation, limites, origine de la propriété du terrain	✓	✓	Fiche d'îlot modèle T4
Règles de gestion et d'administration des immeubles ou du groupe immeubles	✓	✓	Application des lois et respect de la nature juridique
Définitions et composition des parties privatives et communes	✓	✓	Application des lois
Définition et composition des parties privatives	✗	✓	L'EDD détaille la description de la partie privative selon la loi.
Caractéristiques techniques de la propriété	✓	✓	Fiche d'îlot et de lot de copropriété
			Parties communes de la première catégorie : terrain sur lequel a été construit l'immeuble, trottoirs,

Définition et composition des parties communes	✘	✓	réseaux, bureaux d'administration, Parties communes de la deuxième catégorie : terrasse, murs extérieurs... Parties communes de la troisième catégorie : ascenseurs...
Détermination des quoteparts par parties	✓	✓	Fiche de lot de copropriété et la fiche descriptive de l'immeuble bâti
Les tableaux descriptifs de devisions	✘	✓	Description littérale et graphique détaillée, à l'échelle du lot de copropriété : c'est le point fort des EDD
Les plans illustratifs	✘	✓	

L'intégration des entités fondamentales de l'EDD à la base de données cadastrales, passe par modélisation puis extraction des entités géométriques et attributaires.

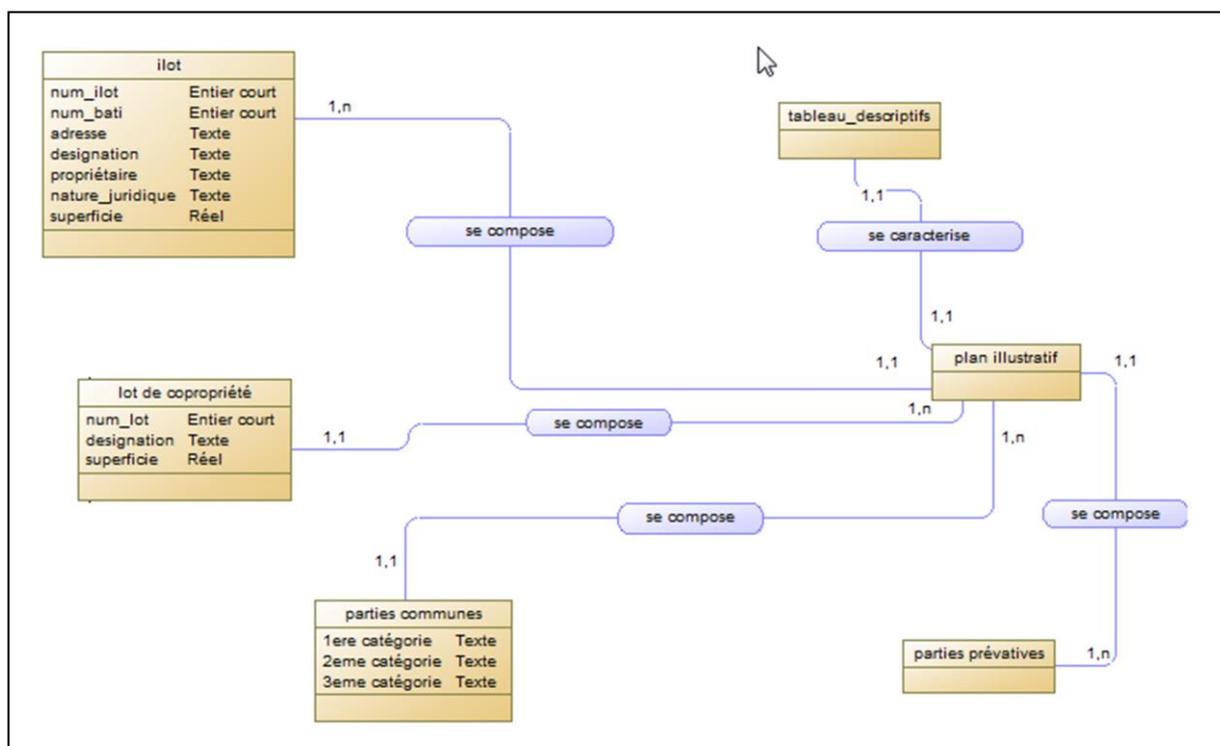


Figure VI.17. Modèle conceptuel des données de l'EDD (entités complémentaires à celles du

### VI.8.3. Conception de la base de données cadastre 3D

On entend par base de données du cadastre 3D, un modèle de données exhaustif, qui permet d'analyser et de gérer l'information cadastrale des immeubles bâtis dans toutes les situations et les cas de figures.

En d'autres termes, fournir au propriétaire soit physique ou morale, un extrait de plan avec des limites réelles de la copropriété conformément à la description mentionnée sur les fiches modèle T8 et T9.

Cela implique, l'intégration de toutes les données :

- **En interne** : toutes les informations enregistrées lors de l'enquête foncières dans toutes les fiches terrain, notamment les modèles : T8 et T9.
- **En externe** : modéliser et intégrer dans la base de données cadastrale, les informations exogènes provenant principalement des EDD établis par les GEFs et les agents des domaines.

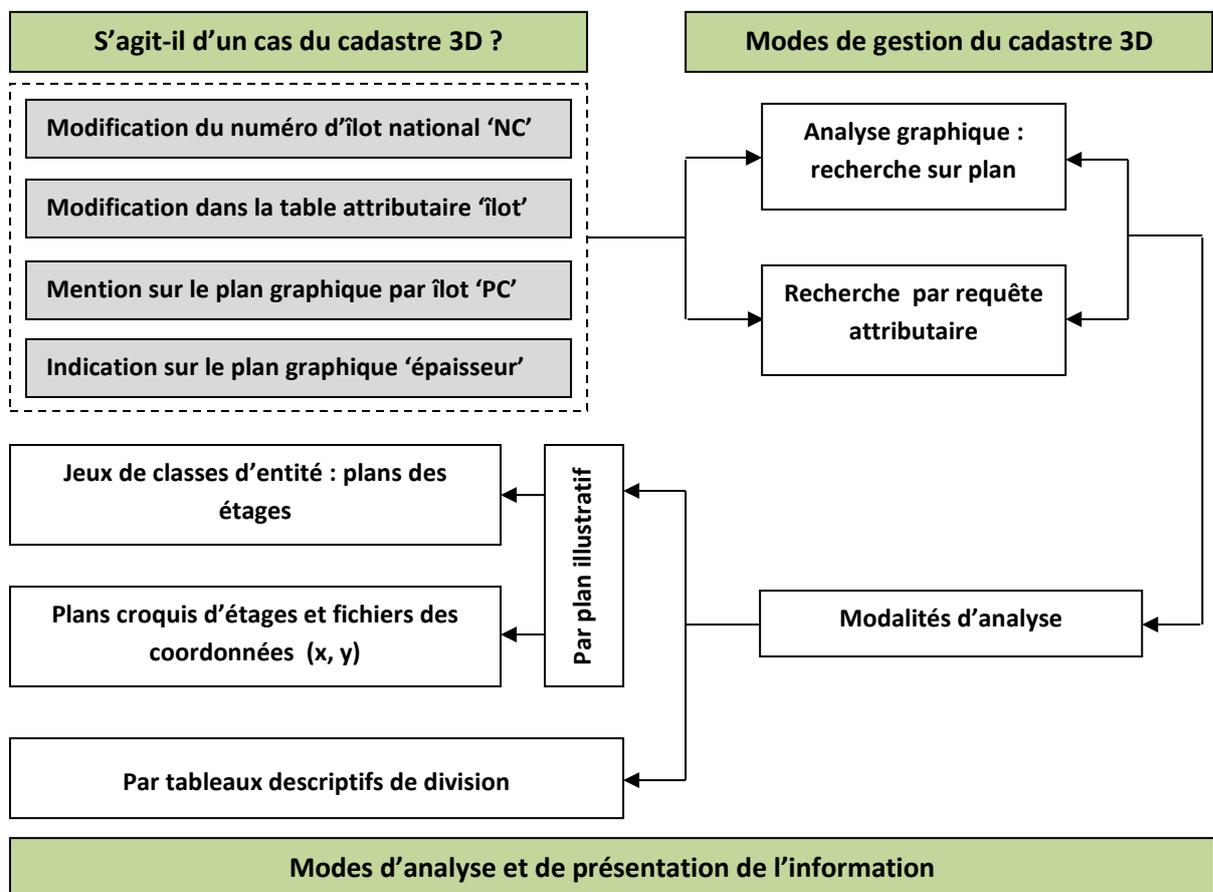


Figure VI.18. Organigramme de l'approche cadastre 3D développée

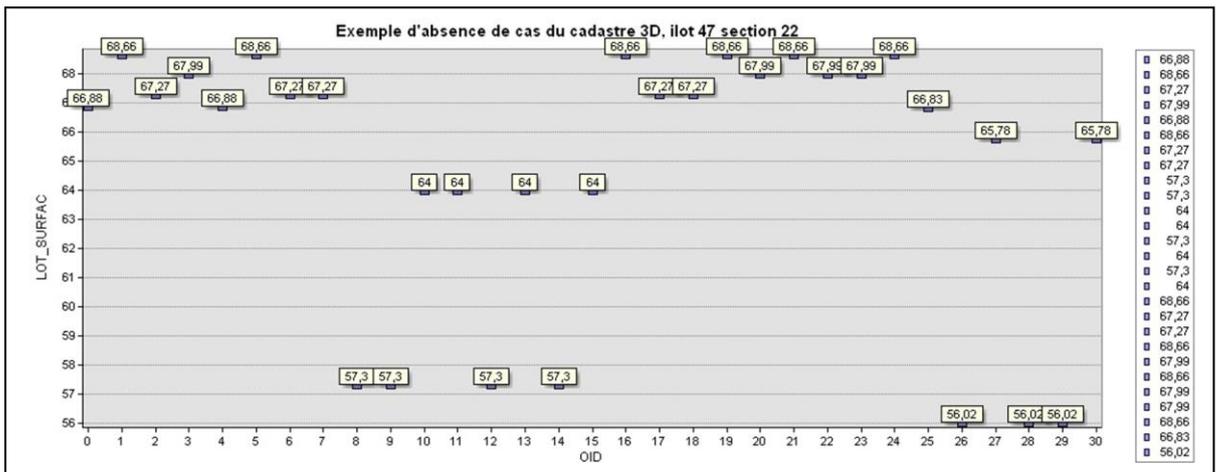
Notre raisonnement dans le développement de la base de données du cadastre 3D, tient compte de la source d'information sur la présence du cas, du mode de gestion graphique ou attributaire, et des techniques d'extraction et de mise à jour des informations à l'échelle du lot de copropriété. La démarche a été définie dans la mesure du respect des termes du cadastre 3D de la FIG.

### VI.8.3.1. Typologie d'indications sur la présence d'un cas 3D

Nous avons étudié quatre possibilités d'intégration de l'information sur la présence d'un îlot en copropriété faisant l'objet du cadastre 3D :

**Possibilité de modification du numéro d'îlot :** le numéro d'îlot national des propriétés se compose de 11 chiffres pour avoir une désignation précise.

3	1	0	1	1	3	7	0	0	1	6	←	Numérotation actuellement en vigueur
3	1	0	1	1	3	7	0	0	1	6	←	Numérotation proposée, les deux derniers chiffres 00 veut dire : îlot ne fait pas l'objet du cadastre 3D



3	1	0	1	1	3	7	0	0	1	6	←	Numérotation proposée, les deux derniers chiffres 01 veut dire : îlot fait l'objet du premier cas du cadastre 3D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

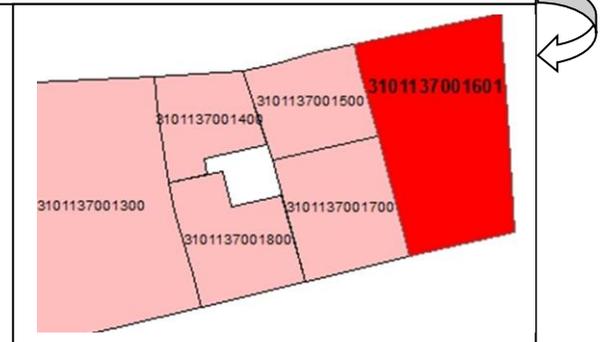
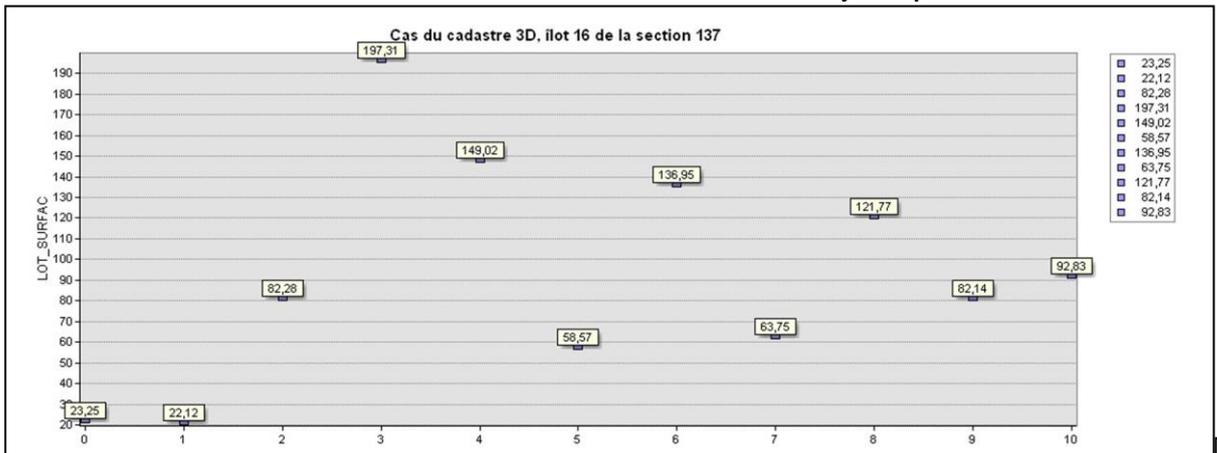


Figure VI.19. Principe d'attribution de la nouvelle numérotation des îlots dans le cadre du cadastre 3D

- **Avantages de la solution :** le grand avantage de cette solution, est la rapidité de la recherche des îlots concernés par l'approche du cadastre 3D. L'extraction d'information se fait de deux manières : soit en interrogeant la base de données en se basant sur le numéro d'îlot, soit on sélectionne les îlots directement sur plan. Cette solution se ressemble à l'approche Espagnole qui rajoute au numéro d'îlot des lettres et des chiffres romains pour l'identification des cas 3D.
- **Inconvénients :** avant de critiquer la solution, il faut signaler que l'application de cette solution, nécessite de revoir la numérotation à l'échelle nationale, dans toutes les directions du cadastre, ce qui va prendre un temps considérable. En plus, et afin de l'appliquer, il faut faire un recensement de tous les cas de figures du cadastre 3D qui existe dans toutes les Directions du cadastre, l'objet de cette opération, est de définir un tableau de codification qui doit figurer au verso des fiches terrain modèle T8 ou T9, par exemple, 01 : Cas d'îlot de propriété hétérogène structurellement, 02 : Cas de superposition des copropriétés individuelles d'entrées différentes, 03 : Cas de propriété masquée par une autre à cause de l'effet de relief.

Le problème réel, se pose au niveau des propriétés déjà cadastrées et la documentation est remise à la conservation. Dans ce cas-là, l'opération devient plus compliquée, car elle rentre dans le cadre de la mise à jour.

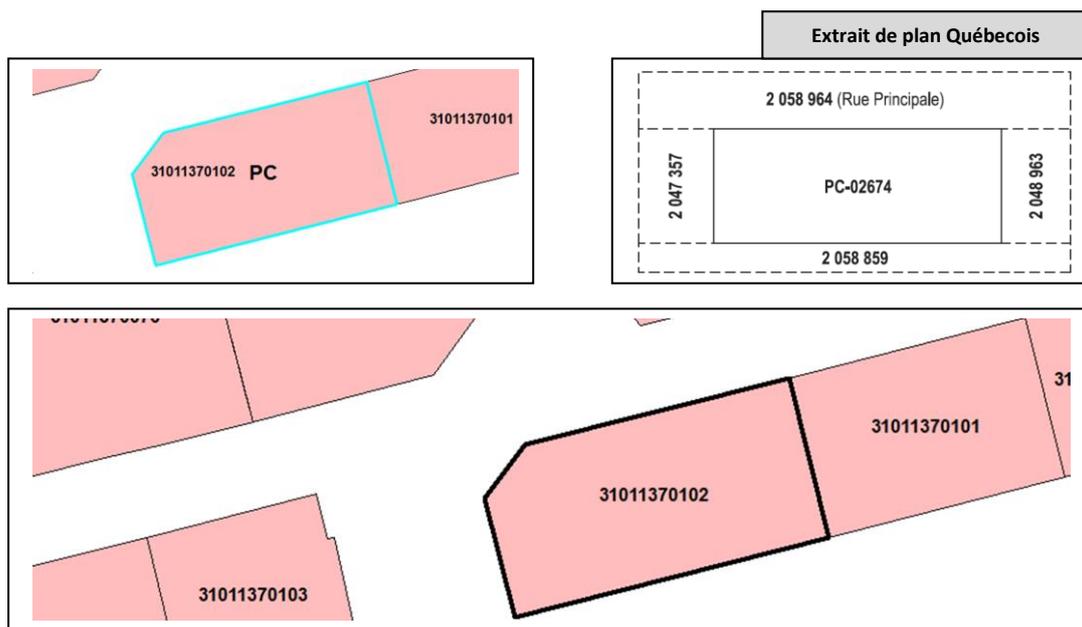
- **Possibilité de rajouter l'information dans la table attributaire de l'entité 'îlot' :** l'avantage ici est la rapidité de l'extraction de l'information sur le cadastre 3D qui se fait par voie de requête attributaire, à condition que la table associée à l'entité îlot, doit avoir la colonne réservée à la mention de la présence ou l'absence du cas 3D.
- **L'inconvénient :** le problème qui se pose est lié au type du cas étudié. Pour faire appel au tableau de codification décrit dans le cas précédent, il faut rajouter une autre colonne qui porte les mêmes numéros du tableau de codification.

numero_nat	cas_3DD	Cas_3D
31011380095	2	Hétérogénéité structur
31011380096	2	Hétérogénéité structur
31011370056	1	Entrée différentes
31011370055	1	Entrée différentes
31011370054	2	Hétérogénéité structur
31011370052	2	Hétérogénéité structur
31011370050	2	Hétérogénéité structur
31011370049	2	Hétérogénéité structur
31011370048	2	Hétérogénéité structur
31011370047	2	Hétérogénéité structur
31011370046	2	Hétérogénéité structur
31011370045	2	Hétérogénéité structur
31011370044	2	Hétérogénéité structur
31011370043	2	Hétérogénéité structur
31011370042	2	Hétérogénéité structur
31011370041	2	Hétérogénéité structur
31011370040	2	Hétérogénéité structur
31011370039	2	Hétérogénéité structur
31011370038	2	Hétérogénéité structur
31011370037	2	Hétérogénéité structur
31011370036	2	Hétérogénéité structur
31011370035	2	Hétérogénéité structur
31011370034	2	Hétérogénéité structur
31011370033	2	Hétérogénéité structur
31011370032	2	Hétérogénéité structur
31011370031	2	Hétérogénéité structur
31011370030	2	Hétérogénéité structur
31011370029	2	Hétérogénéité structur
31011370028	2	Hétérogénéité structur
31011370027	2	Hétérogénéité structur
31011370026	2	Hétérogénéité structur
31011370025	2	Hétérogénéité structur
31011370024	2	Hétérogénéité structur
31011370023	2	Hétérogénéité structur
31011370022	2	Hétérogénéité structur
31011370021	2	Hétérogénéité structur
31011370020	2	Hétérogénéité structur
31011370019	2	Hétérogénéité structur
31011370018	2	Hétérogénéité structur
31011370017	2	Hétérogénéité structur
31011370016	2	Hétérogénéité structur
31011370015	2	Hétérogénéité structur
31011370014	2	Hétérogénéité structur
31011370013	1	Entrée différentes
31011370012	1	Entrée différentes

Figure VI.20. Exemple d'une requête d'extraction de l'information sur le cas 3D

**Indication du cas sur le plan numérique :** nous proposons ici de mentionner le cas par un double étiquetage sur le plan numérique, le premier correspond à l'affichage du numéro d'îlot selon la numérotation en vigueur, et le deuxième porte la mention 'PC' qui s'inspire du cadastre 3D Québécois d'où PC est l'abréviation du Plan Complémentaire.

L'introduction de cette mention, exige comme le cas précédent, de réserver une colonne dans la table attributaire. Afin d'éviter cette situation, nous proposons une modification dans l'épaisseur des limites de l'îlot, un élargissement visuel qui n'a pas d'effet sur la forme ou la surface de l'îlot en question.



**Figure VI.21. Exemple des solutions d'indications de la présence du cas 3D sur le plan cadastral numérique**

L'élargissement de l'épaisseur, ne pose pas un problème de modification des données attributaires, il faut juste de créer une nouvelle couche comportant les limites des îlots concernés.

Après tests et applications de toutes les solutions d'indication sur la 3D présentées ci-dessus, nous proposons une solution mixte qui combine la deuxième possibilité de modification attributaire et sur le plan numérique.

### VI.8.3.2. Modalité d'analyse des données du cadastre 3D

A ce stade, la base de données contient l'information sur les îlots en question, la question qui se pose maintenant est comment stocker, analyser et délivrer cette information ?

Trois méthodes ont été testées pour répondre à ces besoins :

- Garder le contenu graphique du plan numérique intact avec introduction de l'information sur les étages dans les tables attributaires.
- Créer des croquis illustratifs par étage annexé des fichiers de coordonnées des sommets ;
- Créer des plans illustratifs par étage ;

**Première méthode :** son principe repose, sur l'introduction de l'information détaillée par étage, extraite de l'EDD dans la base de données.

Sur le plan technique, il s'agit de modifier le lien existant entre les entités 'îlots' et 'lot de copropriété' de la manière suivante :

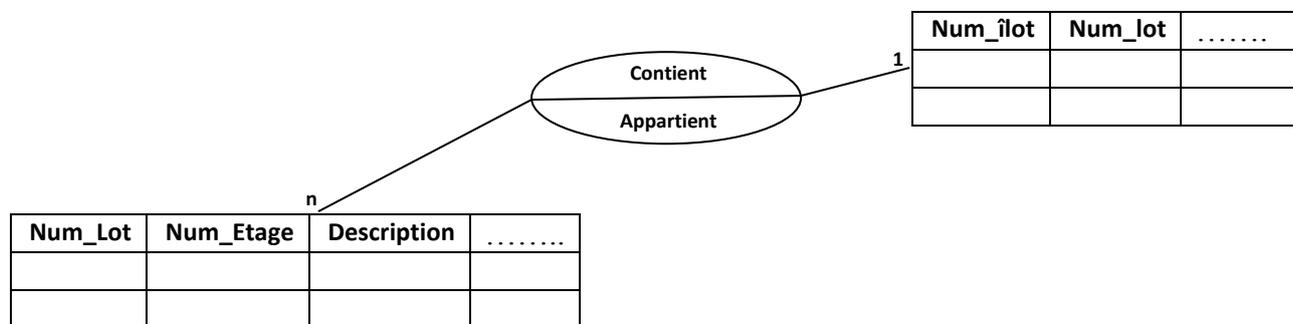


Table							
Exemple_lot							
OID	N	LOT NO NAT	Num Etage	Descriptio	LOT SURFAC	TANTIEME1	
0	758	31010050001	1	RDC, Appartement F3 numero 29, deux chambres, salon, cuisine, balcon	82,99	237	
7	765	31010050002	1	RDC, Appartement F3 numero 30, deux chambres, salon, cuisine, balcon	81,22	232	
8	766	31010050003	2	1er, Appartement F3 numero 31, deux chambres, salon, cuisine, balcon,	83,08	237	
9	767	31010050004	2	1er, Appartement F3 numero 32, deux chambres, salon, cuisine, balcon,	81,2	232	

**Figure VI.22. Introduction des informations détaillées par étage**

L'inconvénient de cette méthode est qu'avec un seul îlot graphique, sont stockées toutes les informations à l'échelle d'étage et du lot de copropriété, ce sont les informations des tableaux descriptifs de division de l'EDD établi par le GEF. Le problème se pose surtout, dans l'extrait du plan quand il demandé par le propriétaire.

**Deuxième méthode :** elle diffère de la première dans l'intégration de l'information géométrique sur les limites des lots, et s'il ya la possibilité, même les cotations à l'intérieurs de chaque lot.

Pratiquement, il faut créer un répertoire externe dans lequel on sauvegarde les croquis qui ont été dessinés lors de l'enquête foncière menée par les agents du cadastre, ou le géomètre expert foncier. Le rôle de ces croquis, est la compréhension du plan interne de chaque lot, et les limites des parties communes et privatives.

Pour donner la rigueur métrique aux plans réalisés à base des croquis, on doit enregistrer les coordonnées des sommets qui sont déduits des distances obtenues par chainage lors de l'enquête.

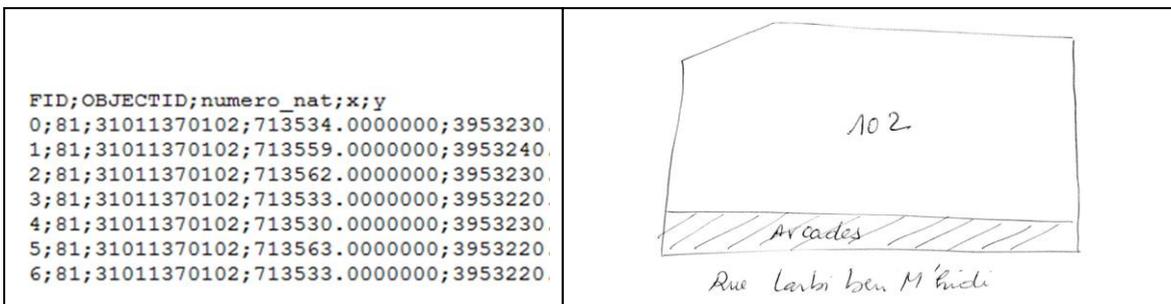


Figure VI.23. Croquis du RCD de l'îlot 102 et le fichier des coordonnées annexe

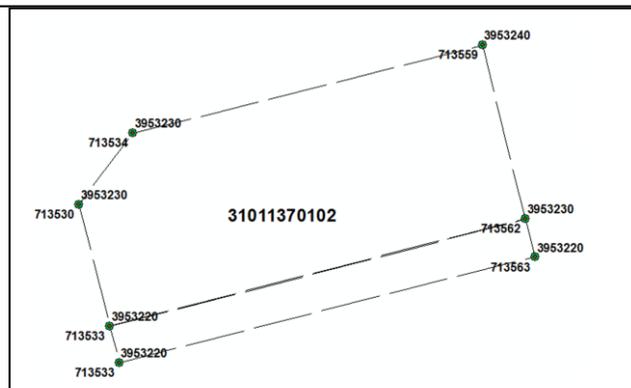
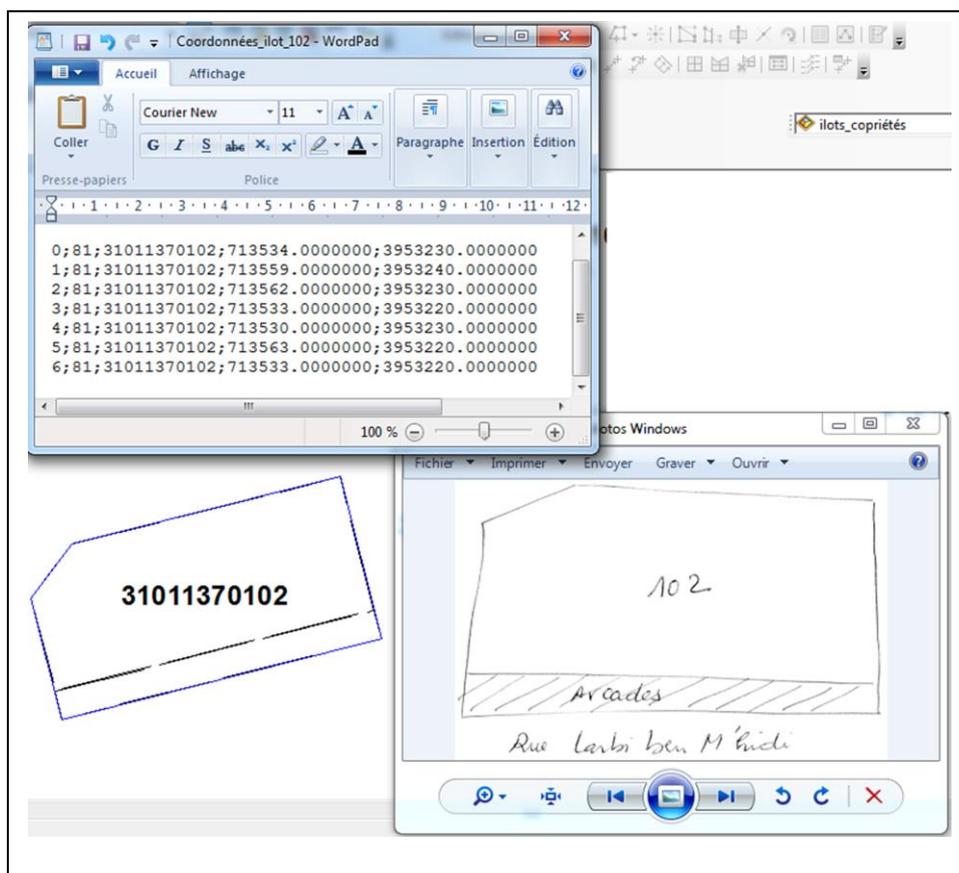


Figure VI.24. Reconstruction du plan du RCD de l'îlot 102 par utilisation des informations annexes

Cette méthode est avantageuse par rapport à la première du fait qu'on puisse reconstruire l'îlot étage par étage. L'inconvénient est qu'elle demande un double travail, lors du chinage on prend les mesures de distances, et après on déduit les coordonnées par des calculs manuels.

**Troisième méthode :** la troisième méthode consiste à créer dans la base de données, un nouveau jeu de classes d'entités 'plans illustratifs ou plans étages', indépendamment de la couche d'information 'îlot'. L'avantage par rapport à la précédente, est la possibilité d'extraire directement l'information sur les lots de copropriété, les parties privatives et communes, en vraies dimensions sans faire appel aux fichiers enregistrés à l'extérieur (croquis et fichier de coordonnées).

Cette méthode nécessite de passer directement après le travail d'enquête et de délimitation terrain, à la station informatique pour implanter les limites (vectorisation) selon le croquis et les mesures faites pour chaque lot de copropriété. Du point de vue normalisation, la redondance non utile, qui augmente le volume de la base de données est interdite, mais, pour ce cas-là, la redondance de la représentation graphique est la meilleure solution pour faire apparaître les limites des copropriétés. La même procédure est appliquée pour le cas du cadastre en Espagne, en France et au Québec.

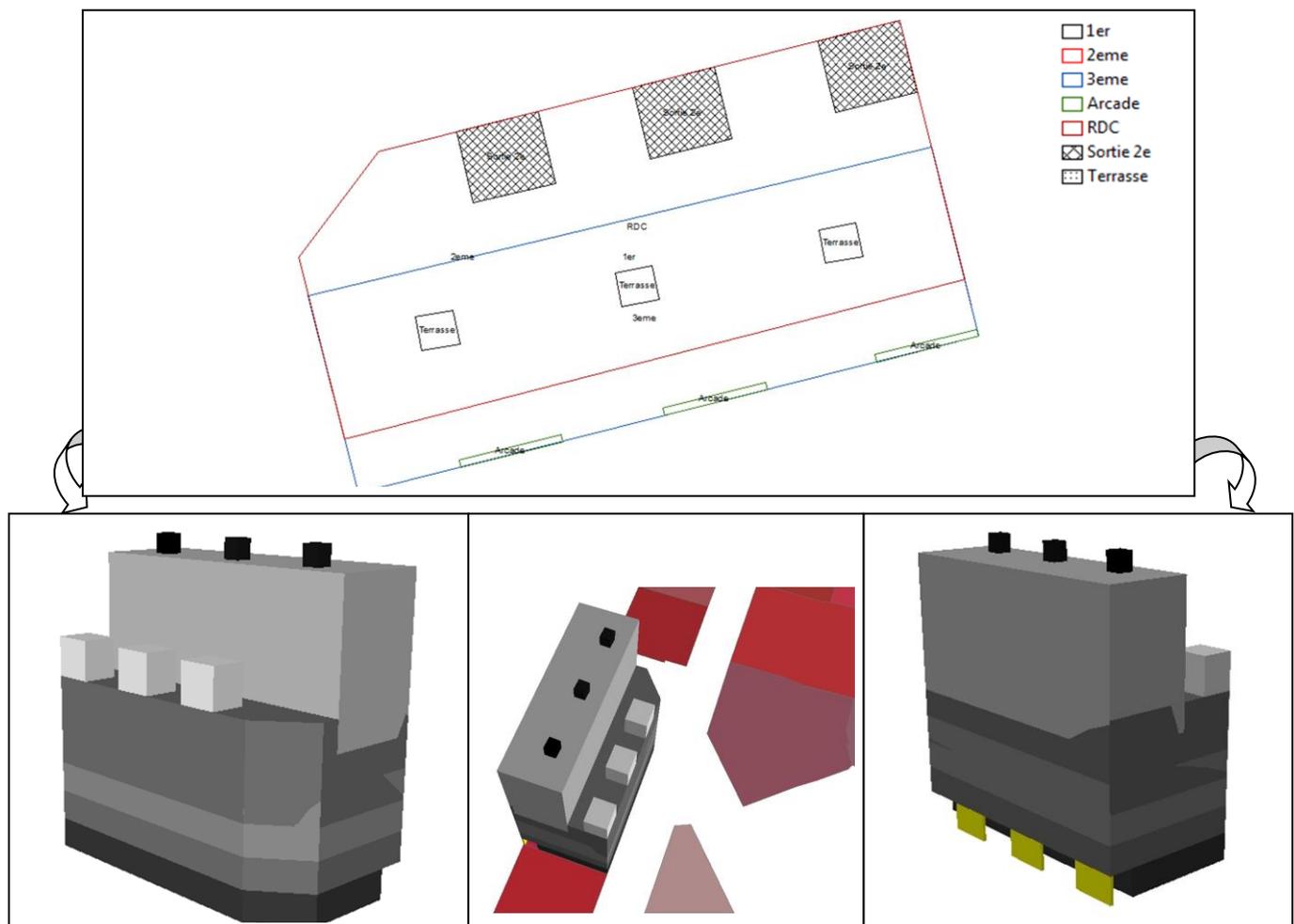
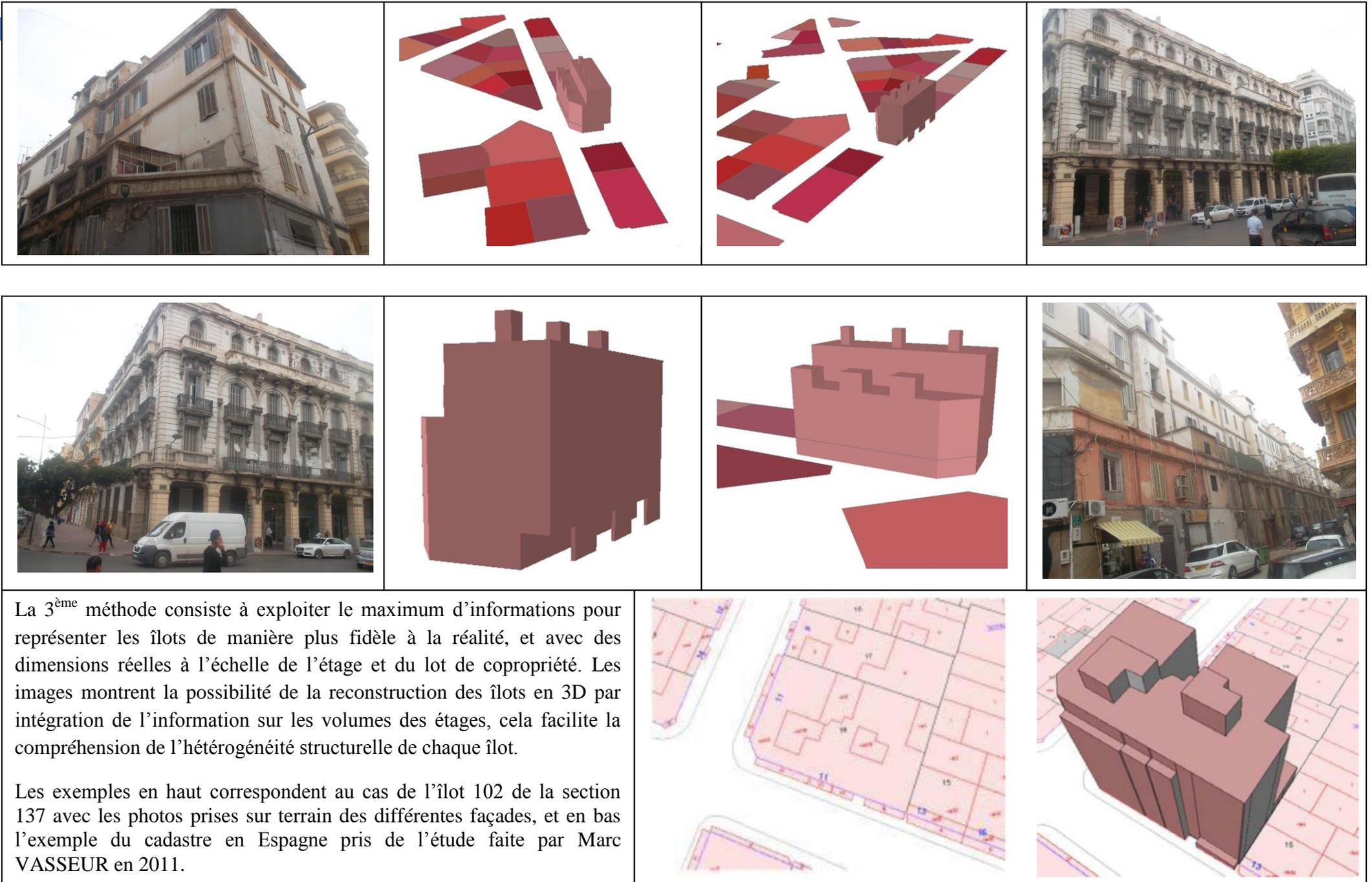


Figure VI.25. Représentation des îlots du cadastre 3D par étage et par volume



La 3<sup>ème</sup> méthode consiste à exploiter le maximum d'informations pour représenter les îlots de manière plus fidèle à la réalité, et avec des dimensions réelles à l'échelle de l'étage et du lot de copropriété. Les images montrent la possibilité de la reconstruction des îlots en 3D par intégration de l'information sur les volumes des étages, cela facilite la compréhension de l'hétérogénéité structurelle de chaque îlot.

Les exemples en haut correspondent au cas de l'îlot 102 de la section 137 avec les photos prises sur terrain des différentes façades, et en bas l'exemple du cadastre en Espagne pris de l'étude faite par Marc VASSEUR en 2011.

**Figure VI.26. Reconstruction 3D de l'îlot 102 de la section 137 (rue Larbi Ben M'hidi) et comparaison avec le cadastre 3D en Espagne**

## VI.9. Cadastre 3D type 'full cadastre' : acquisition par Lasergrammétrie

Les objets sont mesurés en envoyant un faisceau laser à travers le champ de vision. Lorsque le faisceau laser rencontre une surface, il est réfléchi en direction du scanner. Les mesures des points uniques sont effectuées à des vitesses allant jusqu'à 976 000 fois par seconde.

Il en résulte un Nuage de points, qui est un ensemble de données en trois dimensions de l'environnement visible du scanner.

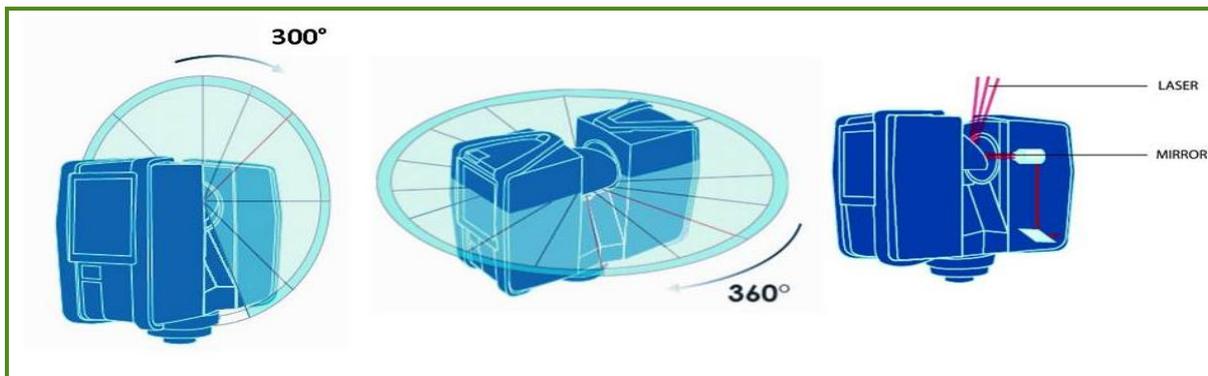


Figure VI.27. Scanner laser 3D Faro S150 (Aperçu du système focus3d)

Dans cette section de prétraitements des données issus de l'opération de scan ou la réalisation des plans **as-built** nous éclaircissons quelques points relatifs à la méthodologie et le mode pratique de l'opération de prise de scans sur site jusqu'au résultat final.

### VI.9.1. Principe d'acquisition

Le scanner doit être en mesure de « voir » la cible et pour assurer une bonne disposition de cible pendant l'opération de scanning il faut :

- Disposez les cibles à des hauteurs, distances, et plans variables
- Évitez de disposer des cibles sur une ligne droite.
- Assurez-vous que les cibles sont à une distance appropriée du scanner (exemple : pour une résolution 1/4, la distance maximale est d'environ 18 mètres)
- Les cibles peuvent être disposées derrière le scanner
- Ne pas disposer des cibles dans la ligne de visée du scanner.

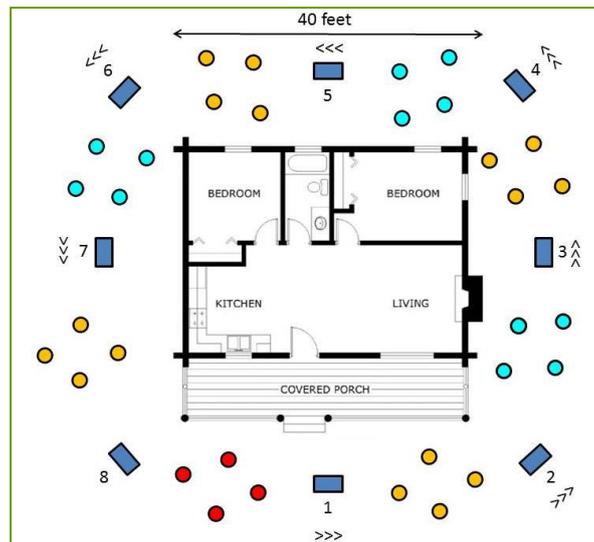


Figure VI.28. Disposition des sphères d'acquisition Lidar

### VI.9.1. Prise des scans sur le site

Cette opération consiste à effectuer des différents scans pour couvrir toute la zone d'étude en gardant les mêmes paramètres pour tous les scans (profil, résolution).



Figure VI.29. Carte d'aperçu sur les positions de scans autour de l'îlot 102

### VI.9.3. Consolidation des scans et validation des acquisitions

Une fois l'opération de la prise de scans sur site est terminée on passe à la consolidation du bloc de scan. Vu les dimensions de l'immeuble et sa disposition allongée, **20 scans ont été effectués**. L'importation des fichiers de numérisations se fait de la carte SD vers SCENE pour permettre de les traiter.

Les points de numérisation sont enregistrés dans un système de coordonnées relatif au scanner. Le point d'origine de ce système de coordonnées de numérisation est la position où le laser touche le miroir. Les coordonnées de ce point sont  $X=0$ ,  $Y=0$ ,  $Z=0$ .

Une fois l'opération est terminée (ça prend quelques heures à, on vérifie les résultats du rapport par la lecture des erreurs obtenues et leur comparaison aux tolérances exigées.

#### VI.9.4. Intégration des données Lidar terrestre

Il faut d'abord géoréférencer les données acquise, cette opération transforme le produit final au système de coordonnées reconnu et pour l'effectuer, il suffit de choisir au moins 3 points connus dans les deux systèmes (système de scanneur et le système WG84) puis nous appliquons un enregistrement basé sur cible (par une technique de transformation polynomiale).

Le résultat d'un projet de numérisation dans SCENE est en général un nuage de tous les points du projet de l'objet numérisé qui peut être intégré sous l'application web Share dont il est plaqué sur des photos panoramiques, cela nécessite des données Web Share Cloud spéciales qui doivent être créées depuis le projet. La VI.30 montre un exemple sur une partie de l'ilot 102 dont les dimensions de l'immeuble scanné sont : le périmètre de l'immeuble : 65,03 mètres et la surface de l'immeuble : 240,04 mètres carrés.

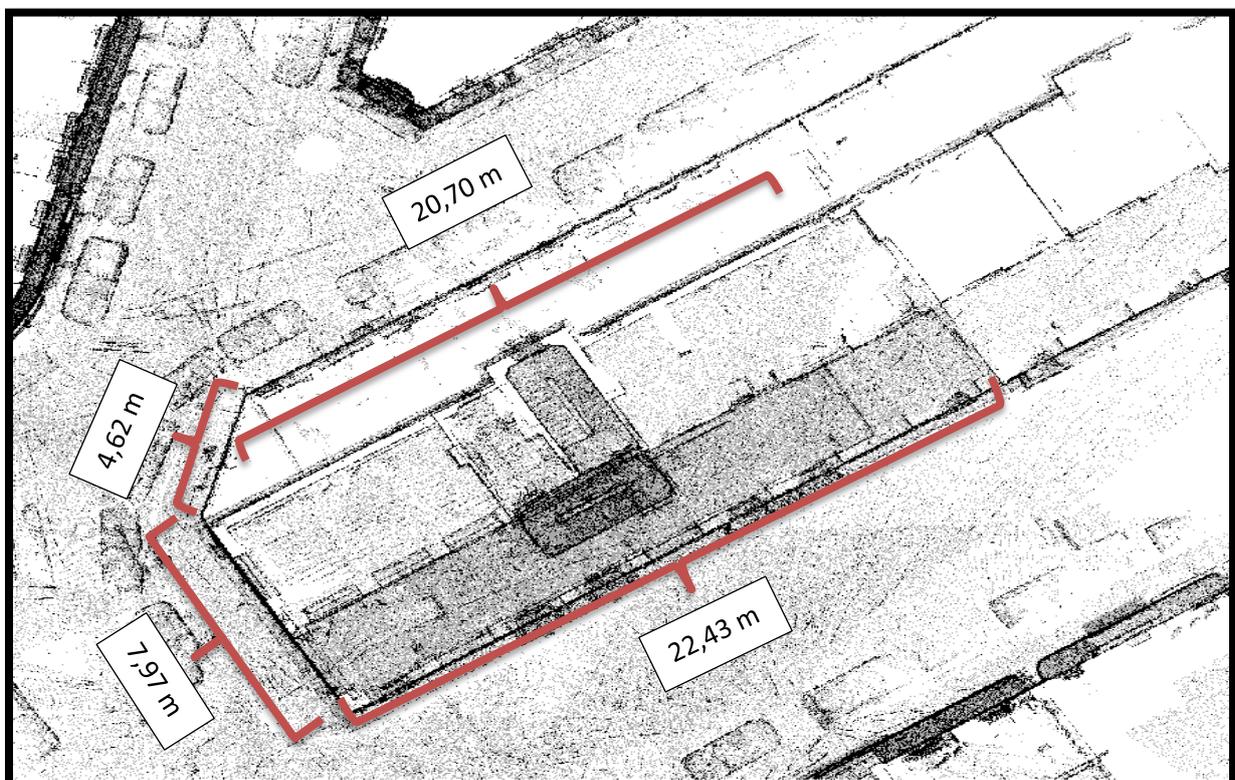
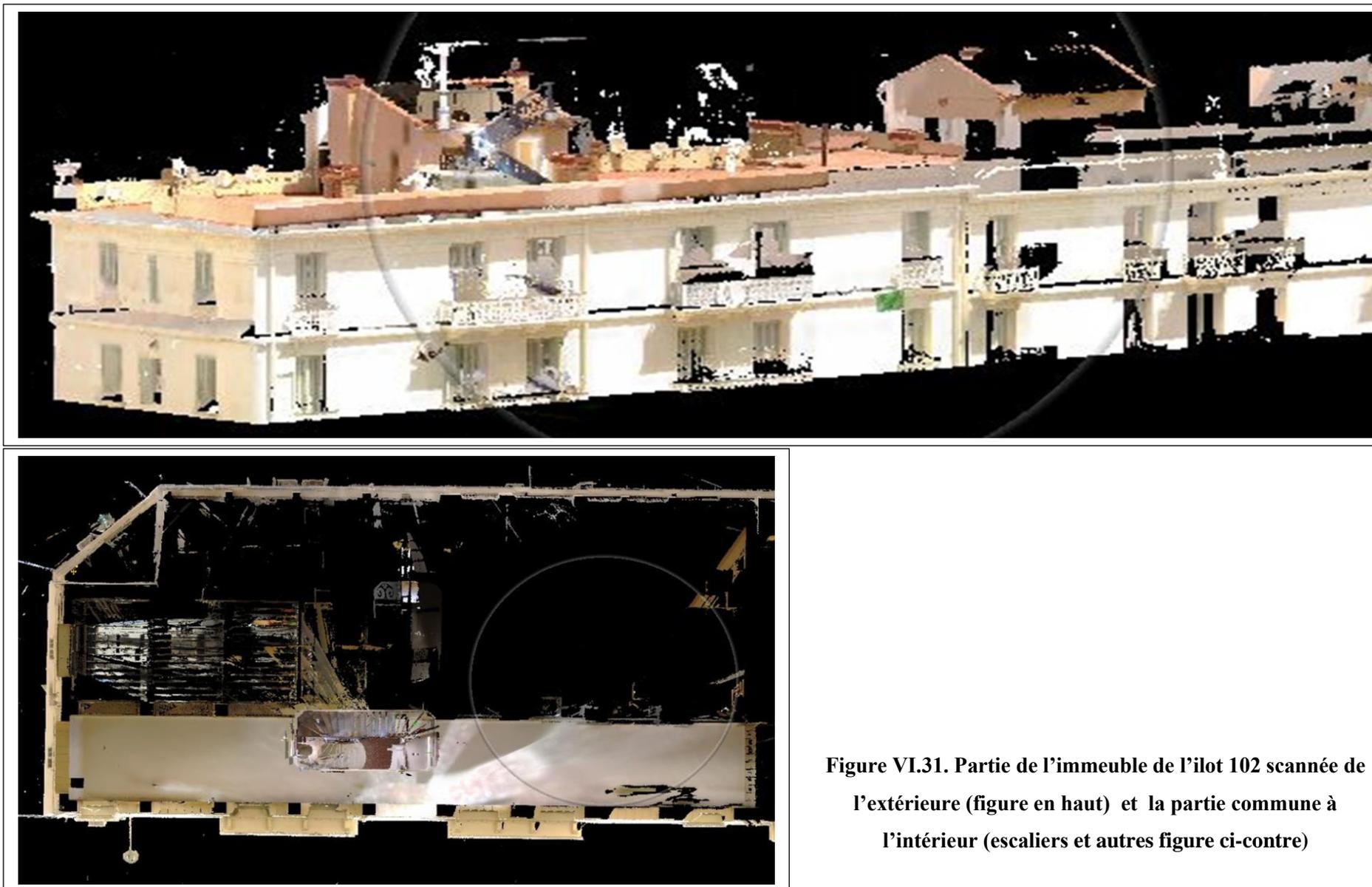


Figure VI.30. Dimensions d'un immeuble appartenant à l'ilot 102



**Figure VI.31. Partie de l'immeuble de l'ilot 102 scannée de l'extérieure (figure en haut) et la partie commune à l'intérieur (escaliers et autres figure ci-contre)**

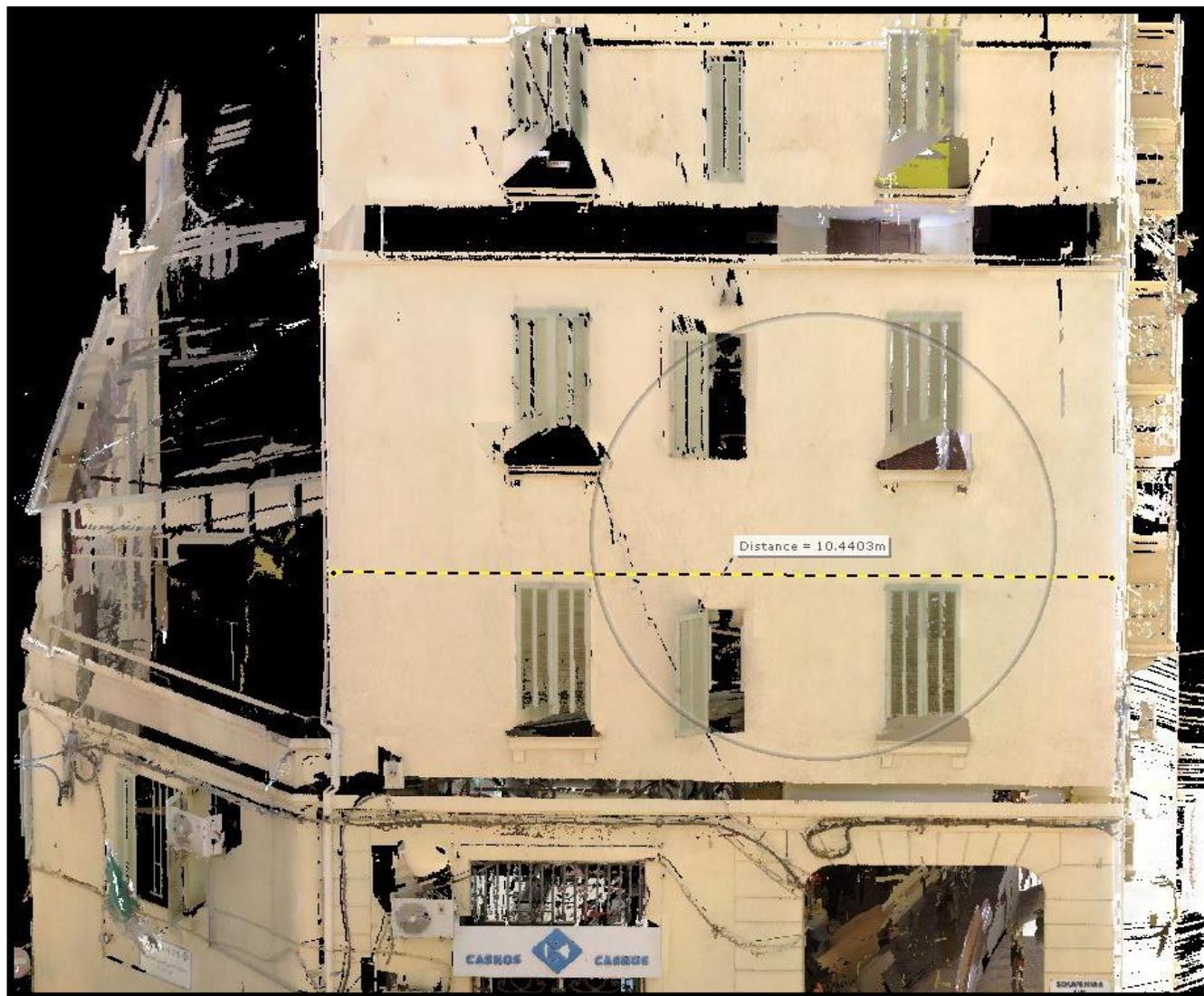


Figure VI.32. Exemple d'une distance mesurée sur un côté de l'immeuble scanné

## VI.10. Le Cadastre 3D comme support d'évaluation des immeubles bâtis

Ce travail traite la problématique d'utilisation de la donnée cadastrale numérique pour des besoins d'évaluation des immeubles bâtis avec intégration du concept de propriété immobilière tridimensionnelle 3D.

L'évaluation des biens immobiliers telle qu'elle se pratique fait souvent référence à la notion de valeur plutôt qu'à celle du prix. De ce principe, l'approche développée dans le cadre de cette étude, utilise la méthode 'hédoniste' qui s'inspire de la nouvelle théorie du consommateur, elle valorise l'immeuble, non pas dans sa globalité, mais élément par élément. La concrétisation d'un tel projet, nécessite la résolution d'un certain nombre de problèmes liés notamment à :

- **Evaluation des biens immobiliers :** qui vise la répartition équitable de l'impôt foncier, nécessite de catégoriser avec précision les biens semblables selon des critères globaux à l'échelle des îlots de propriétés, dérivés à partir des bases de données cadastrales et d'autres critères locaux à une échelle plus grande, relatifs aux caractéristiques des lots de copropriétés.
- **Choix de la méthode d'évaluation :** compte tenu des caractéristiques des marchés immobiliers instables marqués par l'insuffisance des données sur les ventes récentes d'une part, et de l'incomplétude des données cadastrales urbaines d'autre part, le recours à des techniques robustes d'évaluation devient indispensable.

### VI.10.1. Utilisation du cadastre 3D en évaluation immobilière

Nous signalons ici qu'à cause d'absence des EDD, on s'est limité à l'évaluation par îlot et non pas par lot. Les principales informations tirées de la base de données sont liées à :

- La superficie des îlots,
- L'emplacement,
- La configuration,
- La nature juridique.

D'autres informations sont collectées sur terrain par enquête comme l'âge des bâtiments.

### VI.10.2. Application de l'évaluation hédonique

On cherche ici à appliquer des modèles mathématiques qui permettent d'étudier l'association entre des facteurs exploratoires et une variable à expliquer, dans un objectif de description et/ou de prédiction.

La question qui se pose : quel type de modèle qu'on doit utiliser ?

Le choix d'un modèle dépend de la distribution (loi de probabilité) et donc du type de la variable à expliquer Y, et de la forme de la liaison entre les variables explicatives et Y. Les modèles de régression multiple les plus couramment utilisés sont le modèle de régression linéaire, le modèle de régression logistique, et le modèle à risques proportionnels de Cox.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \epsilon$$

#### VI.10.1.1. Analyse de la significativité des coefficients des modèles testés

L'analyse de la significativité d'un modèle se fera en deux étapes : l'analyse du point de vue de la qualité globale d'une part et celle de la qualité individuelle des coefficients d'autre part.

Dans un premier temps, nous allons nous interroger sur la significativité globale du modèle, c'est-à-dire si l'ensemble des variables explicatives ont une influence sur la variable dépendante.

Ce test peut être formulé de la manière suivante : existe-t-il au moins une variable explicative significative? Soit le test d'hypothèses suivant :

- H0 : tous les coefficients du modèle sont nuls
- H1 : il existe au moins un coefficient non nul

L'arbitrage se fait par la comparaison de la valeur de la F-statistique estimée à celle tabulée par Fischer. Pour notre cas nous avons utilisé le logiciel R qui fournit automatiquement la probabilité associée à la F-statistique calculée, ce qui facilite grandement l'analyse.

Il suffira donc de comparer la probabilité associée à la F-statistique au seuil de 5% - 1% retenu. Dans le cas où la probabilité associée à F-statistique calculée est inférieure à 5%, alors l'hypothèse H0 sera rejetée au profit de l'hypothèse alternative selon laquelle la régression est globalement significative.

#### Model 1

Residual standard error: 68.27 on 5 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.9903, Adjusted R-squared: 0.9826  
 F-statistic: 128.2 on 4 and 5 DF, p-value: 0.00003185

Dans notre cas, la statistique de Fisher calculée par le logiciel R est F= 128.2 et la Probabilité associé est inférieure à 5% (0,00003185 < 0.05).

Ce résultat est conforme à la valeur de la statistique R2 ajusté (0,9826) qui renseignent aussi sur la qualité du modèle (R2 tend vers l'unité).

### Model 2

Residual standard error: 60.05 on 7 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.9895, Adjusted R-squared: 0.9866  
 F-statistic: 331.2 on 2 and 7 DF, p-value: 0.0000001169

Dans notre cas, la statistique de Fisher calculée par le logiciel R est  $F = 331.2$  et la Probabilité associé est inférieure à 5% ( $0,0000001169 < 0.05$ ).

Ce résultat est conforme à la valeur de la statistique R2 ajusté (0,9895) qui renseignent aussi sur la qualité du modèle (R2 tend vers l'unité).

Les deux modèles sont globalement significatifs et de bonne qualité, il y a au **moins une variable** dans le modèle permettant d'expliquer **le prix de vente** parmi l'ensemble.

#### VI.10.1.2. Analyse sur la significativité individuelle des variables

Pour se prononcer sur la significativité individuelle des variables, on utilise la statistique de Student directement fournie par R.

Lorsqu'au seuil considéré la valeur de la statistique de Student estimée est supérieure à celle tabulée par Student, alors on retient l'hypothèse de significativité de la variable. Il sera ici utilisé, la probabilité de rejet que fournit le logiciel R au seuil retenu.

**Tableau VI.3. Significativité individuelle des variables Model 1**

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
<b>(Intercept)</b>	669.47181	308.14221	2.173	0.0819	.
<b>Compacité</b>	-926.11817	6586.55529	-0.141	0.8937	
<b>Superficie_terrain_nu</b>	3.50703	0.23367	15.009	0.0000238	***
<b>Vétusté</b>	-0.10487	0.03995	-2.625	0.0468	*
<b>Zone</b>	-159.81031	195.93518	-0.816	0.4518	
Signification des codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1					

Les résultats de l'estimation montrent que seulement deux variables sont statistiquement significatives vu la probabilité qui leur est attribuée :

- La variable Superficie\_terrain\_nu est significative au seuil de 0.000% ;
- La variable Vétusté est significative au seuil de 1% ;

**Tableau VI.4. Significativité individuelle des variables Model 2**

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
<b>(Intercept)</b>	502.9337	77.8966	6.456	0.000348	***
<b>Superficie_terrain_nu</b>	3.5803	0.1696	21.114	1.34 10 <sup>-7</sup>	***
<b>Vétusté : Compacité : zone</b>	4.0061	1.016	-3.943	0.0055	**
Signification des codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1					

Les résultats de l'estimation montrent que tous les variables sont statistiquement significatives vu la probabilité qui leur est attribuée :

- La variable Superficie\_terrain\_nu est significative au seuil de 0.000% ;
- La variable Vétusté : Compacité : zone est significative au seuil de 0.1% ;

### VI.10.1.3. Analyse de variance et d'auto-corrélation

**Model 1:** Valeurs.de.ventes ~ SUPERficie\_Terrain\_NU + Vétuste + Compacité + Zone

**Model 2:** Valeurs.de.ventes ~ SUPERficie\_Terrain\_NU + Vétuste : Compacité : Zone

**Tableau VI.5. Analyse de variance à 1 facteur**

	Res.df	Rss	F	Pr(>F)
<b>Model 1</b>	5	23307		
<b>Model 2</b>	7	25238	0.2071	0.8196

Cela signifie que les deux modèles ont des valeurs suffisamment proches pour qu'on accepte l'idée qu'elles soient homogènes.

La présence d'une autocorrélation des résidus signifie que le modèle linéaire n'est pas adapté à la *forme du nuage de point* et que la relation liant les deux variables X et Y est plus compliquée (*non-linéaire*).

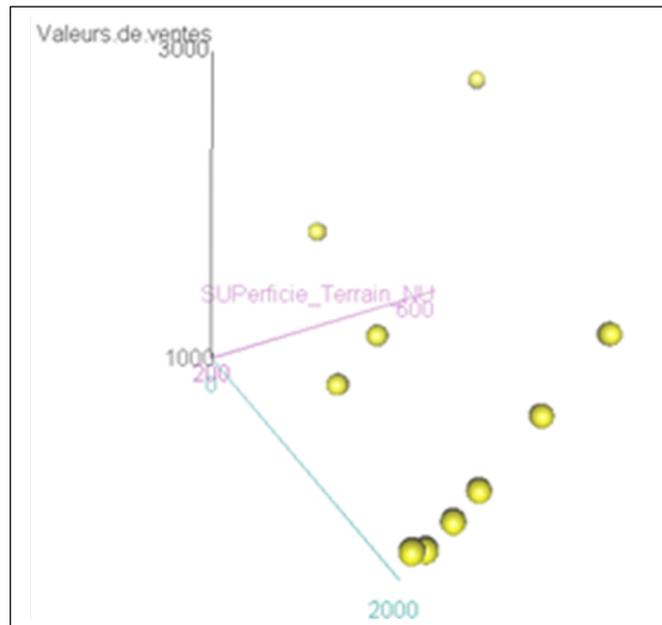


Figure VI.33. Modèle de la régression obtenu

#### VI.10.1.4. Durbin-Watson test

Model 1: Valeurs.de.ventes ~ SUPERficie\_Terrain\_NU + Vétuste + Compacité + Zone

DW = 2.2076, p-value = 0.8599 alternative hypothesis: true autocorrelation is not 0

Une autocorrélation des résidus signifie donc que le modèle est mal spécifié et qu'il existe une forme plus pertinente de description de la relation entre les deux caractères X et Y que l'ajustement à une simple droite.

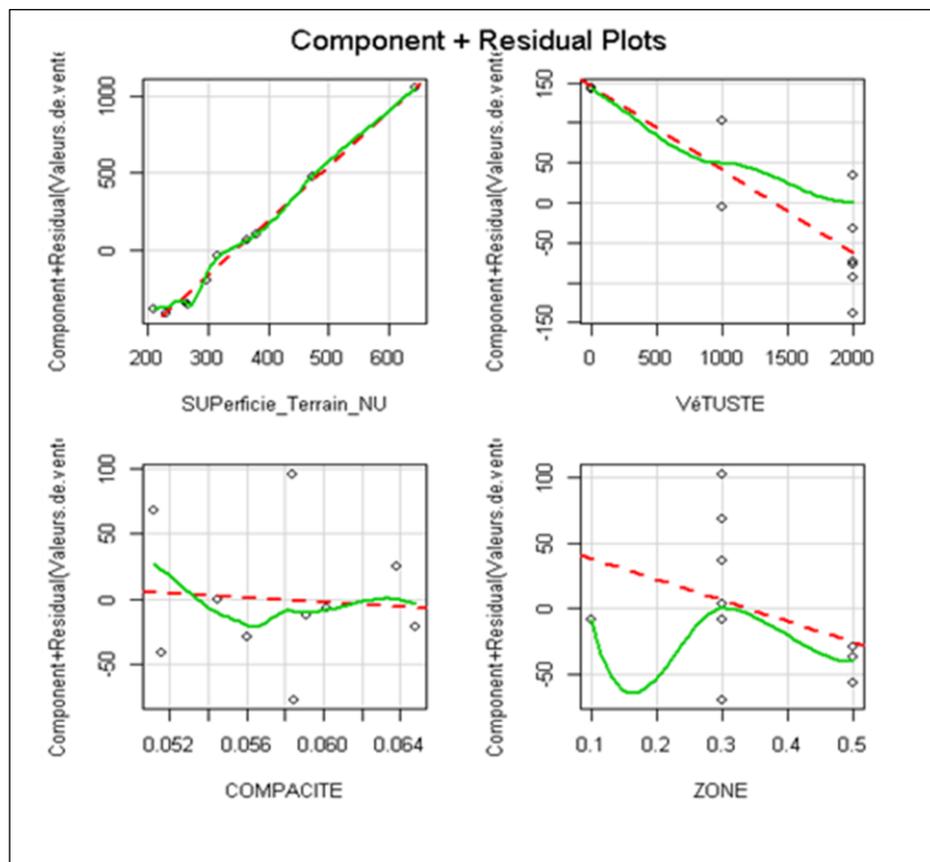
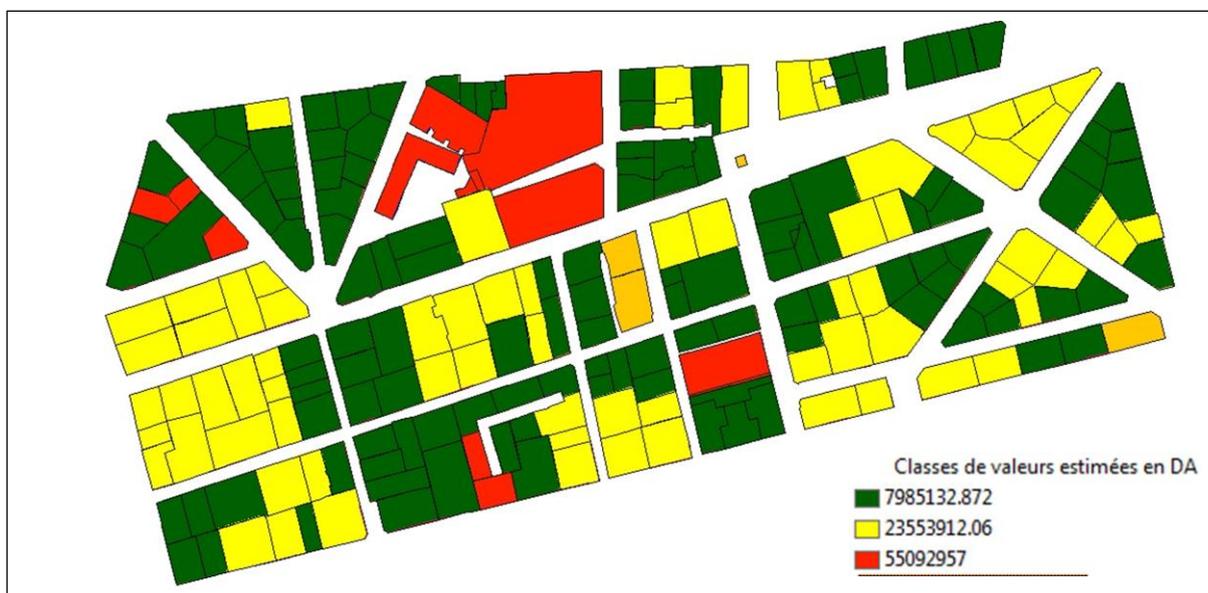


Figure VI.34. Représentation graphique des résidus

Finalement on peut attribuer à un model proche à la réalité qui est définit par l'équation suivante :

$$Pv = (3.5 * Superficie\_Terrain\_nu - 0.10 * Vétuste - 926.11 * Compacité - 159.81 * Zone + 669.47) * 10^{+4}$$

Le tableau Tableau VI.6. présente l'estimation des valeurs des biens invendus sur la base des échantillons introduits des biens vendus en appliquant ce modèle, les résidus des échantillons ne sont pas vraiment significatifs devant les valeurs de ventes introduites. On donne l'exemple de l'îlot 31011370086, d'après l'analyse par application du système de ponctuation des critères, la valeur de vente correspond à 11852322 DA et la valeur estimée après application du modèle est de 10972266 DA soit une surestimation de 880056 DA soit 7% de la valeur introduite.



**Figure VI.35. Classes des valeurs estimées en DA pour les îlots des sections cadastrales 137 et 138 commune Oran Chef-Lieu –approche hédonique-**

Tableau VI.6. Valeurs estimées en appliquant le modèle d'évaluation des prix hédonistes

Num_Ilot	Estimation										
31011370004	21283663	31011370050	8762939	31011370094	11101835	31011380037	13833055	31011380080	15799136	31011380094	10981959
31011370003	21111676	31011370052	17336241	31011370095	18003199	31011380040	20584917	31011380081	15159700	31011380092	25685565
31011370002	16583865	31011370057	20834113	31011370096	13280150	31011380038	17928227	31011380082	13579061	31011380093	19331991
31011370001	15137105	31011370053	13920833	31011370100	18099041	31011380041	23354653	31011380083	18175899	31011380084	10907734
31011370006	13513303	31011370054	14449432	31011370101	18007707	31011380047	23814994	31011380094	10981959	31011380085	14234823
31011370005	14751472	31011370055	22474894	31011370102	21662070	31011380043	24009138	31011380092	25685565	31011380090	22186638
31011370009	13801419	31011370056	21566434	31011370103	14758273	31011380044	11410978	31011380093	19331991	31011380087	32292069
31011370008	15928637	31011370058	9147014	31011370104	22104871	31011380045	16170881	31011380084	10907734	31011380091	15433990
31011370010	13559473	31011370061	40125899	31011380006	37552392	31011380042	22525225	31011380085	14234823	31011380086	13346587
31011370012	10946393	31011370059	13412445	31011380007	14733058	31011380046	23255209	31011380090	22186638	31011380095	15074727
31011370011	14226818	31011370060	14685389	31011380002	9575941	31011380058	29562788	31011380087	32292069	31011380039	16431271
31011370013	23641855	31011370062	16998771	31011380001	18527498	31011380048	14697691	31011380091	15433990	31011380105	13878442
31011370016	17677903	31011370063	17680474	31011380003	14132087	31011380049	16335519	31011380086	13346587	31011380104	25662527
31011370017	10993966	31011370064	16296499	31011380004	12986356	31011380050	22684455	31011380095	15074727	31011380103	18190935
31011370014	9257945	31011370065	17091498	31011380005	17734658	31011380051	22023336	31011380039	16431271	31011380098	24687353
31011370015	9549450	31011370076	26178339	31011380008	16792120	31011380052	16676138	31011380105	13878442	31011380097	27603169
31011370018	10928635	31011370075	24705556	31011380009	13931596	31011380053	14534679	31011380104	25662527	31011380096	14571281
31011370105	16315708	31011370074	16362992	31011380010	15119326	31011380054	11377800	31011380103	18190935	31011380099	15200136
31011370019	15241953	31011370073	12176919	31011380012	14205012	31011380055	10525309	31011380098	24687353	31011380100	15098018
31011370020	13914209	31011370072	14228716	31011380013	16717324	31011380057	15672839	31011380097	27603169	31011380101	26924516
31011370021	17545523	31011370071	11811240	31011380011	20157150	31011380056	18885688	31011380096	14571281	31011380102	12541171
31011370025	14394056	31011370070	15582518	31011380014	12094239	31011380059	28271546	31011380099	15200136	31011380083	18175899
31011370026	19447959	31011370069	16444143	31011380015	14935505	31011380060	14525706	31011380100	15098018	31011380094	10981959
31011370024	12865902	31011370068	12578876	31011380016	8326866	31011380061	10115387	31011380101	26924516	31011380092	25685565
31011370023	17708407	31011370077	15843151	31011380017	16641340	31011380063	24669595	31011380102	12541171	31011380093	19331991

31011370022	13399962	31011370078	13681020	31011380018	14475643	31011380062	17205796	31011380080	15799136	31011380084	10907734
31011370027	25477324	31011370067	12613557	31011380019	14200266	31011380064	24178131	31011380081	15159700	31011380085	14234823
Num_llot	Estimation	Num_llot	Estimation	Num_llot	Estimation	Num_llot	Estimation				
31011370028	19785663	31011370066	15082147	31011380020	12820682	31011380065	26686058				
31011370030	36731098	31011370079	21366872	31011380021	16877741	31011380066	22087146				
31011370033	10041625	31011370080	15337417	31011380022	13950372	31011380067	13580711				
31011370031	11256804	31011370081	15879107	31011380023	11943895	31011380068	11199325				
31011370032	17407211	31011370082	14945936	31011380024	10861295	31011380069	15263759				
31011370034	15857282	31011370083	11226653	31011380025	16079274	31011380070	13900917				
31011370035	25032256	31011370084	11506312	31011380026	14241913	31011380071	24781955				
31011370036	12594811	31011370085	13658405	31011380032	36047131	31011380072	19407903				
31011370037	12908587	31011370086	10972266	31011380030	7985133	31011380073	21045971				
31011370038	15507928	31011370087	12561493	31011380029	10595131	31011380074	20396035				
31011370042	11169076	31011370088	24558932	31011380027	10124252	31011380076	16504864				
31011370039	23533752	31011370089	15543255	31011380028	8606909	31011380075	16833406				
31011370041	34541300	31011370092	12408988	31011380033	55092957	31011380089	16979918				
31011370040	24339922	31011370090	10177500	31011380035	34496426	31011380088	13982142				
31011370048	17962499	31011370091	15660895	31011380031	1.06E+08	31011380077	14385279				
31011370047	13651111	31011370093	26832271	31011380034	58806878	31011380078	14441802				
31011370051	11759701	31011370097	13814777	31011380036	21611441	31011380079	19279460				
31011370050	8762939	31011380083	18175899	31011380082	13579061	31011380090	22186638				

## VI.11. Conclusion

Le passage d'un cadastre 2D vers un cadastre 3D va, d'un point de vue organisationnel, amener beaucoup de changements au sein de l'instruction de l'établissement du cadastre général en milieu urbain.

D'un point de vue technique, les éléments graphiques du plan cadastral devraient exister sous forme vectorielle et répondre à une structuration bien précise, elle nécessite la mise en œuvre d'une démarche pratique faisant appel à un personnel qualifié et un matériel spécialement conçu pour avoir les meilleures précisions dans les meilleurs délais.

Beaucoup d'avantages et de contraintes tournent autour des aspects BD 3D et la qualité de l'information produite :

### De la base de données cadastrale à la base de données du cadastre 3D

- L'utilisation de la représentation volumique permet de comprendre la structure de l'îlot et la superposition des étages,
- L'intégration de l'information des plans illustratifs permet de découvrir la situation réelle de la superposition des copropriétés.
- Prise en compte de l'aspect 'actualisation' des données lors de la modélisation et de la fusion avec les données de l'EDD. Le paramètre temps, est très important pour la fiabilité des données cadastrales, il constitue la 4ème dimension.
- Pour enrichir l'information cadastrale servant à la description 3D, nous proposons de créer un nouveau modèle de fiches complément des modèles T8 et T9, contenant les renseignements des tableaux descriptifs de division, et procéder lors de l'enquête foncière par relevé des mesures des limites des lots et la validation de la solution croquis et fichier de coordonnées.
- Dans le cas où les données EDD sont disponibles, la méthode d'analyse de la base de données Cadastre 3D par plans illustratifs est conseillée.

### Assurance qualité des données cadastrales

- Assurance de la continuité sur le plan précision des données exogènes et données cadastrales :
  - Précision des attributs liée aux types des détails représentés ;
  - Précision de la position liée à la différence d'échelle, par correction géométrique (cas des zones cadastrées).

- Résolution (relativement) du problème de conversion des données du format CAD au format d'ArcGIS par solution de rastérisation ;
- Respect des formes normales lors de la conception des deux bases de données et suivi d'une démarche par 'conception Père-Fils'.
- Contrôle de la précision de la position par vérification des chevauchements et d'inspection des erreurs topologiques lors de la phase de vectorisation.
- Prise en compte du critère, exhaustivité par comparaison avec la légende standard de l'INCT et par élaboration d'un dictionnaire des données cadastrales selon les fiches terrain (modèles du milieu urbain) et non pas uniquement les informations remplies.

### **Full cadastre**

Si les instruments traditionnels (distancemètre, chaîne, ruban, station totale) sont prédominants pour les levés urbains, il semble très important de recourir à l'utilisation des techniques d'acquisition LiDAR lors des enquêtes foncières menées par les agents du cadastre en milieu urbain.

Les expérimentations d'acquisition de données par technologie du scanner 3D dans la ville d'Oran, sur des copropriétés, à des fins de production de représentation 2D et 3D ont démontré leur efficacité pour passer à un cadastre volumique ou « full 3D cadastre » ce qui va permettre de représenter toutes les situations de superposition de la propriété, puisqu'il s'agirait d'un cadastre pour lequel l'unité de base n'est pas la surface de l'îlot, mais plutôt son volume. Il est également possible d'adopter un système cadastral hybride : dans ce type de solution, le plan cadastral 2D est conservé, mais des situations en 3D peuvent tout de même être enregistrées et représentées d'une façon ou d'une autre sur le plan 2D.

Le seul inconvénient est le volume de nuages de points denses à traiter, une piste de réflexion a été ouverte qui est en cours de développement au niveau de notre équipe de recherche du SIRS au CTS, qui consiste à la recherche d'une solution de réduction des nuages de points redondants par approche de **Voxelisation**.

### **Evaluation immobilière**

Pour la partie évaluation immobilière, plusieurs points sont à souligner :

- La valeur d'un bien immobilier est difficile à appréhender, car elle est évolutive, subjective, technique, juridique et fiscale mais jamais purement mathématique.
- La valeur vénale doit être théoriquement déterminée par référence au marché immobilier, autrement dit par rapport à des transactions locales récentes sur des biens

comparables. En comparant par rapport à la fourchette des prix estimés par les services des domaines à Oran Est (annexe 01), les estimations sont bien souvent faussées par la crainte de l'impôt, aussi la sous-déclaration est-elle de mise dans la plupart des cas, ce qui n'est pas sans conséquences dans la juste appréciation des marchés et demeure très dommageable à la mise en place d'un véritable cadre référentiel.

- Le recours aux tests de deux modèles d'évaluation appelés 'théorique' et du 'marché local' se justifie par les difficultés de la modélisation qui est liée aux mauvaises spécifications des variables. Cette situation peut être rencontrée lorsqu'une variable peu pertinente est introduite dans la modélisation, elle peut en effet apporter une significativité plus importante au modèle sans être directement corrélée au prix que l'on cherche à analyser.
- L'estimation des prix de l'immobilier par analyse multicritères peut être réalisée par différentes méthodes suivant l'échelle à laquelle on se place. Cette méthode repose sur l'hypothèse principale que les consommateurs accordent de l'importance au prix des attributs composant le bien plutôt qu'au bien en lui-même.
- Dans notre cas, l'enquête effectuée dans la zone d'étude a permis de déterminer la contribution de différents facteurs tels que l'accessibilité, les endroits moins sécurisés (risque d'agression), la proximité à l'activité de commerce, la proximité à la frange maritime... dans le prix de l'immobilier, cependant, la consultation du site ouedkniss et le contact direct des propriétaires des biens misent en vente, a permis de définir d'autres éléments tels que le prix de la surface, le prix d'une pièce, le prix d'une salle de bain supplémentaire.

# *Partie III*

## VII.1. Introduction

L'étalement urbain décrit le fait que les villes et les villages croissent en surface en artificialisant un territoire à un rythme plus important que ne l'imposerait le seul facteur démographique. L'étalement urbain représente le phénomène d'expansion géographique de l'urbanisation par l'implantation en périphérie, au détriment de zones principalement agricoles, un type d'urbanisme peu dense (banlieues pavillonnaires, maisons individuelles, zones commerciales, zones d'activités, etc.). (Ministère du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité de la France, 2015).

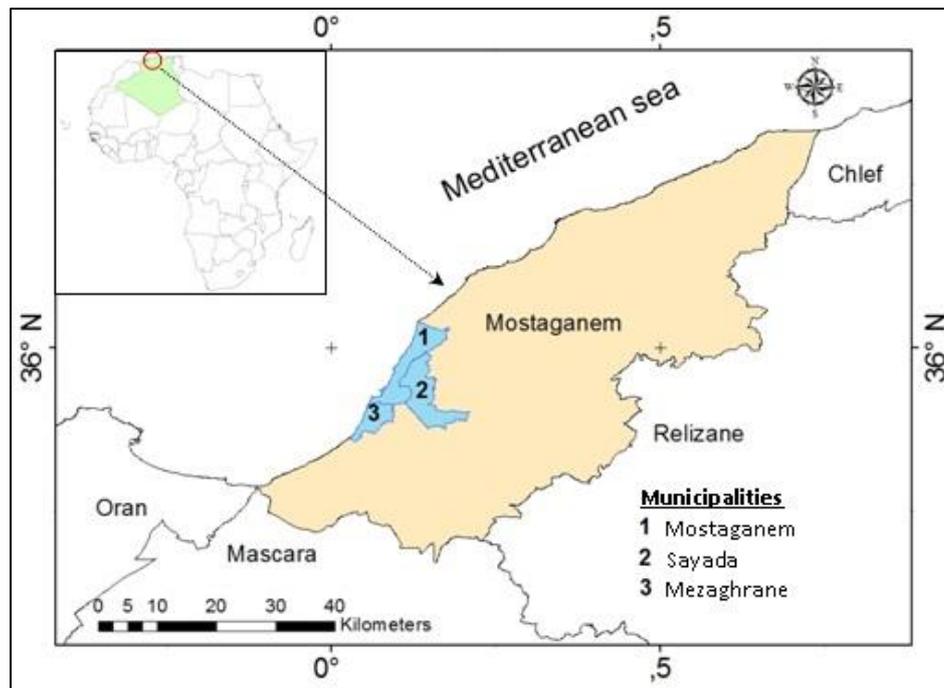
Dans la wilaya de Mostaganem choisie comme zone d'étude pour réaliser nos travaux de recherche, de développement et d'investigations, la situation foncière a généré un contentieux non encore réglé dont le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme ne pouvait atteindre ses objectifs. La politique de la consommation du foncier dans le Groupement de communes composé de la commune chef-lieu et deux communes limitrophes (Sayada et Mazaghran) a induit une urbanisation démesurée et généré d'autres effets tels que :

- Un abus dans l'usage des sols d'une façon illégale ;
- Le non-respect des normes d'urbanisme,
- Une surconsommation de terres agricoles d'une manière générale,
- La non exigence de permis de construire dans les zones rurales,
- La multiplication des constructions illicites sur les terrains des propriétés non titrées (actes non authentiques).

Après un bref aperçu historique sur la composition de cette ville et ses composantes, un état de l'art sur les méthodes, techniques ou solutions permettant de mesurer ou mettre en évidence la consommation foncière sera présenté car la mise en place d'une stratégie d'orientation et d'optimisation du foncier répond à plusieurs enjeux d'un aménagement durable du territoire ;

## VII.2. Présentation de la zone d'étude

La ville de Mostaganem fait partie d'un contexte local et régional qui influence son évolution et ses dynamiques. Son ancrage dans la région programme Nord-Ouest, plus particulièrement dans l'aire métropolitaine d'Oran lui permet de tirer profit des avantages de localisation, tout en s'affirmant comme un potentiel de développement local impulsé par ses caractéristiques spécifiques.



**Figure VII.1. Localisation de la zone d'étude**

La wilaya de Mostaganem dispose de territoires à vocations multiples qui résultent d'une prédominance agricole (64% de la superficie de la wilaya), et d'un cordon littoral qui couvre une superficie de l'ordre de 27.043 ha avec une façade maritime (124km), assez conséquente, qui lui confère une vocation balnéaire incontestable et la caractérise par une offre agro-écologique de haute importance. Elle compte 10 daïrates et 32 communes. Son territoire couvre une superficie de 2 269 km<sup>2</sup>. À l'échelle locale, le système urbain mostaganémois regroupe 9 communes : Fornaka, Stidia, Ain Sidi Cherif, Hassi Maameche, Mazagran, Sayada, Kheir Eddine, Ain Boudinar et Mostaganem. À une échelle plus réduite, Mostaganem, Sayada et Mazagran sont aujourd'hui en interaction permanente où se cristallisent les évolutions sociales et les enjeux économiques. (L. Yamani, 2020).

Mostaganem couvre une superficie de 2.269 Km<sup>2</sup> et compte, à fin 2013 une population de 807.762 habitants, soit une densité de 356 habitants/km<sup>2</sup>. Elle est limitée :

- A l'Est par les wilayas de Chleff et Relizane
- Au Sud par les wilayas de Mascara et Relizane
- A l'Ouest par les wilayas d'Oran et Mascara
- Au Nord par la mer Méditerranée.

Le climat est semi-aride avec des hivers tempérés et une pluviométrie variant de 350 mm sur le plateau à 400 mm sur les piémonts du Dahra. Quatre entités morphologiques appartenant à deux régions distinctes (le Plateau et le Dahra) composent la wilaya et c'est ce qui montre le tableau VII.1. (M. Ould Said, 2014).

### VII.1. Les unités morphologiques de la wilaya de Mostaganem (M. OULD SAID, 2014).

Unités	Communes concernées	Unités	Communes concernées
<b>Vallées basses De l'ouest</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mazagran</li> <li>- Hassi mameche</li> <li>- Stidia</li> <li>- Ain nouissy</li> <li>- El haciane</li> <li>- Fornaka</li> </ul>	<b>Vallée de L'est</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ben a/ramdane</li> <li>- Hadjadj</li> <li>- Sidi lakhdar</li> <li>- Khadra</li> <li>- Achaacha</li> <li>- O/ boughalem</li> </ul>
<b>Plateau de Mostaganem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostaganem</li> <li>- Sayada</li> <li>- Kheir eddine</li> <li>- A/ tedeles</li> <li>- Sour</li> <li>- Bouguirat</li> <li>- Mesra</li> <li>- Sirat</li> <li>- Touahria</li> <li>- Souaflias</li> <li>- Mansourah</li> </ul>	<b>Mont Dahra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oued el kheir</li> <li>- Saf saf</li> <li>- Ouled maalah</li> <li>- Ain boudinar</li> <li>- Nekmaria</li> <li>- Sidi ali</li> <li>- Tazgait</li> <li>- Sidi belatar</li> <li>-</li> </ul>

#### VII.2.1. Configuration de la ville pendant les périodes coloniale et précoloniale

La ville se serait développée après que des centres ruraux fussent nés, d'un marché local ou d'un grand souk. D'autre part, la présence d'une formation fortifiée jointe à une situation géographique, c'est le cas de Mostaganem, explique généralement le choix des voyageurs errants, des nomades qui cherchent à sédentariser leur commerce et leurs diverses activités. Plusieurs tribus ont dominait Mostaganem, entre autres citons les Maghraoua, puissante tribu qui dominait la région au 12ème siècle. Entre 1267 et 1271, le Sultan de Tlemcen — Ziyanydes- la réduisit. Après l'époque Espagnole, les Mhâls formaient une puissante tribu qui dominait aussi Mostaganem, et qui devinrent plus tard les auxiliaires des turcs. La croissance de la vile de Mostaganem a été radioconcentrique autour d'un point principal il s'agit de la mairie avant de rencontrer les limites naturelles, tel que c'est la mer et pour être après une extension linéaire vers Oran et Relizane aussi vers Kharouba. Ces derniers ont dominé jusqu'au 18ème siècle, avant la colonisation française. (M. Bennour et al, 2017).

Les photos aériennes de Mostaganem révèlent certains principes et logiques de localisation et de croissance pour chaque période de son histoire. La ville précoloniale, attenante à l'Oued Aïn-Sefra, occupe un site protégé par une topographie élevée. Elle dominait l'environnement

et favorisait ainsi une position de défense et de contrôle du secteur ouest. L'oued constituait en même temps pour les habitants, une ressource d'eau pour irriguer les jardins et actionner les moulins.

La topologie de l'ensemble est significative de l'expression d'un modèle d'intégration aux données physiques du site. Occupant des terrains escarpés le long des berges de l'oued, elle se compose de trois quartiers et de quelques constructions appelées El-Arsa.



Ces types d'implantation qui adhèrent aux propriétés morphologiques du site initial, se traduisent par des configurations toponymiques expressives.

El-Matemare et Tidjditt sur la rive droite, composent un arc épousant le tracé de l'oued et la déclivité des terrains. Le quartier d'El-Matemare qui comportait sa propre muraille se distingue par Bordj El-Turcs appelé par les Français Fort de l'Est. C'est une citadelle située sur un terrain dominant et facilitant la visibilité dans toutes les directions. (L. YAMANI et al, 2009).

Sa réalisation est attribuée par certains historiens à Hamid El-Abd et sa modernisation au Bey Mustapha Bouchelagham resté à Mostaganem de 1732 à 1737. Le quartier de Tidjditt qui abrite des koubas, makams et de petites mosquées est considéré comme une ville jumelle<sup>5</sup> plutôt qu'un simple quartier.



Il comprend dans sa partie ouest, un sous quartier appelé Kadous El-Meddah. Ce nom tire sa signification de la principale rue qui constituait un lieu de rencontre des poètes et «meddahs». Derb-Tebbana dénommé El Bled, sur la rive gauche est cerné d'une muraille. Sa position lui conférait le rôle de contrôler l'ouest et la mer. Réservé au commandement beylical et à l'aristocratie locale, il constitue le noyau de la ville traditionnelle qui abrite plusieurs édifices religieux et administratifs (La grande mosquée, le Bordj M'hal, la mosquée de Sidi Yahia, le palais du Bey Mohamed El-Kebir et deux zaouias).

Il est structuré en outre, par des rues animées « d'une vie populaire intense et où presque tous les corps de métiers sont représentés ».

Cette description évocatrice de quelques caractéristiques de la cité précoloniale, illustre la conception linéaire du souk plutôt qu'au sein d'une place. Cette forme d'organisation de l'espace commercial le long de la rue, est une constante majeure et un trait culturel dans

l'aménagement urbain. La topographie accidentée et la présence de l'oued affermissent son identité et constituent des « actants non humains » à l'origine de sa localisation et de son aménagement.

L'organisation spatiale, quant à elle, correspond d'une part à la distribution des différents groupes ethniques, et d'autre part à la spécialisation des métiers et des corporations dont le rôle essentiel influe sur l'image de la ville. Il en résulte ainsi et à l'instar de la représentation des villes anciennes, une ségrégation sociale et fonctionnelle dans l'utilisation de l'espace. Ces données historiques typiques ont maintenant disparu mais la permanence du tissu urbain permet d'apprécier les principes de sa composition. L'agencement compact des maisons, l'ordonnance de la mitoyenneté et les autres traitements architecturaux donnent à la ville son unité et une homogénéité dénuée de monotonie. (L. YAMANI et al, 2009).

L'urbanisme colonial qui pour des raisons militaires, s'est implanté à côté du noyau initial, a épargné son entité urbaine et architecturale. L'orientation Nord-Sud adoptée au début a été rapidement abandonnée pour des raisons topographiques. Les quartiers se sont développés en échiquier autour du centre, suivant une croissance radioconcentrique ordonnée par les éléments régulateurs que sont le port et l'oued vers le Sud-Est.



**Figure VII.2. Mostaganem Théâtre Lévy Algérie**

La ville se divisait en deux parties :

1. **La partie haute** : pour les arabes, trame viaire irrégulière.
2. **La partie basse** : pour les européens ou habitaient les travailleurs espagnols dans des simples maisons (des caves et des maisons de fortune). Les arabes travaillaient seulement à l'exportation des agrumes. (M. Bennour et al, 2017).



**Figure VII.3. Délimitation des deux trames sur une ancienne carte de la ville de Mostaganem**  
(source : M. Bennour et al, 2017).

La première période d'urbanisation de type militaire (1833-1850) et d'occupation de la ville existante, se poursuit par la création de la ville dite moderne. Initiée en 1855, elle donne naissance à la physionomie urbaine de Mostaganem selon un plan d'alignement des rues, ponctué de places et de carrefours.

Une succession de projets a été entamés postérieurement par la construction de L'hôpital militaire et de la Place d'Armes - qui deviendra plus tard la Place de la République - plantée d'arbres et dont la position centrale regroupe l'église et des bâtiments de deux à cinq niveaux pour usage d'habitation.

La conception des façades avec des balcons et de grandes fenêtres jouissent de la vue, tout en assurant l'ensoleillement et l'aération. Les rez-de-chaussée en arcades sont généralement réservés aux activités commerciales.

Au fur et à mesure que la ville prend forme, on observe l'apparition de plusieurs quartiers (La marine, La pépinière, Beymouth et Saint-Jules) autour du centre colonial, offrant aux ingénieurs et bâtisseurs français en Algérie l'opportunité d'expérimenter des techniques et des dispositifs urbanistiques nouveaux. C'est la période des orientalismes qui ont laissé des traces visibles dans la conception des projets architecturaux.

Le développement économique de la région entre 1910 et 1959, dû à l'essor de la viticulture, a favorisé l'exécution des projets structurants de la ville. L'Hôtel de ville, en 1927, constitue

par son architecture massive un fait marquant et un repère dans la représentation sociale. D'autres équipements importants ont suivi, tels que l'Hôtel des finances, La poste et les banques qui ont été réalisés le long du boulevard principal Benaïd Bendehiba (Ex. Avenue de Premier de Ligne).



**Figure VII.4. Usines installées dans le périmètre du port de Mostaganem**

(source : site Mostaganem aujourd'hui)

L'édification de nouveaux quartiers (Monplaisir à l'Est, La Salamandre au Nord-Ouest) ainsi que la jonction des quartiers existants (Beymouth, Saint-Jules et Raisinville) donnent à la ville la configuration héritée après l'indépendance.

Jusqu'aux années 1940, la production des logements a été le fait de l'initiative privée. Ce n'est qu'après 1954 que les autorités françaises ont mis en œuvre des formules pour loger la population algérienne défavorisée. (L. YAMANI et al, 2009).

Issue de l'exode rural, celle-ci était installée dans des bidonvilles à proximité de Monplaisir, El Arsa et Tidjditt. Au nord de ces quartiers, l'armée française en 1956 a construit un camp de recasement dénommé «Les maisons du capitaine», et l'office HLM (Habitations à loyer modéré) pour sa part, a réalisé des logements de types divers sur deux sites. Durant les dernières années de la Guerre de libération nationale, le Plan de Constantine a financé des logements type HLM à Raisinville, Beymouth et à l'extrémité Sud Est de la ville. Les différents tissus européens qui se sont juxtaposés en adoptant, en général, le même type d'urbanisme, définissent les lignes de croissance radioconcentrique de la ville après l'indépendance. C'est ainsi que l'urbanisation s'est déployée selon trois axes principaux reliant Mostaganem à Oran à l'Ouest, Relizane au Sud et Ténès à l'Est.

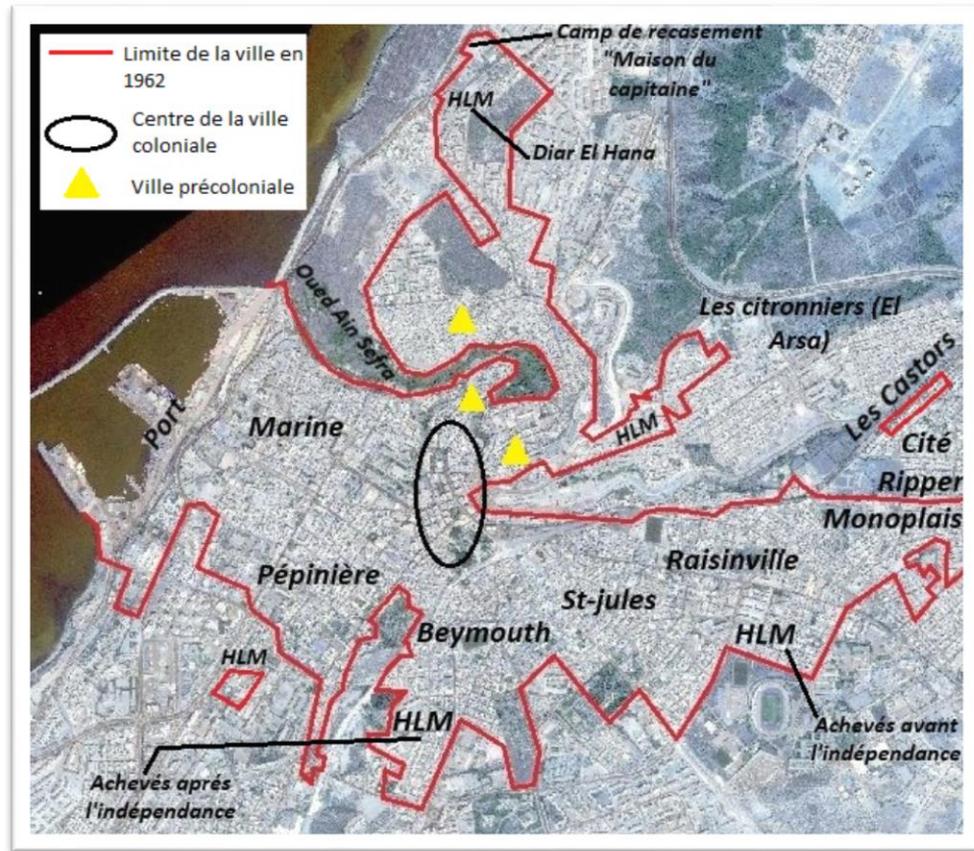


Figure VII.5. Principaux quartiers de la vieille ville de Mostaganem

Tableau VII.2. Estimation du volume du patrimoine ancien de la ville de Mostaganem

Quartiers	Superficie (ha)	Nbre de Constructions	Taux de concentration%	Etat de dégradation		
				Menaçant ruine	Dégradation notable	Légère dégradation
Tigditt	17,87	1090	57,89	709	207	174
Matmor	0,98	112	5,95	73	21	18
Derb Tebana	2,48	100	5,31	65	19	16
Raisinville	3,29	211	11,21	40	137	34
Centre ville	1,29	70	3,72	13	46	11
Centre ville Didouche Mourad	1,68	100	5,31	19	65	16
Plateau Marine	2,33	140	7,43	91	27	22
<b>Total</b>	<b>29,92</b>	<b>1883</b>	<b>100</b>	<b>1049</b>	<b>533</b>	<b>301</b>

### VII.2.2. Configuration actuelle de la ville de Mostaganem

Ici nous parlerons de la configuration de la ville du point de vue urbanisme d'où la première constatation à l'échelle de la ville de Mostaganem (ou du groupement de communes qui la compose), si les préoccupations et stratégies des acteurs de l'aménagement et de développement se focalisent plus autour de l'espace urbain, c'est certainement à cause de l'ampleur de sa croissance qui caractérise la plupart des agglomérations du groupement dont le taux d'urbanisation dépasse désormais 90 %. Aussi le groupement se présente comme un espace où se cristallise l'essentiel des évolutions sociales et des enjeux économiques. Avec ce que cela implique au plan de la gestion et de la promotion du cadre bâti et au plan de la satisfaction quantitative et qualitative des besoins des citoyens.

Les agglomérations, outre le fait qu'elles ne doivent plus être perçues comme un objet à étendre démesurément sans s'assurer de leur capacité de renouvellement et de pérennité, sont encore liées à des espaces agricoles dynamiques. Dans cette phase d'évolution, elles ont encore besoin d'affirmer leur solidarité avec ces espaces.

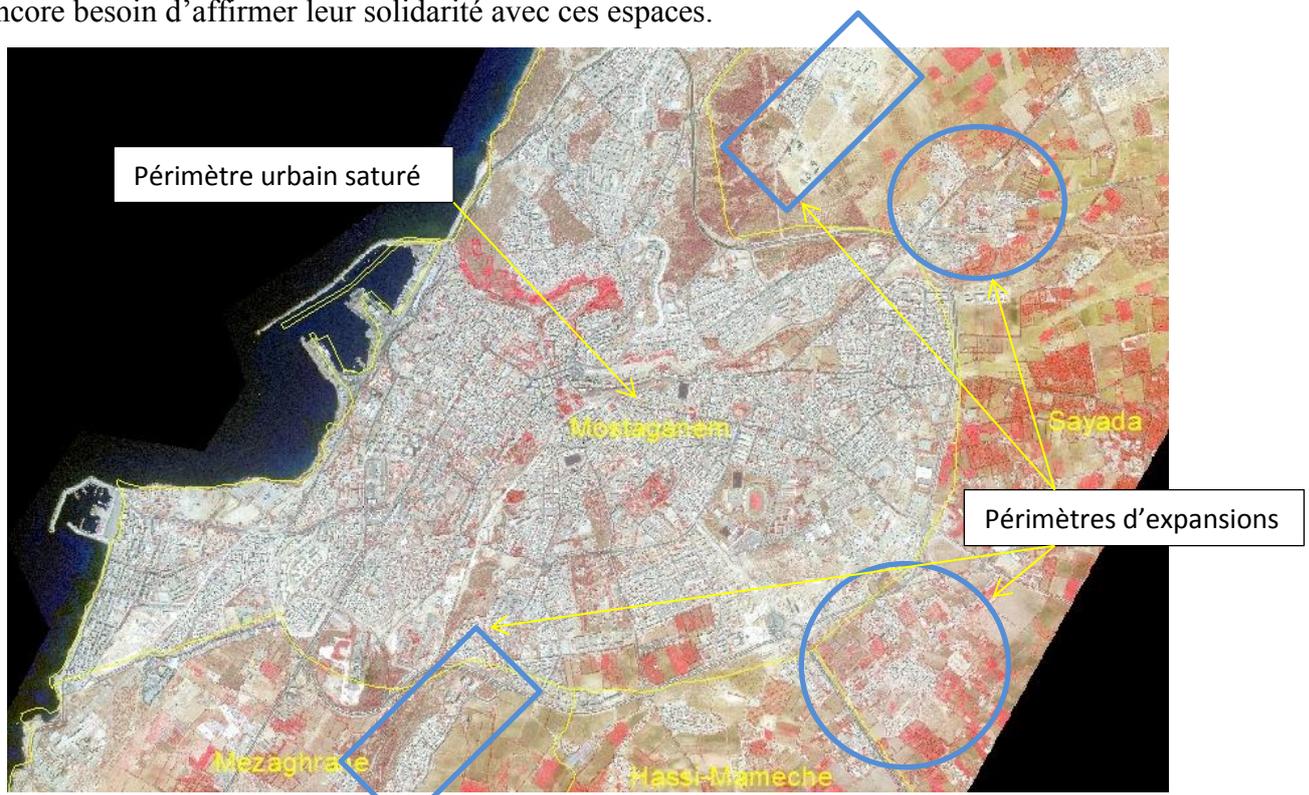


Figure VII.6. Vue de la ville de Mostaganem prise par le satellite Quickbird

Pour mieux décrire la configuration et l'image actuelle de la ville de Mostaganem, nous avons fait appel aux instruments d'urbanisme notamment le PDAU en cours de révision (depuis 2015) et celui précédent qui a été mis en application en 2006. Les principaux points marquant la politique d'aménagement et d'urbanisme à Mostaganem sont résumés comme suit :

- Les changements rapides intervenus (pendant la période de l'embellie financière) au plan économique, social et politique sont à l'origine de nouvelles dynamiques urbaines et rurales impliquant l'émergence de nouveaux besoins qui se sont traduits généralement par une concurrence de plus en plus croissante dans l'usage du sol. Suite à ces bouleversements socio-économiques et politiques, l'organisation du développement urbain s'est avérée beaucoup plus complexe et le PDAU, élaboré selon un modèle d'organisation territoriale qui ne correspond plus aux stratégies des élus et acteurs locaux de développement.
- Le statut juridique de certains terrains qui n'ont pas pu être acquis à temps, a empêché la réalisation de la programmation telle que prévue par l'échéancier du PDAU. L'urgence de réaliser certains programmes d'habitat et d'équipements à caractère régional, a contraint les autorités locales à les implanter sur des sites qui n'étaient pas prévus pour cet usage. Conduits par de nouveaux types d'acteurs urbains et investisseurs, plus exigeants ; ces programmes ont été parfois réalisés sur des assiettes foncières immédiatement disponibles.
- Il faut noter également que certains terrains prévus pour l'urbanisation à terme ont fait l'objet d'autres usages nécessitant parfois des investissements lourds, comme c'est le cas de certaines parcelles autour des agglomérations secondaires (Debdaba, Kharouba...), qui se voient doter de moyens de mise en valeur agricole et dont il devient difficile de les réaffecter aujourd'hui à d'autres usages.
- De même, l'intervention sur les tissus existants en vue de recycler le cadre bâti et de récupérer du foncier (80 ha pour la ville de Mostaganem en 2006) surtout avec la nouvelle politique relative à la prise en charge des '*zones d'ombre*' s'est avérée problématique à cause des facteurs limitatifs liés essentiellement au statut juridique complexe de ce cadre.

L'expropriation pour cause d'utilité publique reste une procédure longue et rarement porteuse. Il en a résulté un développement urbain en taches, sur la base de programmes ponctuels, une saturation de l'espace, conjuguée parfois à une

dégradation de la qualité de vie dans certains secteurs urbains et des incohérences structurelles, fonctionnelles et urbanistiques.

Certes, la croissance rapide de la ville de Mostaganem au cours des vingt dernières années s'est faite essentiellement par extension spatiale, quand c'est possible, justifiée par la contrainte de faire face aux flux migratoires et par la recherche de satisfaire ses propres besoins.

Ce n'est que récemment que cette croissance a impulsé celle des agglomérations limitrophes situées sur les territoires des deux autres communes.

Les difficultés de disposer d'un potentiel immédiatement urbanisable pouvant répondre à des urgences imprévues (éradication de l'habitat précaire à Kharouba, réalisation de programmes d'habitat aidé) ont conduit à des débordements territoriaux de l'urbanisation : (El H'chem à Sayada, Salamandre et chemin des Crêtes à Mazagran).

Cela se traduit aujourd'hui par des jonctions-conurbations urbaines avec Mazagran, Kharouba, jadis considérée comme agglomération secondaire, le mitage agricole au Nord de la commune de Hassi Mamèche (Douar Djedid, Nadour etc.), conduisant à une péri-urbanisation préjudiciable à l'agriculture et à la cohérence urbaine.

L'éclatement urbain a provoqué un essaimage des équipements structurants (équipements universitaires) et un gonflement excessif d'agglomérations secondaires (Sidi Othmane) devenues de simples quartiers d'extension de Mostaganem, sans en assurer véritablement l'intégration.

Le groupement ne se structure plus en espaces à fonctions complémentaires biens lisibles. C'est un ensemble de taches ou de noyaux urbains médiocrement reliés entre eux (voir la figure VII.6), des espaces à usage hétérogène plus ou moins imbriqués et des friches en attente d'utilisation.

Les terres agricoles, longtemps préservées des constructions non liées à l'activité agricole sont en passe de constituer un refuge pour un habitat péri-urbain et des activités économiques profitant des commodités de localisation.

Les activités agricoles sont de plus en plus concurrencées par d'autres usages des sols plus lucratifs, expliquant ainsi l'hésitation de certains agriculteurs privés à préserver leurs activités en leur préférant d'autres usages, particulièrement quand des infrastructures routières importantes traversent les terres agricoles ou quand des projets d'investissement s'y installent.

### VII.2.3. Synthèse

Cette situation d'aménagement confuse, devra être résolue dans un cadre de mise en place d'un système multi-usages regroupant à la fois les données d'appropriation et d'utilisation des sols avec possibilité d'intégration d'autres données complémentaires telles que les images satellitaires. Autrement dit, nous sommes devant une situation de réflexion sur la mise en place d'un Système d'information foncière à partir des données multisources ? Un système qui fait référence aux infrastructures des données spatiales d'où le principe repose sur l'interaction de des données de deux acteurs principaux : les producteurs et les utilisateurs de l'information spatiale ou foncière.

La mise en place d'un tel système n'est pas assez simple, des contraintes d'ordre techniques et conceptuelles posent problèmes quant à l'intégration des différents types d'informations. La question de la qualité des données et notamment la composante exhaustivité/complétude pose problème notamment par rapport aux données complémentaires issues de la télédétection. Cette piste de réflexion a été validée par le comité de lecture du bulletin des sciences géographiques de l'INCT et publiée dans son **numéro 32** sous l'intitulé : « Réflexion sur la conception d'un système d'informations foncières à partir des données Multi-sources ».

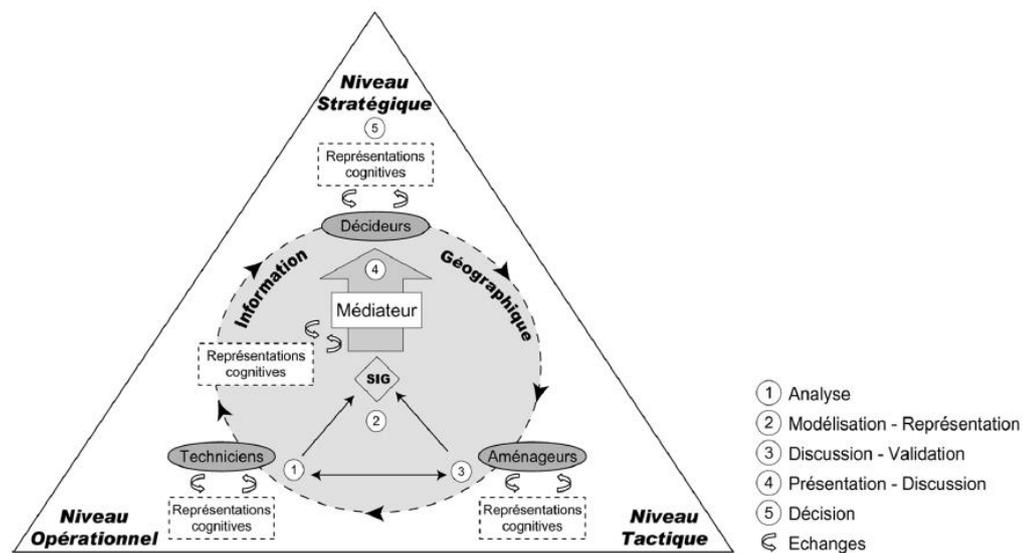
Enfin, la mise en place de ce système devra répondre aux besoins relatifs à la gouvernance foncière territoriale, une notion qui ne cesse à se développer dans les dernières années permettant d'orienter les pouvoirs publics à la prise de la bonne décision. Ma participation aux ateliers de la Fédération des Géomètres Francophones **FGF** et mon adhésion au Réseau d'Excellence sur la Gouvernance Foncière en Afrique **NELGA** en tant que *membre représentant de l'Algérie*, m'a permis de comprendre la philosophie de la gouvernance foncière, cela à travers l'échange des expériences menées dans ce domaines et les visions stratégiques visées par l'installation de ce réseau.

**Remarque :** *Pour renforcer les capacités humaines et institutionnelles nécessaires pour mettre en œuvre le programme foncier de l'Union africaine (UA), l'ALPC a mis en place un Réseau d'excellence sur la gouvernance foncière en Afrique (Network of Excellence on Land Governance in Africa - NELGA) en collaboration avec l'Allemagne, la Banque mondiale et d'autres partenaires. NELGA est un partenariat d'universités et d'institutions de recherche africaines ayant acquis une notoriété dans les domaines de l'éducation, la formation et la recherche sur la gouvernance foncière. NELGA compte actuellement plus de 50 institutions partenaires à travers le continent.*

### VII.3. Concept de base des IDS

Les acteurs et utilisateurs dans le domaine de gestion du territoire sont nombreux et ne cessent de se multiplier, car toute personne qui cherche à localiser un objet devient un utilisateur et même un producteur potentiel d'Information Géo-spatiale. Ces acteurs et utilisateurs, qui travaillent en interrelations, ont des besoins en cette information, *que ce soit en amont de leurs actions comme outils d'aide à la prise de décision ou en aval comme outils d'évaluation de l'efficacité et l'opportunité de ces actions.*

De plus, dans une opération d'aménagement où de nombreux acteurs et utilisateurs interviennent avec leurs propres représentations cognitives, une multiplicité des pratiques urbaines est observée.



**Figure VII.7. Schématisation d'une pratique urbaine et de ses différentes phases**  
(Francis Roy et al, 2011)

Dans ce contexte, les infrastructures de données spatiales IDS ont pour objectif de mettre à disposition et de donner l'accès à des données géo-spatiales à une ou des communauté(s) scientifique(s), de les diffuser, de les partager et ce à travers le Web.

Par ailleurs, des mêmes objets géographiques peuvent prendre des formes, des structures, des modélisations, des topologies différentes. Donc, à ces objets géographiques vont correspondre des données spatiales différentes. Il s'ensuit que la connaissance de l'organisation interne des données spatiales et thématiques est nécessaire pour accéder et sélectionner celles-ci. La question qui se pose : quels moyens, quels outils avons-nous pour avoir accès à ce type de connaissance? Dans ce chapitre nous essayons d'aborder cette problématique à travers la présentation d'un système d'information foncière qui peut réunir dans son architecture trois types d'information complémentaire les uns des autres : données cadastrales, données d'urbanisme et données extraites à partir des images satellitaires.

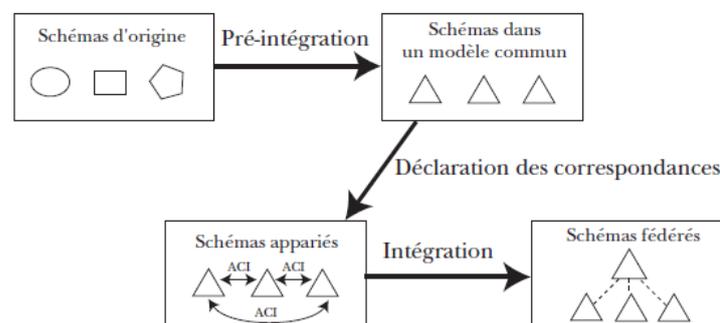
## VII.4. Problématique d'intégration des données dans les IDS

Une infrastructure de données géographiques est une solution de médiation entre des utilisateurs ayant besoin de données géographiques et des données issues de sources diverses, qui vise à faciliter l'accès, le partage, l'échange et l'utilisation de ces données ainsi qu'à fournir des services liés à ces données. A ces fins, elle s'appuie sur un ensemble de technologies, de politiques, de normes et de ressources nécessaires pour acquérir, manipuler, stocker, distribuer et améliorer l'utilisation de données géographiques. (S. Mustière, 2014).

Les infrastructures de données spatiales (IDS) sont le fruit d'une intégration de données qui réclame une bonne compréhension des besoins des divers utilisateurs. Elles nécessitent au préalable des efforts considérables et une collaboration étroite entre les différents acteurs pour arriver à un consensus sur les objectifs et les priorités. Ensuite, des accords sur les normes et sur les autorisations nécessaires doivent être établis. Enfin, une attention particulière doit être donnée au développement de modèles et d'outils pour l'exploitation et la gestion de l'information géographique. (F. Ibannain et al, 2012).

### VII.4.1. Principe d'intégration

La question d'intégration de bases de données consiste à expliciter les relations de correspondance entre bases de données hétérogènes, de sorte à permettre leur utilisation conjointe. Parmi les formalismes permettant la déclaration des correspondances entre bases de données, on trouve les ACI (assertions de correspondance inter-schémas). Ce formalisme décrit les correspondances au niveau des schémas ainsi que les règles permettant de déterminer quelles données se correspondent;



**Figure VII.8. Processus d'intégration de bases de données** (N. Gesbert, 2005)

La comparaison de représentations implique de rechercher les similarités, spécificités, contradictions, et ce qui ne peut être déduit qu'exclusivement de la combinaison des représentations.

### VII.4.2. Normes recommandées pour les IDS

Les premiers travaux dédiés à la mise en place d'infrastructures de données géographiques se sont concentrés sur la définition de modèles standards et de normes s'attachant à permettre, d'un point de vue technique, la réalisation de cet objectif de connexion des usages aux données. En particulier, les efforts du comité technique TC 211 de l'organisation internationale de normalisation (International Standardisation Organisation - ISO), spécialement dédié à l'information géographique, ainsi que ceux du consortium OpenGeospatial OGC, ont conduit à la mise en place d'un ensemble de standards et de normes dédiés à cet objectif. (N. Abadie, 2013).

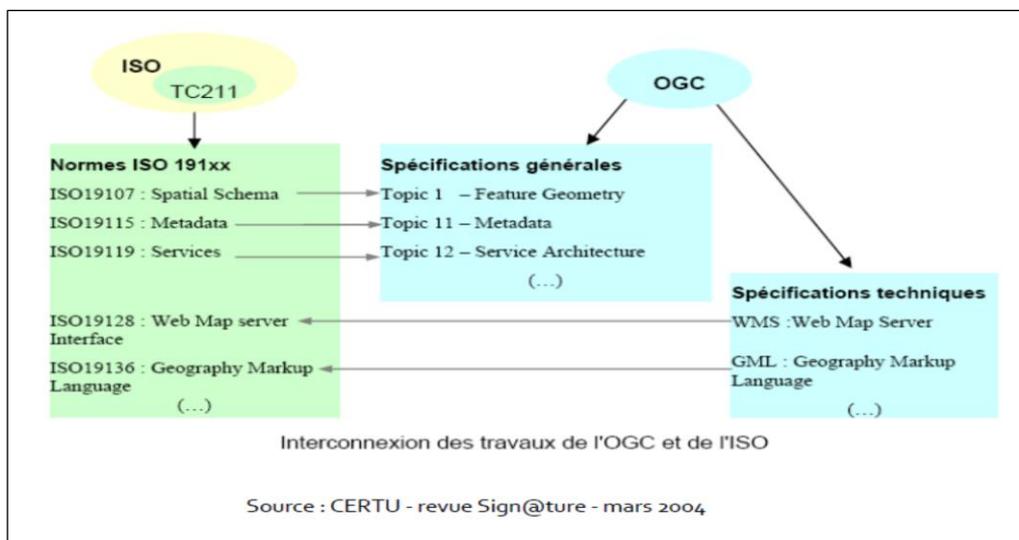


Figure VII.9. Interconnexion des travaux de l'OGC et de l'ISO (A. Feliachi, 2018)

Tableau VII.3. Normes recommandées pour les IDS (A. Feliachi, 2018)

Norme ou standard	Objectif
ISO 19107 - Spatial schema	Fournit un schéma conceptuel de données permettant de décrire et manipuler les caractéristiques spatiales d'un phénomène géographique.
ISO 19108 - Temporal schema	Fournit un schéma conceptuel de données permettant de décrire et manipuler les caractéristiques temporelles d'un phénomène géographique.
ISO 19109 - Rules for application schema	Fournit un schéma conceptuel permettant de décrire des schémas conceptuels de jeux de données géographiques.
ISO 19110 - Methodology for feature cataloguing	Fournit la méthodologie à adopter pour cataloguer l'ensemble des <i>Feature Types</i> présents dans un jeu de données.
ISO 19111 - Spatial referencing	Fournit un modèle pour le géoréférencement par coordonnées

by coordinates	géographiques se rapportant à un système de coordonnées dont la description est également prise en charge par la norme.
ISO 19112 - Spatial referencing by geographic identifiers	Fournit un modèle pour le géoréférencement par identifiants géographiques appartenant à un index géographique dont la description est également prise en charge par la norme.
ISO 19115 - Metadata	Fournit une spécification abstraite de métadonnées pour la découverte et l'exploration de données géographiques.
ISO 19117 - Portrayal	Fournit un schéma conceptuel pour la représentation graphique des Features.
ISO 19119 - Services	Fournit les métadonnées d'identification d'un service permettant d'accéder à des données ou de les traiter.
ISO 19131 - Data product specification	Fournit un schéma conceptuel de données pour décrire les spécifications d'un jeu de données géographiques.
ISO 19136 - Geography Markup Language	Fournit un ensemble de schémas XML pour l'encodage de données géographiques. Les concepts fondamentaux sur lesquels repose ce format de données sont ceux définis dans la série de normes ISO 191XX et dans les spécifications abstraites de l'OGC. L'ISO 19136 correspond au standard OGC GML 3.2.1 (OGC, 2007).
ISO 19139 - Metadata implementation specification	Fournit des règles d'encodage XML pour des métadonnées conformes à la norme ISO 19115.
OGC Web Feature Service (WFS)(OGC, 2010)	Spécifie l'interface d'un service d'accès aux données.
OGC Catalogue Services for the Web (CSW) (OGC, 2007)	Spécifie l'interface d'un service de catalogage de données.

## VII.5. Mise en correspondance des données

### VII.5.1. Principe du Data-Mining

Le Data Mining est une composante essentielle des technologies Big Data et des techniques d'analyse de données volumineuses. En règle générale, le terme Data Mining désigne l'analyse de données depuis différentes perspectives et le fait de transformer ces données en informations utiles, en établissant des relations entre les données ou en repérant des patterns.

Les logiciels Data Mining font partie des outils analytiques utilisés pour l'analyse de données. Ils permettent aux utilisateurs d'analyser des données sous différents angles, de les

catégoriser, et de résumer les relations identifiées. Techniquement, le Data Mining est le procédé permettant de trouver des corrélations ou des patterns entre de nombreuses bases de données.

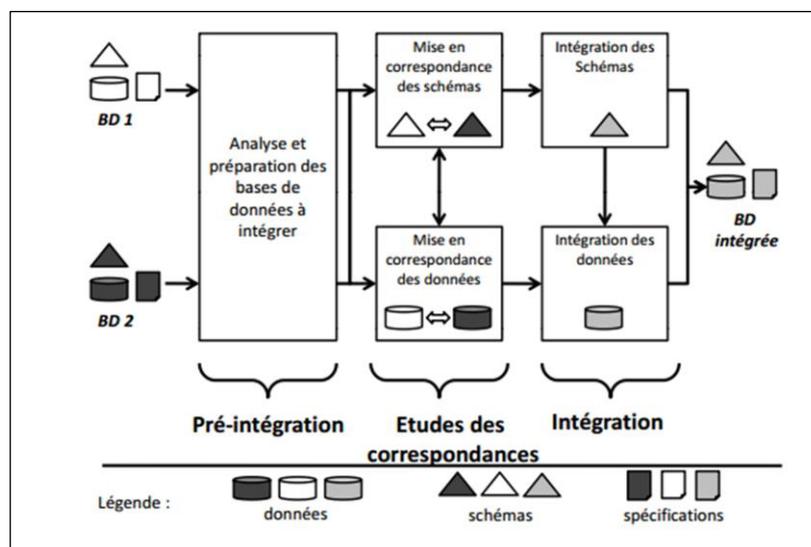
La première étape dans un processus de data mining consiste à analyser et préparer les Bases de Données Géographiques BDG, généralement par:

- L'utilisation de formats d'échanges (normes) et d'outils de conversion
- La traduction des schémas dans un langage de modélisation commun
- Le rapprochement des structurations
- et la transformation des géométries dans une projection commune

**Tableau VII.4. Exemple d'un processus de data-mining** (B. Liaudet, 2012)

PROCESSUS du DATA MINING		
Acteurs	Etapes	Phases
Maitre d'œuvre	Objectifs	1 : Compréhension du métier
	Données	2 : Compréhension des données
		3 : Préparation des données
	Traitement	<b>4 : Modélisation</b>
		5 : Evaluation de la modélisation
Maitre d'ouvrage	Déploiement des résultats d'étude	

La deuxième étape consiste à appliquer un appariement des schémas conceptuels de données des BGD vérifiées et un appariement des données, il s'agit de répondre à la question suivante : «Quelles classes des deux bases à intégrer représentent un même type d'entité géographique du monde réel? » La mise en correspondance des éléments du schéma (classes, attributs et valeurs d'attributs et relations) se fait par analyse des schémas, des spécifications et des données.



**Figure VII.10. Principe d'intégration des bases construites** (C.De Runz, 2008)

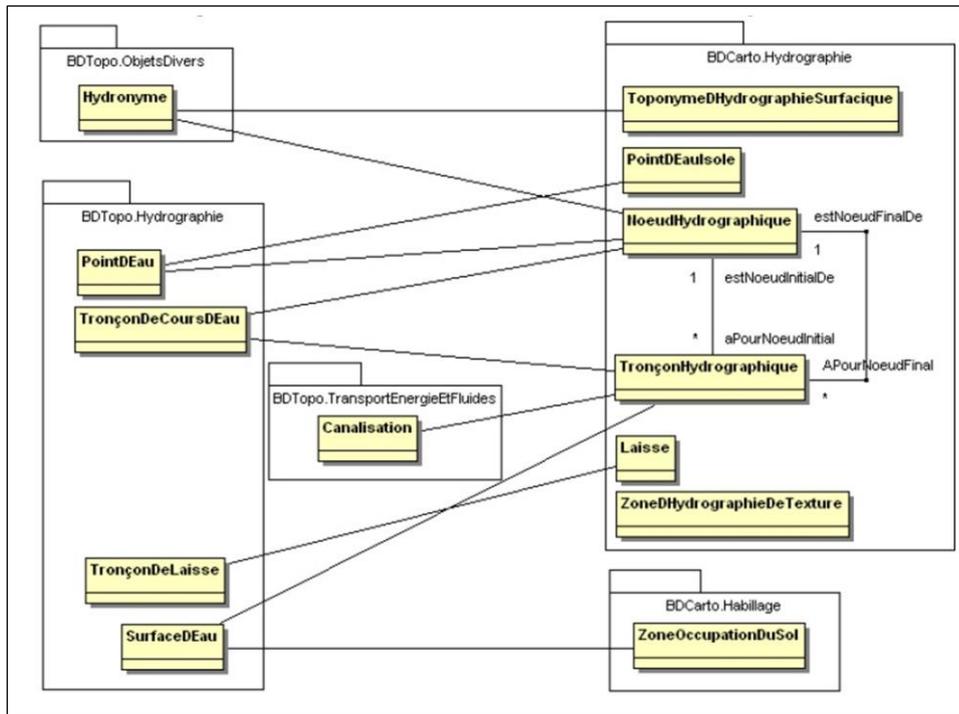


Figure VII.11. Exemple de mise en correspondance des classes de deux jeux de données (Université Montpellier3, 2010)

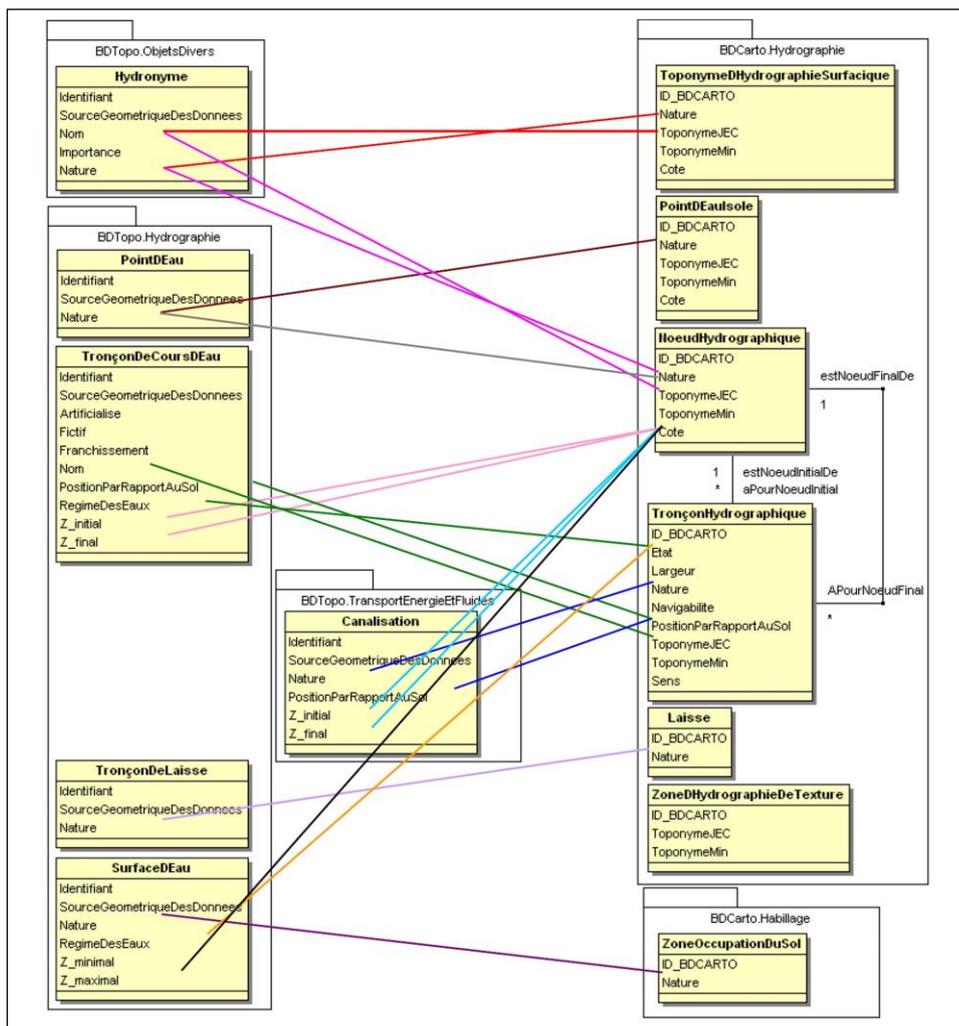


Figure VII.12. Exemple de mise en correspondance des attributs des classes de deux jeux de données (Université Montpellier3, 2010)

### **VII.5.2. Ontologies et Géo-ontologies**

Le souci d'accompagner les données spatiales et/ou thématiques avec des renseignements sur leur existence, leur sens, leur contenu, leur organisation, leur structure au niveau d'une part des systèmes d'informations géographiques (Geodatabase), d'autre part des services Web, a conduit à introduire de nouveaux concepts, de nouveaux paradigmes permettant d'exprimer la sémantique des données spatiales et/ou thématique. Ceux-ci s'appellent des ontologies.

Une ontologie est une représentation des connaissances au niveau conceptuel, et peut être considérée, vue comme une modélisation des phénomènes du monde réel d'un domaine spécifique et ce d'une façon explicite. Ainsi elle va permettre une meilleure connaissance et une meilleure compréhension des phénomènes géographiques. Lorsque la dimension géographique (spatiale) est prise en compte, on parle d'ontologies géographiques.

En effet, une ontologie permet d'organiser des informations ou concepts pour construire de la connaissance. Elle peut être vue comme un modèle conceptuel du monde ou d'une partie du monde réel. Ainsi elle va pouvoir «rendre intelligible la complexité spatiale» et donc d'«appréhender le monde réel qui est à la fois complexe et multidimensionnel».

Pour les SIG, une ontologie est un ensemble d'objets géographiques avec leurs modèles, leurs structures et leurs relations. Par exemple, des outils d'intégration sémantique sont implémentés dans le logiciel ArcGIS pour mettre en œuvre les ontologies sur lesquelles reposent l'interopérabilité, les normes géographiques internationales. Les ontologies sont implémentées sous ArcGIS pour la mise en œuvre des spécifications des normes géographiques internationales comme celle des métadonnées ISO 19115/TC211, de l'OpenGIS-OGC, du FGDC, l'interopérabilité, les langages XML, UML, XMI, OWL. (F. Pirot et als, SIG 2008).

### **VII.5.3. Méthodes de mise en correspondance**

Les techniques d'appariement peuvent être classées de diverses façons. La classification de ces approches repose, d'une part, sur les éléments de schémas seuls ou considérés au travers leurs relations et d'autre part sur le type des données en entrée de l'algorithme d'appariement (chaînes de caractères, structures, instances, etc.).

Le tableau VII.5 reprend cette classification pour présenter succinctement les diverses techniques élémentaires d'appariement couramment utilisées.

**Tableau VII.5. Classification des techniques d'appariement de schémas élémentaires**  
(N. Abadie, 2013)

**Techniques considérant les éléments de schémas seuls**

<b>Techniques terminologiques</b>	Techniques fondées sur la comparaison des termes (i.e. des chaînes de caractères) utilisés pour désigner les éléments de schémas.
<b>Techniques linguistiques</b>	Techniques fondées sur la comparaison des termes (i.e. des chaînes de caractères) utilisés pour désigner les éléments de schémas, et mettant en œuvre des techniques de traitement automatique du langage naturel permettant la prise en compte des particularités grammaticales de ces termes.
<b>Techniques utilisant des ressources linguistiques externes</b>	Techniques fondées sur la comparaison des termes (i.e. des chaînes de caractères) utilisés pour désigner les éléments de schémas et exploitant des ressources externes telles des lexiques ou des thesauri, qui apportent des connaissances au système sur l'existence de relations de synonymie ou d'hyponymie entre termes, afin de permettre la prise en compte des relations
	linguistiques entre termes utilisés pour nommer les éléments de schémas.
<b>Techniques fondées sur les contraintes internes des schémas</b>	Techniques fondées sur la comparaison des contraintes internes de définition des éléments de schémas - types de données imposés (chaînes de caractères, entiers, flottants, booléens, etc.), cardinalité des attributs ou encore clés primaires et étrangères - afin de détecter des relations de correspondance entre eux.
<b>Réutilisation d'alignements</b>	Techniques fondées sur la comparaison des résultats d'un alignement $a_1$ (i.e. d'un ensemble de relations de correspondance) entre un schéma $s_1$ et un autre schéma du domaine $s_3$ et ceux d'un alignement $a_2$ entre un schéma $s_2$ et $s_3$ , afin de déduire des relations de correspondance entre $s_1$ et $s_2$ .
<b>Utilisation d'ontologies de haut-niveau et d'ontologies du domaine formelles</b>	Techniques fondées sur la définition formelle des différents éléments de schémas à appairer à l'aide de concepts fournis par une ontologie de haut niveau ou une ontologie du domaine formelle (cf. réutilisation d'alignements), et de divers opérateurs logiques. Ces définitions faisant référence à des concepts communs, elles deviennent comparables pour des applications de raisonnement pouvant traiter les opérateurs logiques utilisés.

**Techniques considérant les relations entre les éléments de schémas**

<b>Techniques fondées sur les graphes</b>	Techniques fondées sur l'assimilation des schémas en entrée à des graphes étiquetés dont les nœuds et les arcs possèdent des labels. L'évaluation de la similarité entre deux éléments de schémas (i.e. entre deux nœuds des graphes à comparer) est réalisée par comparaison de leurs voisinages au sein de chacun des schémas (i.e. au sein de chacun des graphes).
<b>Techniques fondées sur les relations taxonomiques</b>	Ces techniques constituent une spécialisation des techniques d'appariement fondées sur les graphes. On ne considère ici que les relations de généralisation/spécialisation dans l'analyse des voisinages des nœuds à comparer.

<b>Référentiels de structures</b>	Techniques fondées sur l'évaluation préalable de la similarité globale entre (portions d'/de) ontologies ou schémas, désignés ici par le terme commun de « structure », afin de déterminer si les deux structures à appairer sont suffisamment proches l'une de l'autre pour justifier l'utilisation d'algorithmes d'appariements élaborés et souvent lourds à mettre en œuvre, ou de détecter des alignements réutilisables.
<b>Techniques fondées sur la sémantique</b>	Techniques fondées sur la comparaison de l'interprétation sémantique des éléments d'ontologies à appairer. Les techniques de raisonnement fondées sur les logiques de description qui permettent de détecter des relations de subsomption et d'équivalence entre concepts d'ontologies décrits sous forme d'axiomes entrent dans le cadre de ces techniques.
<b>Analyse de données et statistiques</b>	Techniques d'appariement dites en extension. Elles consistent à rechercher des relations de correspondance au niveau des instances, en s'appuyant sur divers critères, afin d'en déduire des relations de correspondance au niveau des schémas. Les techniques fondées sur la classification automatique ou l'analyse formelle de concepts entrent dans le cadre de ces techniques d'appariement.

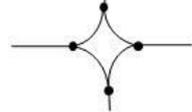
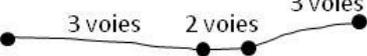
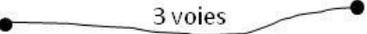
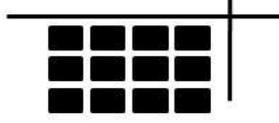
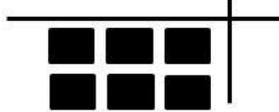
## VII.6. Contraintes et conflits pour la mise en place des IDS

Les phénomènes du monde réel sont modélisés indépendamment dans les différentes bases de données. Il n'y a donc aucune raison pour que les différents concepteurs aient utilisé la même modélisation du monde réel et de ses phénomènes. De ce fait, les classes à intégrer présenteront certainement des différences dans leur structure ou dans leur population. Ces différences sont appelées conflits d'intégration. Il faut pouvoir les identifier afin de les signaler lors de la déclaration des correspondances. (T. Devogele, 2006).

En plus, les détails représentés sont de nature hétérogène, cette hétérogénéité englobe à la fois les notions de *résolution* – ordre de grandeur géométrique des phénomènes présents dans la base, de *précision géométrique* – écart entre la position des objets sur le terrain et leur position dans la base, et de *granularité* – taille des plus petites formes représentées dans la base. Par conséquent, seules les entités géographiques dont les dimensions sont cohérentes avec le niveau de détail de la base seront retenues. Donc, entre deux bases de données géographiques ayant des *niveaux de détail différents* engendreront nécessairement des conflits de critères de sélection.

Le tableau VII.6 illustre des exemples sur les différents types de conflits sur les représentations géométriques des données géographiques.

**Tableau VII.6. Exemples d'hétérogénéités propres aux données géographiques** (N. Abadie, 2013)

<p><b>Conflit de critère de sélection</b></p> <p>BD1  Saisie si surface &gt; 500 m<sup>2</sup></p> <p>BD2  Saisie si surface &gt; 500 ha</p>	<p><b>Conflit de critère de décomposition</b></p> <p>BD1  Nœud routier → saisie : nœud simple</p> <p>BD2  Nœud routier d'extension &gt;100m → saisie : grand carrefour aménagé</p>
<p><b>Conflit de critère de description géométrique</b></p> <p>BD1  Modélisation géométrique: ligne</p> <p>BD2  Modélisation géométrique: surface</p>	<p><b>Conflit de granularité</b></p> <p>BD1  Découpage si longueur du tronçon &gt; 200 m</p> <p>BD2  Découpage si longueur du tronçon &gt; 1000 m</p>
<p><b>Conflit de résolution</b></p> <p>BD1  Saisie des cours intérieures si largeur &gt; 10 m</p> <p>BD2  Saisie des cours intérieures si largeur &gt; 15 m</p>	<p><b>Conflit de données</b></p> <p>BD1  BD2 </p>

Une autre taxonomie des conflits est définie par Thomas Devogele qui regroupe les conflits les plus répandus pour les BDG et sont répertoriés en 6 classes :

- Les conflits liés aux sources de données employées pour constituer les BDG,
- Les conflits portant sur les modèles et les méta-données (conflits d'hétérogénéité),
- Les conflits portant sur la définition des classes, des relations et sur leur instanciation,
- Les conflits liés à la structure utilisée pour représenter les éléments (classe, relation ou attribut),
- Les conflits portant sur la description des éléments,
- Les conflits de données. (T. Devogele, 2006).

## VII.7. L'image en Algérie: feuille de route pour une INDG

### VII.7.1. Principaux acteurs

Utilisateurs ou producteurs de l'information géographique, les ayant besoins de cette information en Algérie sont nombreux. La conférence organisée par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT), en partenariat avec l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL),



le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), l'Agence Nationale du Cadastre (ANC) et l'Ordre des Géomètres Experts Fonciers (OGEF), sur le thème « réflexion sur le nouvel environnement de l'information géographique en Algérie » du 09 au 10 octobre 2012 au Cercle National de l'Armée, a pu réunir les principaux acteurs de l'Information Géographique pour débattre la définition d'une feuille de route pour la mise en place d'une infrastructure nationale.

Au terme des travaux des ateliers, les participants ont adopté une série de recommandations par lesquelles, sont menées les différentes actions nécessaires à la concrétisation dans des délais raisonnables, du projet portant mise en place d'une Infrastructure Nationale de Données Géographiques.

Outre le choix porté sur l'Institut National de Cartographie et de Télédétection, pour la domiciliation de la configuration technique nécessaire au projet dans son ensemble, les recommandations ont confié également à cette institution, la mission de coordination du groupe d'experts nationaux devant être désigné pour initier les réflexions sur :

- la vulgarisation et le renforcement de la coopération nationale sur l'emploi de la donnée géographique ;
- la définition de normes de données admises communément par tous les producteurs et utilisateurs assorti des arrangements institutionnels devant accompagner le processus de mise en œuvre du projet ;
- les besoins en ressource humaine devant être affectés au projet et l'instauration à l'échelle nationale d'une réelle politique de formation dans les domaines des sciences géographiques en général et la géomatique en particulier ;
- la définition des prérogatives et autres rôles de l'organe centralisateur de l'Infrastructure Nationale de Données Géographiques ; l'évaluation de l'enveloppe

financière nécessaire à la couverture du projet et l'identification des procédures nécessaires à la budgétisation de l'opération dans son ensemble.

- Il est parfaitement établi que le projet de mise en œuvre d'une INDG nécessite une succession d'étapes élaborées sur la base d'une large consultation initiée auprès des différents secteurs d'activité producteur et utilisateur de la donnée géographique et même ceux en charge de la donnée métier. (INCT, 2012).

### VII.7.2. Normes traitées par le CNIG et en adoption avec l'IANOR

L'évaluation des étapes réalisées dans le cadre du projet de l'INDG notamment, l'état d'avancement du processus qui lui est nécessaire, a fait l'objet de rencontres régulières destinées à affiner le modèle de cette infrastructure, retenue après étude, par le groupe d'experts. Les réunions périodiques organisées par le Conseil National de l'Information Géographique CNIG qui réunissent les différents acteurs, s'inscrivent dans ce cadre et visent en premier lieu l'adoption des normes internationales après leur étude afin de former une plate-forme unifiée.

Dans un ordre chronologique, sont présentés les résultats des travaux effectués par le CNIG en étudiant les normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR (tableaux VII.7, VII.8, VII.9, VII.10, VII.11 et VII.12). Les normes sélectionnées semblent plus importantes dans le domaine du Data-Mining.

**Tableau VII.7. Normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR en 2014**

N°	Source Documentaire	Intitulée	Réf IANOR
01	ISO 6709 : 2008	Représentation normalisée de la localisation des points géographiques par coordonnées	NA 18257
02	ISO 19115-1 : 2014	Information géographique - Métadonnées - Partie 1 : Principes de base	NA 18262
03	ISO 19115-2 : 2009	Information géographique - Métadonnées - Partie 2 : Extensions pour les images et les matrices	NA 18263
04	ISO 19117 : 2012	Information géographique - Présentation	NA 18260
05	ISO 19141 : 2008	Information géographique - Schéma des entités mobiles	NA 18261

**Tableau VII.8. Normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR en 2015**

N°	Source Documentaire	Intitulée	Réf IANOR
01	ISO 19111 : 2007	Information géographique - Système de références spatiales par coordonnées	NA 18273
02	ISO 19111-2 : 2009	Information géographique - Système de références spatiales par coordonnées - Partie 2 : Supplément pour valeurs paramétriques	NA 18274
03	ISO 19128 : 2005	Information géographique - Interface de carte du serveur	NA 18272

		Web	
04	ISO 19131 : 2007	Information géographique - Spécifications de contenu informationnel	NA 18270
05	ISO 19136 : 2007	Information géographique - Langage de balisage en géographie (GML)	NA 18271
06	ISO 19152 : 2012	Information géographique - Modèle du domaine de l'administration des terres (LADM)	NA 18275

**Tableau VII.9. Normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR en 2016**

N°	Source Documentaire	Intitulée	Réf IANOR
01	ISO 19110 : 2016	Information géographique - Méthodologie de catalogage des entités (ancienne version : 2005)	NA 18285
02	ISO 19118 : 2011	Information géographique - Codage	NA 18278
03	ISO 19133 : 2005	Information géographique - Services basés sur la localisation - Suivi et navigation	NA 18283
04	ISO 19156 : 2011	Information géographique - Observations et mesures	NA 18282
05	ISO 19157 : 2013	Information géographique - Qualité des données	NA 18281

**Tableau VII.10. Normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR en 2017**

N°	Source Documentaire	Intitulée	Réf IANOR
01	ISO 19101-1 : 2014	Information géographique - Modèle de référence - Partie 1 : Principes de base	NA 18292
02	ISO 19109 : 2015	Information géographique - Règles de schéma d'application	NA 18294
03	ISO 19123 : 2005	Information géographique - Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture	NA 18288
04	ISO 19142 : 2010	Information géographique - Service d'accès aux entités géographiques par le web	NA 18296
05	ISO 19148 : 2012	Information géographique - Référencement linéaire	NA 18290

**Tableau VII.11. Normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR en 2018**

N°	Source Documentaire	Intitulée	Réf IANOR
01	ISO 19103 : 2015	Information géographique - Langage de schéma conceptuel	NA 18415
02	ISO 19107 : 2003	Information géographique - Schéma spatial	NA 18409
03	ISO 19108 : 2002	Information géographique - Schéma temporel	NA 18410
04	ISO 19110 : 2016	Information géographique - Méthodologie de catalogage des entités (ancienne version : 2005)	NA 18285
05	ISO 19112 : 2003	Information géographique - Système de références spatiales par identificateurs géographiques	NA 18411
06	ISO 19119 : 2016	Information géographique - Services	NA 18408
07	ISO 19125-1 : 2004	Information géographique - Accès aux entités simples - Partie 1 : Architecture commune	NA 18412
08	ISO 19126 : 2009	Information géographique - Dictionnaires de concepts de caractéristiques et registres	NA 18299
09	ISO 19132 : 2007	Information géographique - Services basés sur la localisation - Modèle de référence	NA 18404

10	ISO 19135-1 : 2015	Information géographique - Procédures pour l'enregistrement d'éléments - Partie 1 : Principes de base	NA 18402
11	ISO 19143 : 2010	Information géographique - Codage de filtres	NA 18401
12	ISO 19144-2 : 2012	Information géographique - Systèmes de classification - Partie 2 : Métalangage de couverture du sol (LCML)	NA 18413
13	ISO 19145 : 2013	Information géographique - Registre de représentations de localisation de point géographique	NA 18297
14	ISO/TS 19150-1 : 2012	Information géographique - Ontologie - Partie 1 : Cadre de travail	NA 18414
15	ISO 19153 : 2014	Information géographique - Modèle de référence pour la gestion numérique des droits d'utilisation de l'information géographique	NA 18405
16	ISO 19155 : 2012	Information géographique - Architecture d'identifiants de lieu (IL)	NA 18407
17	ISO 19160-1 : 2015	Adressage - Partie 1 : Modèle conceptuel	NA 18400
18	ISO 19160-4 : 2017	Adressage - Partie 4 : Composants et langages des modèles d'adresses postales internationales	NA 18416

**Tableau VII.12. Normes de l'ISO/TC211, adoptées par le CTN01 de l'IANOR en 2019**

N°	Source Documentaire	Intitulée
01	ISO 19101-2 : 2018	Information géographique - Modèle de référence - Partie 2 : Imagerie
02	ISO 19104 : 2016	Information géographique - Terminologie
03	ISO 19105 : 2000	Information géographique - Conformité et essais
04	ISO 19106 : 2004	Information géographique - Profils
05	ISO/TS 19115-3 : 2016	Information géographique - Métadonnées - Partie 3 : Mise en œuvre par des schémas XML
06	ISO 19116 : 2004	Information géographique - Services de positionnement
07	ISO/TR 19120 : 2001	Information géographique - Normes fonctionnelles
08	ISO/TR 19121 : 2000	Information géographique - Imagerie et données quadrillées
09	ISO/TR 19122 : 2004	Information géographique - Qualification et accréditation du personnel
10	ISO/TS 19127 : 2005	Information géographique - Codes et paramètres géodésiques
11	ISO/TS 19129 : 2009	Information Géographique - Structure de données pour les images, les matrices et les mosaïques
12	ISO/TS 19130-2 : 2014	Information géographique - Modèles de capteurs d'images de géopositionnement - Partie 2 : SAR, InSAR, lidar et sonar
13	ISO/TS 19139 : 2007	Information géographique - Métadonnées - Implémentation de schémas XML
14	ISO 19144-1 : 2009	Information géographique - Systèmes de classification - Partie 1 : Structure de système de classification
15	ISO 19146 : 2018	Information géographique - Vocabulaires interdomaines
16	ISO/TS 19158 : 2012	Information géographique - Assurance qualité relative à l'approvisionnement de données
17	ISO 19165-1 : 2018	Information géographique - Archivage des données numériques et des métadonnées - Partie 1 : Principes fondamentaux
18	ISO 19101-2 : 2018	Information géographique - Modèle de référence - Partie 2 : Imagerie

## IIV.8. Synthèse

A la lumière de la recherche bibliographique effectuée autour des IDS, l'image en Algérie et les contraintes de normalisation, nous résumons tous concepts en 03 point essentiels à savoir :

- **Le Data-mining** : la mise en correspondance des données et les techniques relatives à la mise en évidence de la redondance et la complémentarité. Théoriquement, trois niveaux d'appariement existent : au niveau des schémas conceptuels, au niveau des couches thématiques (attributs spatiaux) et au niveau des descriptions des attributs.
- **La Normalisation des données** : Pour le cadastre, la vision est de mettre en place un cadastre moderne, répondant aux normes internationales (Concept Cadastre 2014 de la FIG et du Cadastre multifonctionnel), pouvant intégrer une infrastructure de données spatiales et permettant au citoyen et à l'utilisateur un accès distant sécurisé et réglementé. Alors qu'en urbanisme, la dernière phase introduite officiellement dans la procédure d'élaboration des instruments d'urbanisme depuis les premières assises nationales de l'urbanisme en juin 2011 correspond à la mise en place d'un SIG. A cet effet, et pour répondre aux ambitions des deux institutions, il faut se référer aux normes permettant d'unifier les visions, les concepts et les méthodologies afin de faciliter l'intégration des données et éviter les conflits techniques.
- **Fusion d'information avant et post-intégration** : l'utilisation du système d'information foncière pour des fins de gouvernance territoriale suppose la combinaison des données qui en découlent, cela est assuré pour les techniques de fusion dont les approches basées sur pondération spatiale présentent un intérêt majeur.

## VII.9. Données, logiciels et prétraitements appliqués

Les données proviennent de sources différentes :

- **Données de l'urbanisme** : plans d'aménagement réalisés en 2015 dans le cadre de la révision du PDAU du Groupement de Mostaganem.
- **Données cadastrales** : dans la zone de Mostaganem, trois sections cadastrales urbaines et deux sections cadastrales rurales, et 14 sections cadastrales rurales de la commune de Sidi Chahmi à Oran. Ainsi, les bases littérales du cadastre enregistrées sous l'application GIC (Gestion de l'Information Cadastre) ont été récupérées auprès des Directions du Cadastre des deux wilayas.
- **Données images** : Orthoimage Quickbird prise en 2015, d'une résolution spatiale de 60 cm couvrant une bande du territoire de Mostaganem de 17 km sur 5 km. Et deux images Alsat2 prises en 2013 et 2017 d'une résolution spatiale de 2.5 m.

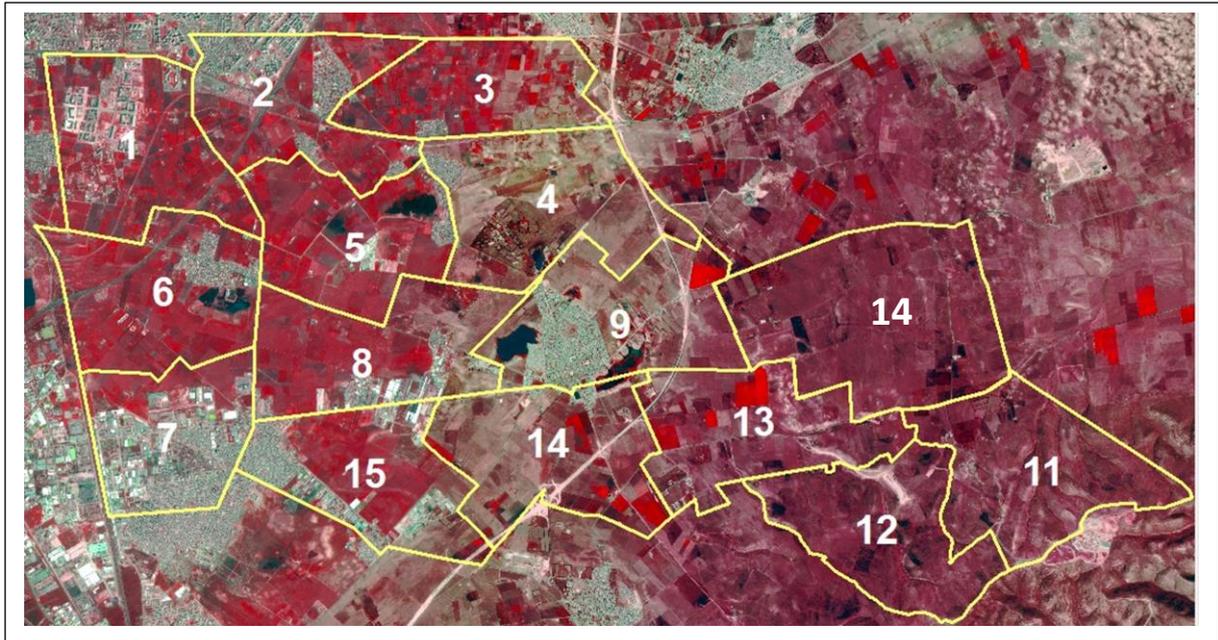


Figure VII.13. Limites des sections cadastrales couvrant le territoire de Sidi Chahmi (source : DCW Oran)

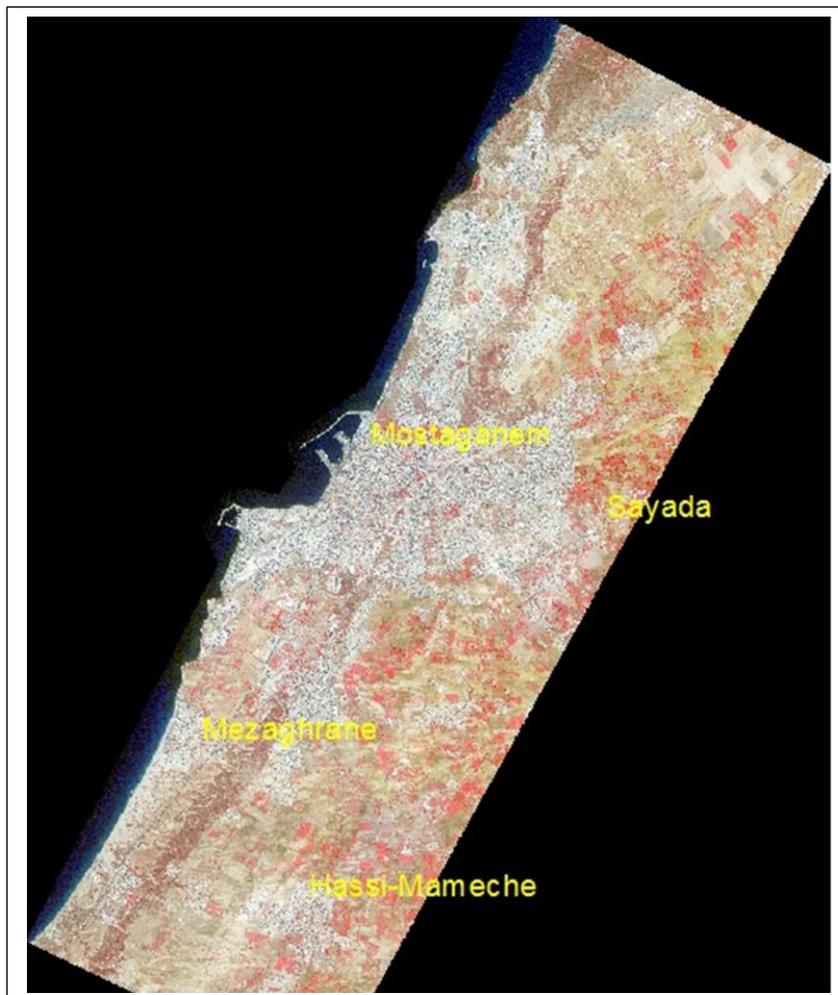


Figure VII.14. Image Quickbird prise en mars 2015 sur la région de Mostaganem (source : CTS)



Figure VII.15. Images Alsat2 prises sur la région de Mostaganem –à droite en Mars 2017 et à gauche en Mars 2013 (Source : ASAL)

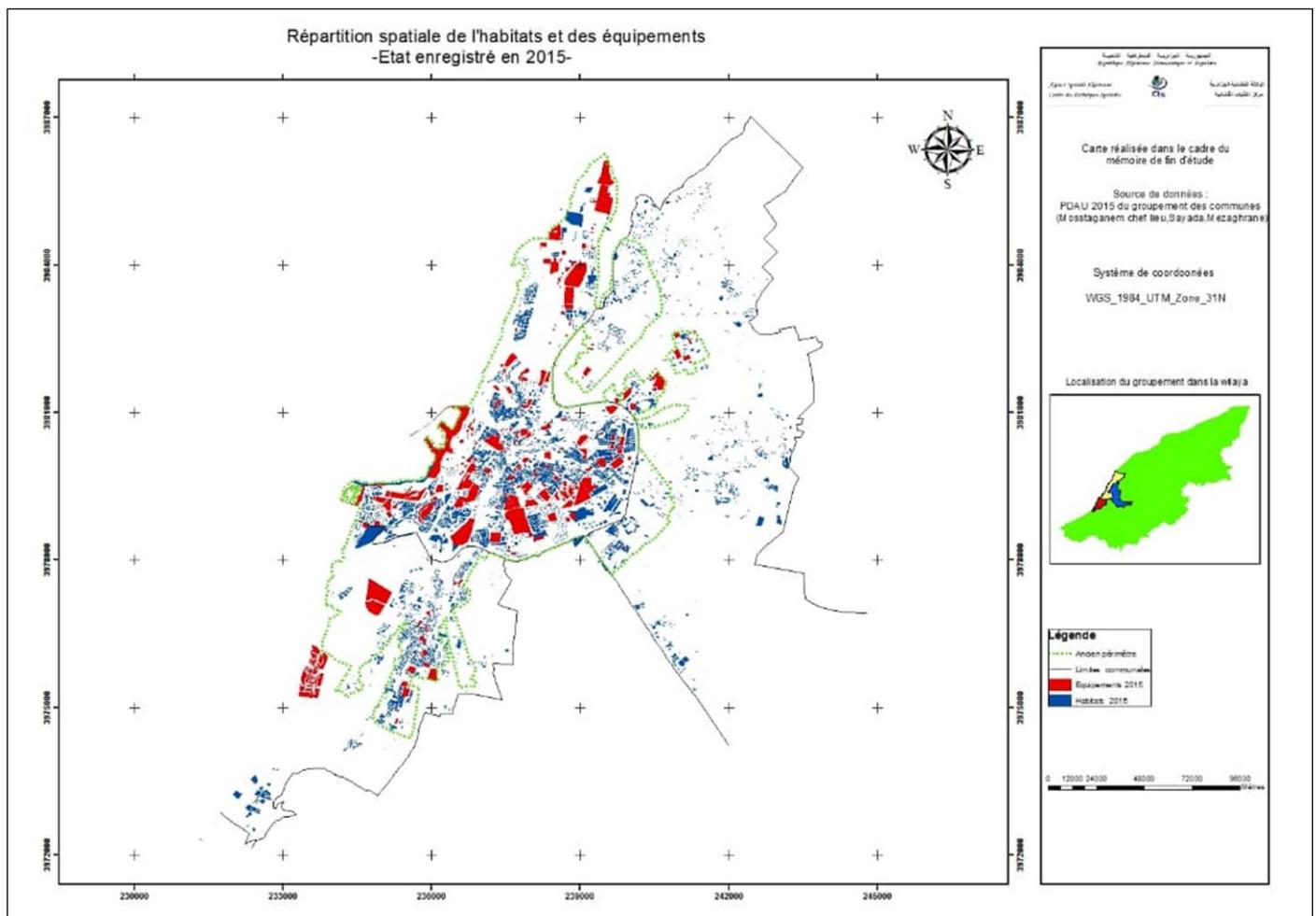


Figure VII.16. Carte de la répartition spatiale de l'habitat et des équipements du PDAU (source : URBOR Mostaganem).

Les données sont de nature hétérogène, des imprécisions notamment géométriques affectent la qualité des données et nécessitent des corrections pour toute opération de fusion ou de superposition lors de l'assemblage des données dans la base du système foncier. Le tableau VII.13 récapitule les principaux prétraitements effectués.

**Tableau VII.13. Données collectées et prétraitements appliqués**

<b>Données</b>	<b>Prétraitements</b>	<b>Observation</b>
<b>Sections et îlots Cadastraux (multi-dates)</b>	<b>Zone de Mostaganem :</b> Géoréférencement et Ajustement spatial par rapport à l'image Quickbird, Conversion des bases littérales et jointure. <b>Commune Sidi Chahmi :</b> exploitables sans correction.	<b>Zone de Mostaganem :</b> Les sections urbaines sont produites par restitution photogrammétrique, sont récupérée sous format vecteur, alors que les sections rurales sont des plans scannés (format *.tif).
<b>Plans d'aménagement du PDAU de Mostaganem (2015) et d'Oran 2014</b>	Ajustement spatial par rapport à l'image Quickbird, et correction des données attributaires.	
<b>Image Quickbird et 04 images Alsat2</b>	Géoréférencement des images Alsat2 par rapport à Quickbird,	Quickbird est considérée comme jeux de données référence en matière de précision de position.

Trois logiciels ont été utilisés durant les phases du projet : **POWER AMC** pour les modèles conceptuels des différentes bases de données créées, **ArcGIS 10.6** pour les traitements d'images et des SIG et **Ecognition** : pour la segmentation multi-résolution et la classification orientée objet.

### **VII.10. Conception du système foncier : approche méthodologique**

Avant de passer aux détails techniques et méthodologiques, nous présentons dans la t VII.17 un organigramme qui explique en fonction des phases du projet, l'architecture du système à construire.

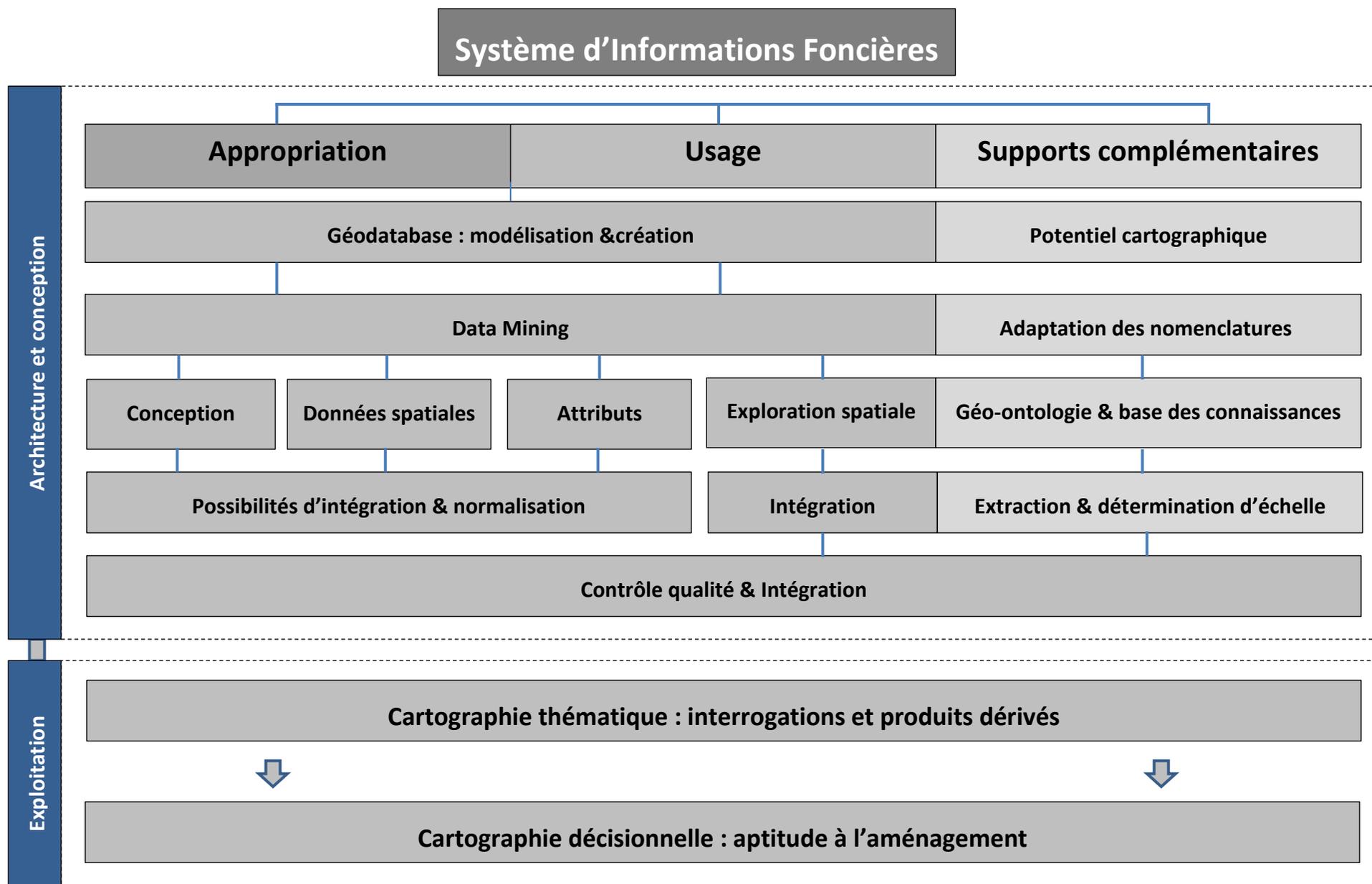


Figure VII.17. Architecture du système d'information foncière et ses applications

### VII.11. Modélisation et création des bases des données

Pour la base de données d'aménagement, le principe de la modélisation repose sur l'examen du contenu informatif de chaque plan d'aménagement récupéré (sous format CAD), cette opération est effectuée par phase d'élaboration. Le déroulement est très difficile pour les raisons suivantes :

- Nature hétérogène du contenu de chaque plan de la même phase,
- Hétérogénéité d'informations entre les plans des trois phases,
- Volume important d'information à structurer sous forme d'entités,
- Difficulté de distinction entre les entités géométriques et attributaires
- Difficulté de création des liens logiques entre les entités,
- Choix et nature des relations à définir dans l'implémentation du modèle physique de données.

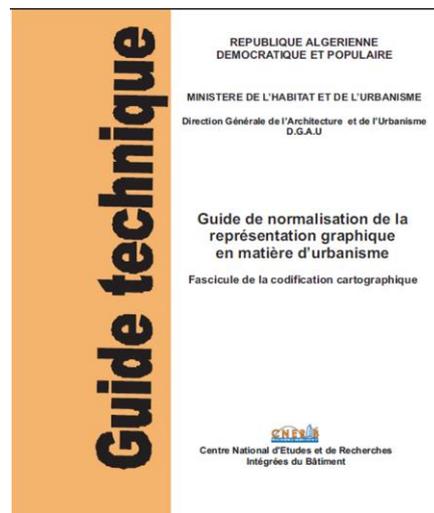
Pour notre cas, nous avons modélisé le contenu de la phase II relative à l'aménagement qui répond au but fondamental du PDAU (définition des orientations foncières à court, moyen et long terme).

La question qui se pose : comment raisonner pour une telle modélisation ? Selon le contenu du PDAU et la logique d'urbanisme, nous avons discuté cinq facettes pour créer les modèles conceptuels, chaque solution tient compte l'aspect de structuration des données par la suite :

- **Modélisation selon les principes de la grille théorique d'équipements d'urbanisme** : basée sur le principe de définition des entités selon les unités fondamentales (unité de base, de voisinage, quartier...).
  - **Modélisation par objets géographiques** : il s'agit de définir l'ontologie des objets urbains dans chaque plan, l'arborescence permet de définir les différentes entités.
  - **Modélisation par objets géométriques** : la troisième solution que nous l'avons testée, consiste à comprendre les relations qui existent entre les objets géométriques : polygone (bâti, espace vert...), ligne (routes, pistes...) ou point (puits, arbre...).
- Cette procédure diffère de la précédente, cherche les objets fils d'un objet *géométrique* père au lieu de raisonner par nature *géographique*.
- **Modélisation par unités administratives** : le raisonnement de cette approche est similaire à la modélisation cadastrale, de l'entité wilaya à la commune, au PDAU, au POS jusqu'à l'îlot urbain et la parcelle.

- **Modélisation par secteurs de l'Etat :** toutes les entités de chaque secteur sont identifiées en premier lieu puis les objets correspondant, ensuite les liens possibles.

Pour notre cas, et après analyse, nous avons retenu une modélisation par objets géographiques. Il est à signaler ici, qu'il était très difficile de comprendre directement la hiérarchie et la nature des objets à représenter, sachant que pour l'urbanisme en tant que matière n'est pas incluse dans le cursus de formation d'ingénieurs cadastre au CTS. Pour pallier à ce problème, nous avons utilisé le guide technique de normalisation de la représentation graphique en matière d'urbanisme diffusé par le Ministère de la l'Habitat en 2010 pour qu'il soit applicable dans tous les bureaux d'études et Directions qui lui dépendent.



FICHE N°15-1	BATIMENTS ET CONSTRUCTIONS	Bâti existant
	Construction récente	Construction en épars Une construction en épars est représentée par sa forme en plan. Couleur : noir.
	Construction ancienne	
	Lieu historique/lieu d'intérêt (ou site historique)	Un endroit ou un site qui a été déclaré d'importance historique nationale ou internationale.
	Monument historique	
	Monument classé	
	Ruine	

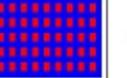
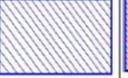
FICHE N° 15-2	BATIMENTS ET CONSTRUCTIONS	Centres urbains	
Anciens	Récents	Projetés	
			Centre ville
			Centre inter-quartiers
			Centre quartier
			Zone centrale d'équipements

Figure VII.18. Exemple sur la hiérarchisation des classes d'objets urbains et leur symbolique dans le Guide de normalisation du Ministère de l'Habitat

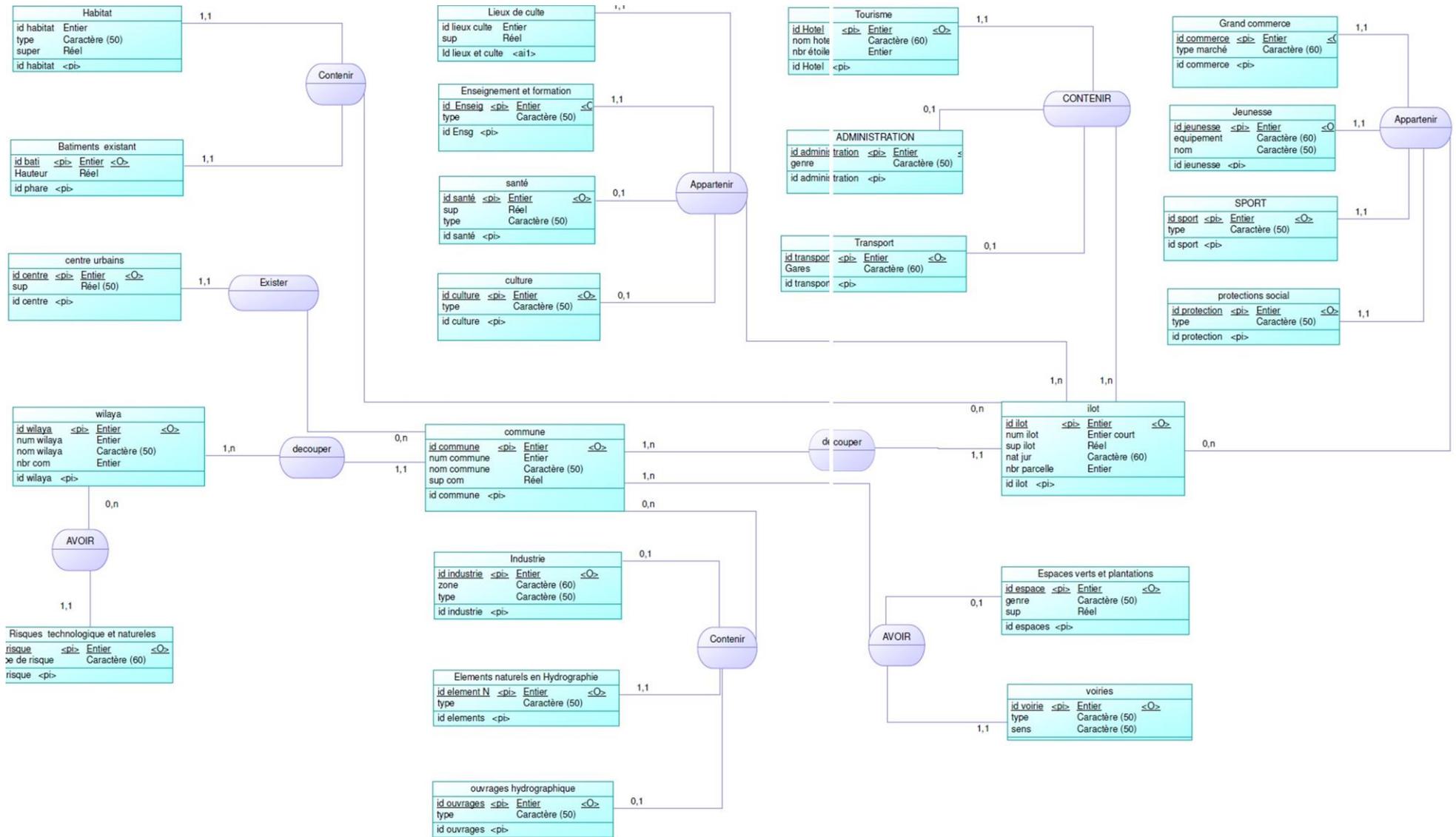


Figure VII.19. Modèle conceptuel des données d'aménagement selon la hiérarchisation des classes d'objets urbains et leur symbolique définie dans le Guide de normalisation du Ministère de l'Habitat

Pour la base de données cadastrale, nous avons choisi un raisonnement par unités administratives et cadastrales, les schémas diffèrent en fonction des zones urbaines ou rurales. Dans les tableaux VII.14 et VII.15 nous donnerons l'exemple de la fouille des données cadastrales en zones urbaines.

Aussi, pour la documentation graphique et en l'absence d'un catalogue officiel qui définit le contenu d'un plan cadastral dans les deux milieux (urbain et rural), nous avons utilisé la nomenclature définie dans le cadre d'élaboration des maquettes pédagogiques du cadastre multifonctionnel (figure VII.20).

<b>LEGENDE DU PLAN CADASTRAL</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La présente instruction contient des symboles cartographiques des <b>données cadastrales</b> ;</li> <li>✓ La majorité de ces symboles font partie du type d'écriture (police de caractère) <b>ANC Symboles 1</b> et <b>ANC Symboles 2</b>, le reste est basé sur le type d'écriture d'<b>ESRI</b> ;</li> <li>✓ Ces symboles sont conçus pour les échelles suivantes : <b>1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/2500</b> et <b>1/5000</b> ;</li> <li>✓ Au-delà d'une certaine échelle, des symboles ont été <b>simplifiés</b> pour avoir une meilleure impression visuelle ;</li> <li>✓ Pour faciliter la recherche des symboles, nous avons attribué une <b>catégorie</b> et renseigné les <b>balises</b> ;</li> <li>✓ Dans les tableaux ci-dessous, les symboles sont répertoriés par catégorie et chaque catégorie peut contenir des <b>symboles ponctuels, linéaires et/ou surfaciques</b> ;</li> <li>✓ Une donnée peut avoir plusieurs symboles (en point, ligne et/ou polygone).</li> </ul>	
<b>Exemple d'objets qui composent un îlot de propriété</b>	
	
 (Simplifié)	BATIMENT EN DUR
	CONSTRUCTION LEGERE
	BATIMENT EN CONSTRUCTION
	
 (Simplifié)	BATIMENT EN RUINE
	COUR INTERIEURE, ESCALIER

**Figure VII.20. Exemple d'objets à représenter sur le plan cadastral (extrait de la légende officielle, source : ANC)**

**Tableau VII.14. Contenu des fiches 'modèles terrain T8, T9' et fiche d'immeuble T10**

<b>T8 (fiche descriptive d'immeuble bâti)</b>	<b>T9 (fiche de lot de copropriété et d'indivision)</b>	<b>T10 (fiche d'immeuble : zone urbaine et zone rurale)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localisation : code wilaya, commune (numéro d'ilot, code parcelle : provisoire), quartier, lieu-dit, nom d'immeuble. (numéro définitive : section, ilot, parcelles, compte bien individuel)</li> <li>• Désignation de l'immeuble</li> <li>• Référence de publicité de l'ensemble de l'immeuble (EDD)</li> <li>• Description des lots (immeuble en copropriété)</li> <li>• Numéro de compte, nom, prénom, quote part en 1/1000, superficie, consistance (nombre de chambres), mode d'utilisation, (niveau, escalier, bâtiment, lot)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Code wilaya, section, ilot, parcelle, numéro bâti, lot, superficie du lot, quote part 1/1000.</li> <li>• Numéros définitifs : section, lot, compte,</li> <li>• Adresse numéro, rue, quartier ou lieu-dit, numéro du bien à la conservation foncière</li> <li>• Propriétaire : nom (raison sociale), prénom, numéro de compte provisoire</li> <li>• Lot consistance (nombre de pièce), mode d'utilisation.</li> <li>• Propriété : nature juridique, modalité d'approbation, nature du titre, date d'établissement et de publication.</li> <li>• Indivisaire : nom, prénom, lien de parenté.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Référence cadastrale : commune, section, ilot, parcelle, lot, bâtiment, escalier, quote part, adresse de lieu-dit.</li> <li>• Contenance, surface ilot, surface lot.</li> <li>• Désignation de l'immeuble</li> <li>• Propriété : nature juridique, origine de propriété, modalité d'approbation.</li> <li>• Droits et charges : nature, au profit de.</li> <li>• Désignation de propriétaire : nom, prénom, (raison sociale), date de naissance</li> <li>• Titre déterminé</li> <li>• Indivisaires : numéro d'ordre, filiation, adresse, lien de parenté, quote part.</li> </ul>

*Le but d'explorer le contenu des différentes fiches terrain, est premièrement, extraire et définir les différentes entités à représenter dans la base de données cadastrale. Le second objectif, est l'élimination de la redondance d'informations.*

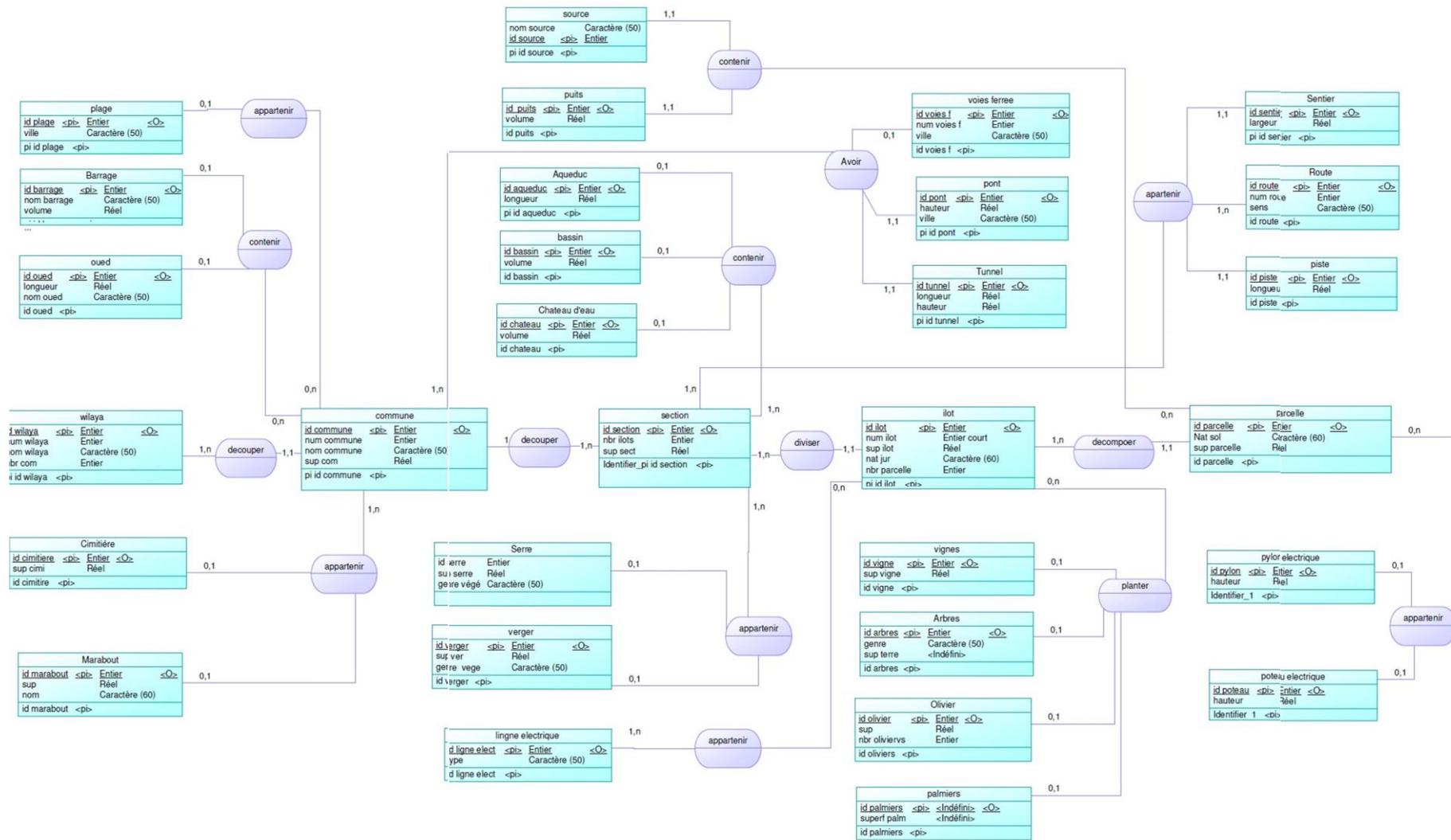


Figure VII.21. Modèle conceptuel des données cadastrales graphiques relatives au milieu rural selon la symbologie des classes d'objets définie dans les maquettes pédagogiques du cadastre multifonctionnel

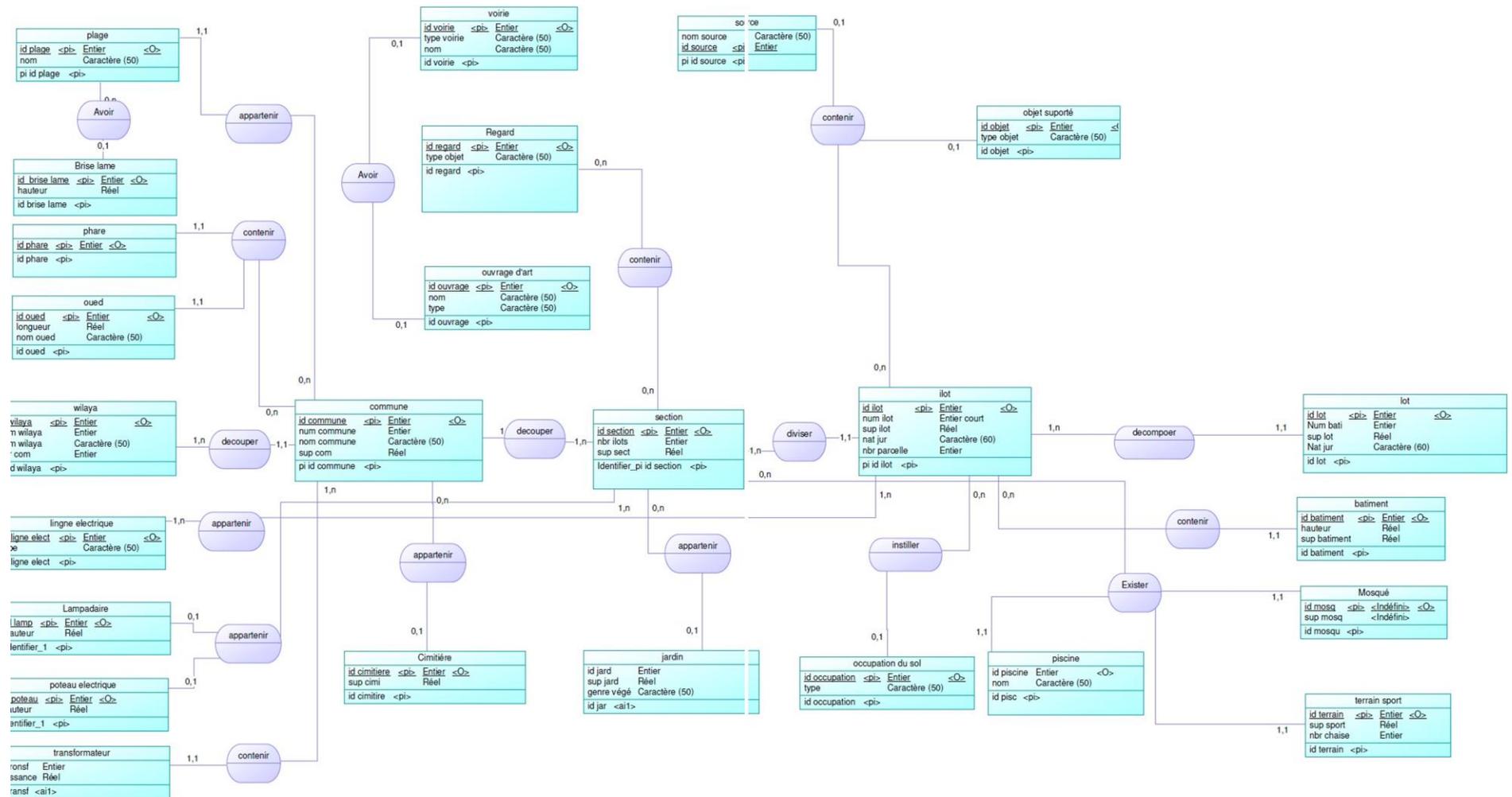


Figure VII.22. Modèle conceptuel des données cadastrales graphiques relatives au milieu urbain selon la symbologie des classes d'objets définie dans les maquettes pédagogiques du cadastre multifonctionnel

## VII.12. Problématique d'intégration: data-mining

Plusieurs méthodes ont été testées pour déterminer la similarité entre les contenus graphiques et littéraux des deux bases de données relatives au métier cadastre et urbanisme, nous rappelons le schéma théorique défini dans la partie théorique qui divise les niveaux de mise en correspondance en deux niveaux : des schémas et des données. Pour notre cas les deux catégories ont été testées (figure VII.23).

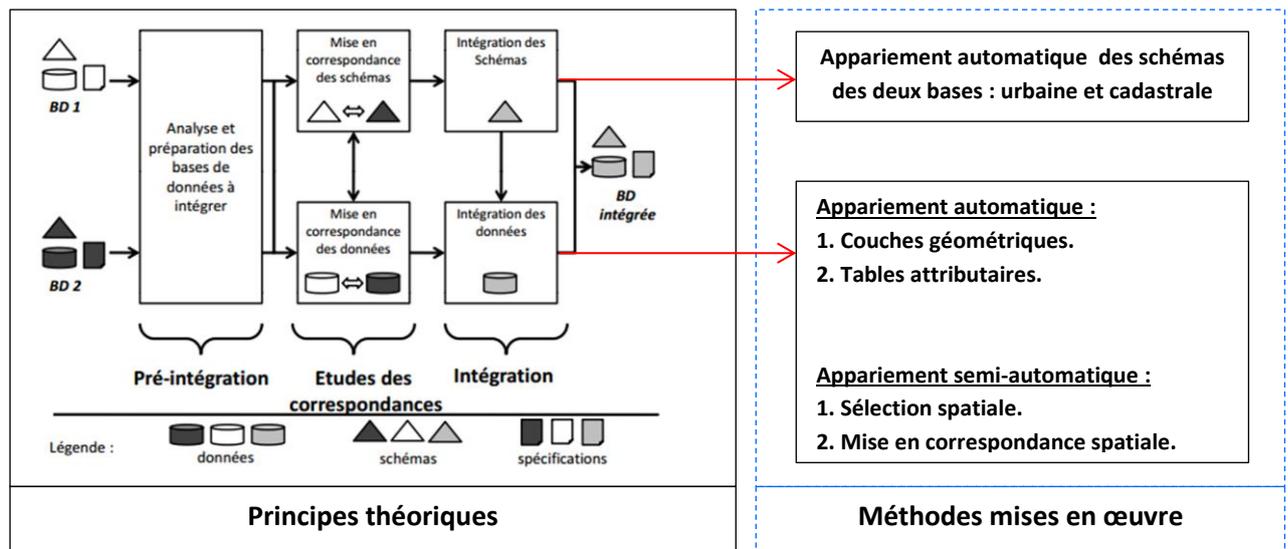


Figure VII.23. Méthodes d'appariement testées sur les bases de données construites

### VII.12.1. Mise en correspondance des schémas

La mise en correspondance des schémas s'est effectuée automatiquement en comparant les entités représentées dans chaque modèle, son exécution sous ArcGIS, nécessite de convertir les bases construites en fichiers XML.

```
<?xml version="1.0"?>
- <esri:Workspace xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:esri="http://www.esri.com/schemas/ArcGIS/10.3">
  - <WorkspaceDefinition xsi:type="esri:WorkspaceDefinition">
    <WorkspaceType>esriLocalDatabaseWorkspace</WorkspaceType>
    <Version/>
    <Domains xsi:type="esri:ArrayOfDomain"/>
    - <DatasetDefinitions xsi:type="esri:ArrayOfDataElement">
      - <DataElement xsi:type="esri:DEFeatureDataset">
        <CatalogPath>/FD=URB</CatalogPath>
        <Name>URB</Name>
        - <Children xsi:type="esri:ArrayOfDataElement">
          - <DataElement xsi:type="esri:DEFeatureClass">
            <CatalogPath>/FD=URB/FC=zn_activite</CatalogPath>
            <Name>zn_activite</Name>
            <ChildrenExpanded>false</ChildrenExpanded>
            <DatasetType>esriDTFeatureClass</DatasetType>
            <DSID>23</DSID>
            <Versioned>false</Versioned>
            <CanVersion>false</CanVersion>
            <ConfigurationKeyword/>
            <HasOID>true</HasOID>
            <OIDFieldName>OBJECTID_1</OIDFieldName>
```

Figure VII.24. Extrait du fichier xml relatif à la base de données d'urbanisme généré par ArcGIS

Aucune ressemblance n'a été identifiée entre les deux bases de données, sauf pour les entités administratives identiques (Wilaya, commune).

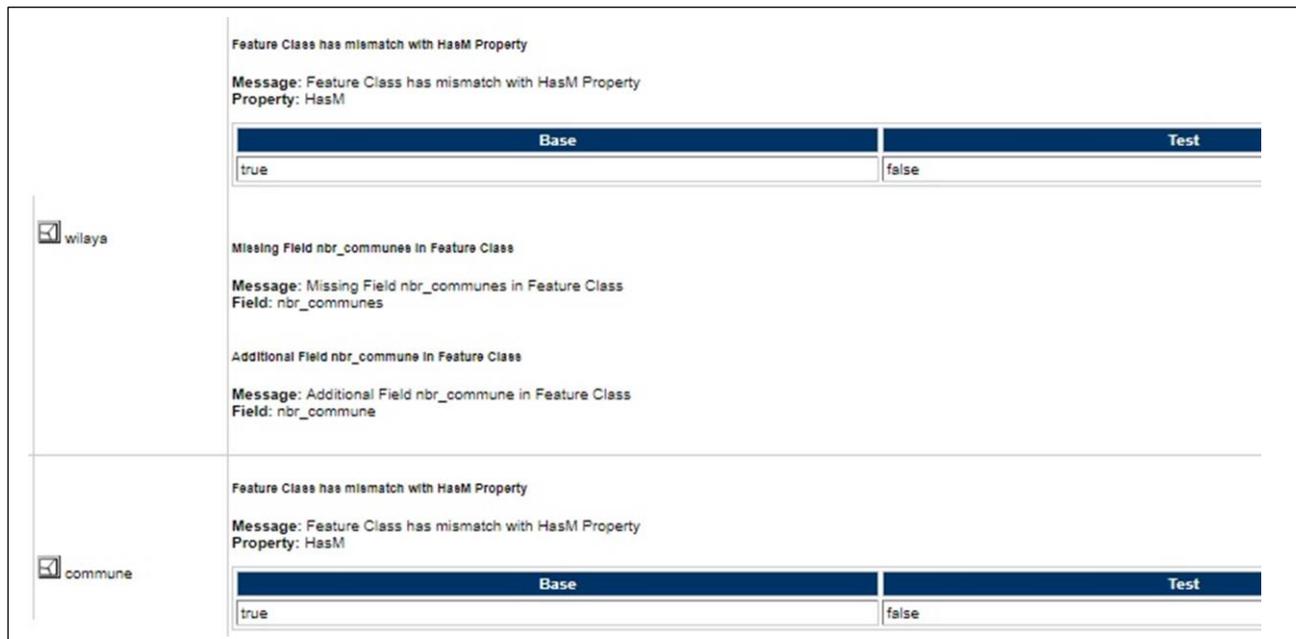


Figure VII.25. Extrait du résultat du schema based matching

### VII.12.2. Mise en correspondance des données : géométrie et attributs

De même, l'appariement des couches géométriques des deux bases de données et des tables attributaires dépendantes (ou non), fait apparaître une dissimilarité des objets et attributs appariés.

Tableau VII.15. Extrait du résultat du feature et attribut based matching

Has_error	Identifier	Message	Base_value	Test_value	ObjectID
true	Table	Table row counts are different	1071	988	-1
true	FeatureClass	Feature class extents are different	<Null>	<Null>	-1
true	Table	Tables have different number of fields	7	27	-1
true	Table	Table row counts are different	1071	988	-1
true	Table	Tables have different number of fields	7	27	-1
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	0
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field OBJECTID	15	1328	0
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	0
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	0
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	1
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field OBJECTID	324	1329	1
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	1
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	1
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	2
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field OBJECTID	328	1330	2
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	2
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	2
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	3
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field OBJECTID	329	1331	3
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	3
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	3
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	4
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field OBJECTID	330	1332	4
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	4
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	4
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	5
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field OBJECTID	331	1333	5
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	5
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	5
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	6
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field OBJECTID	332	1334	6
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	6
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	6
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	7
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field OBJECTID	333	1335	7
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	7
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	7
true	FeatureClass	ObjectID 8 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	8
true	FeatureClass	ObjectID 8 is different for Field OBJECTID	334	1336	8

### VII.12.3. Mise en correspondance des données : object based matching

La mise en évidence de la similarité entre les deux types de données nous a obligé de changer de méthodes, le raisonnement basé sur schéma, géométrie ou attributs n'a pas donné des résultats, dans ce troisième type d'appariement, une approche spatiale basée sur l'identification d'objets homologues. La fenêtre de comparaison correspond à un maillage d'espace de 100 m sur 100 m, soit une surface de 1 ha.

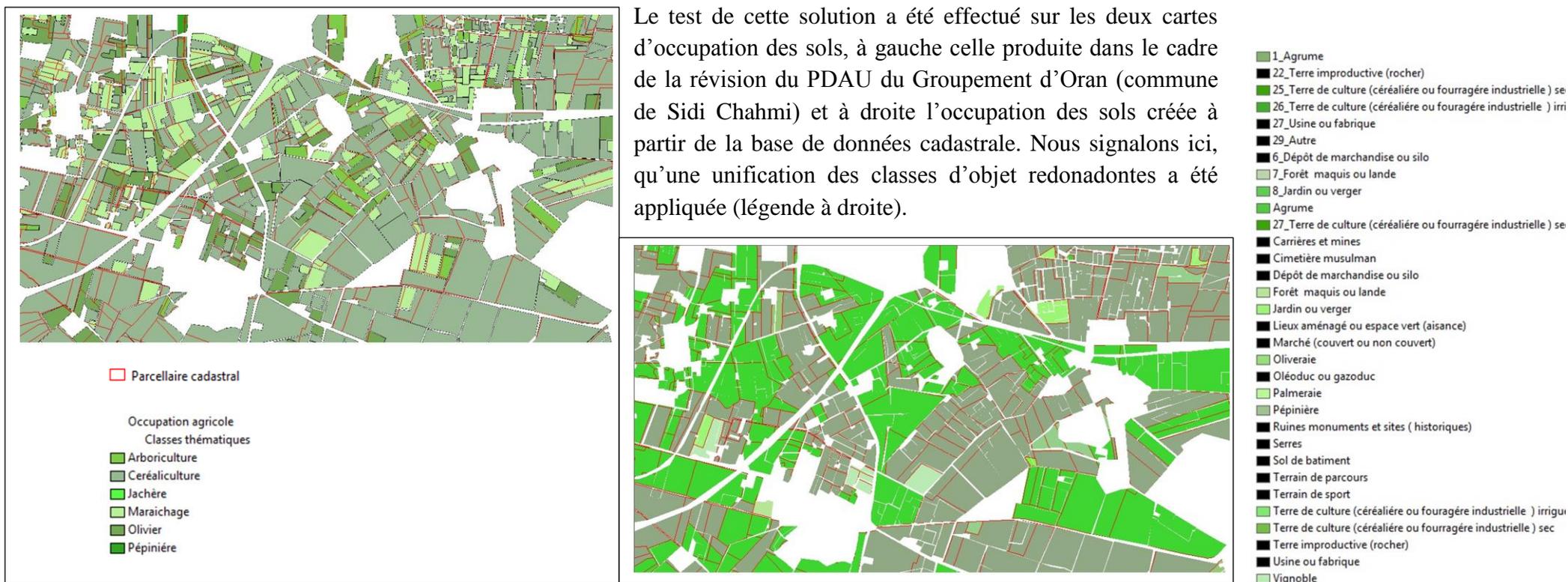
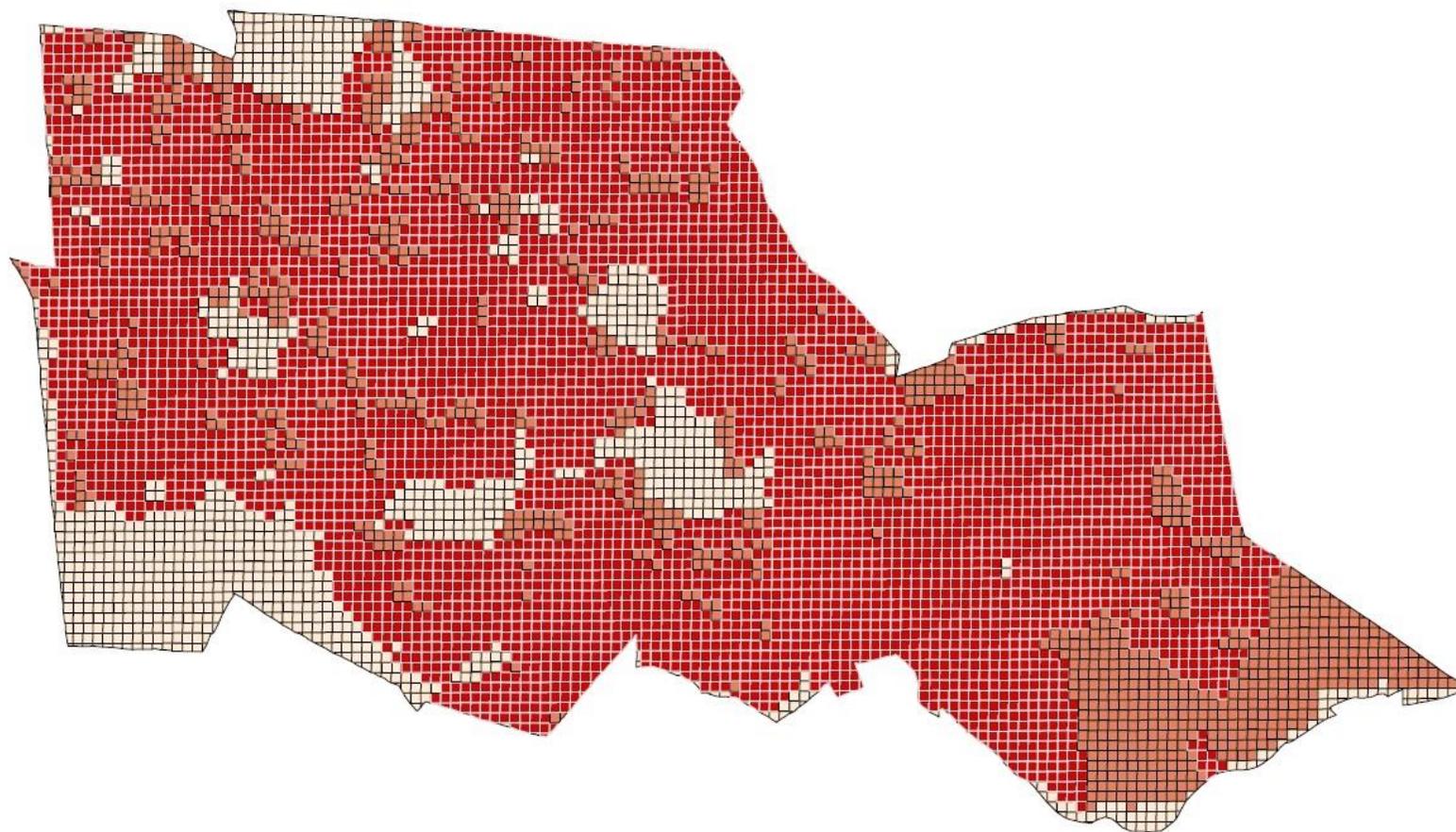


Figure VII.26. Extraits des cartes d'occupation agricole des sols à comparer



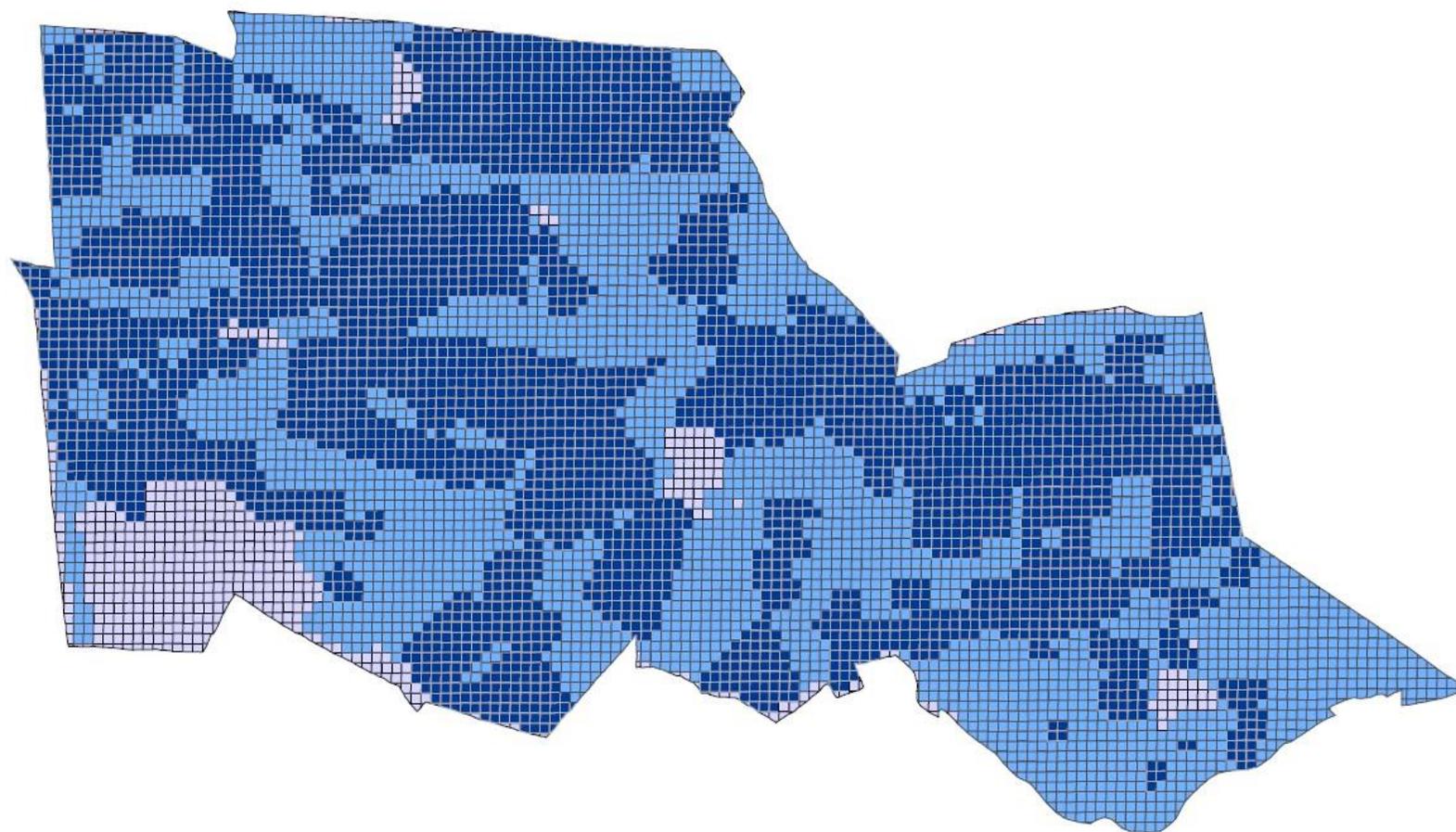
## Analyse fréquentielle

- No data
- Autres
- Objet de comparaison

Superficies : Autres=1055 ha, objet de comparaison=4892 ha, no data=1003 ha

Totale= 6950ha

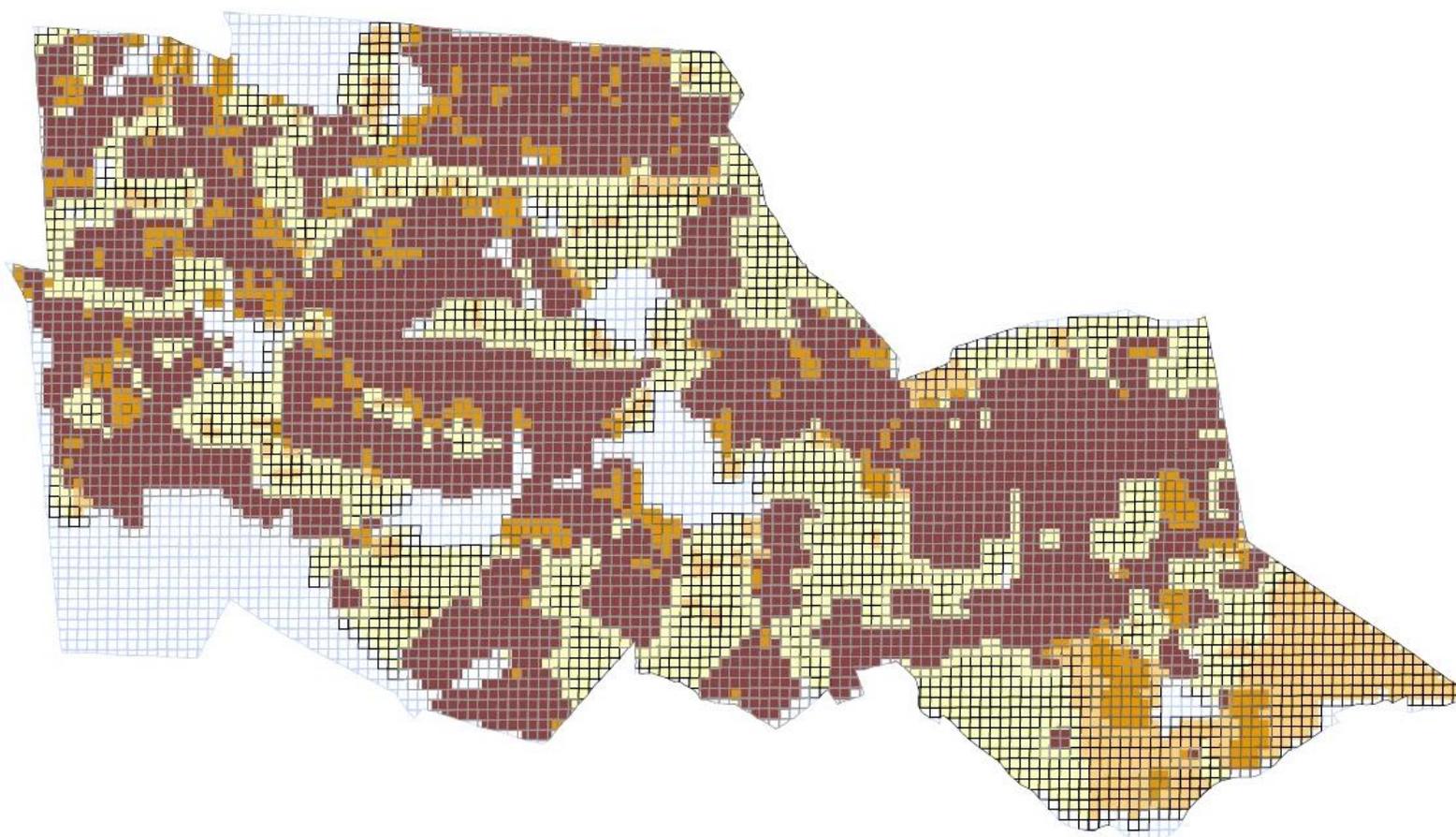
Figure VII.27. Statistiques zonales sur l'échantillonnage de la carte d'occupation des sols du PDAU et les zones d'intérêt



Analyse fréquentielle  
No data  
Autres  
Objet de comparaison

Superficies : Autres : 2807 ha, objet de comparaison= 3666 ha, no data = 477ha      Totale=6950ha

Figure VII.28. Statistiques zonales sur l'échantillonnage de la carte d'occupation des sols du cadastre et les zones d'intérêt



Classes appropriées

- 1-2
- 1-1
- 2-1
- 2-2

Superficies: 1-2 = 1829 ha, 1-1= 533ha, 2-1= 499ha, 2-2= 3028ha, No data=1061 ha

Totale=6950ha

Figure VII.29. Résultat d'appariement des objets d'occupation des sols

Contrairement aux méthodes testées précédemment, le recours à l'approche de mise en correspondance spatiale basée objet, a permis de mettre en évidence une superficie d'objets similaires de plus de 3000 ha soit 43,57% de la surface totale. *Cela signifie qu'une complémentarité d'information est évidente entre les deux données à des échelles égales.*

Dans la section suivante, nous essayons de rechercher ces possibilités d'intégration avec la troisième source du système foncier objet de conception dans le cadre de ce travail de fin d'études, qui est l'imagerie spatiale.

### VII.13. Capacité informative des données spatiale et Géo-ontologie

Il s'agit ici, de tester les potentiels d'identification des objets à partir des images haute et très haute résolution (Alsat2 et Quickbird), la détection ou l'identification seules, ne sont pas des seuils d'intégration suffisants, il faut passer à l'extraction.

Les études effectuées sur cette problématique sont nombreuses, nous nous limitons ici à l'utilisation de deux références de nomenclatures d'objets : celle présentée par D. HOLLAND et al, 2006, dans leur étude intitulée : « Updating Maps in a well-mapped country using high resolution satellite imagery » pour l'imagerie Quickbird (tableau présenté dans le chapitre du potentiel cartographique des images). Et la seconde relative à la légende standard SPOT Théma (figure VII.31).

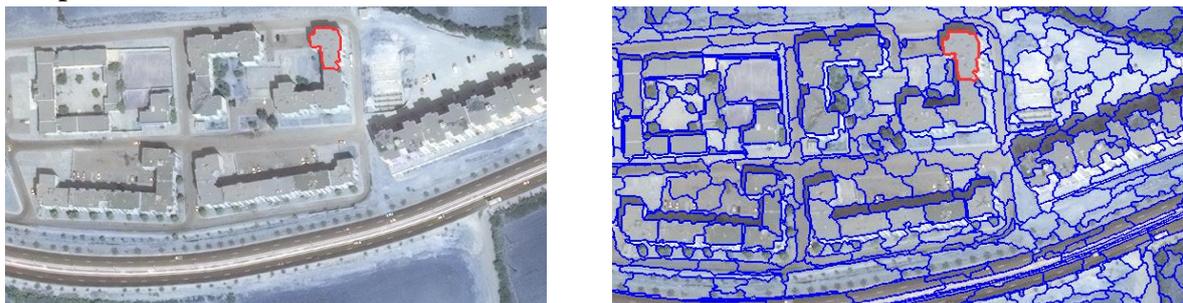
Les deux types d'images utilisées sont orthorectifiées au CTS avec une précision qui permet d'avoir l'échelle 1/5000 pour Quickbird et du 1/25000 pour Alsat2. Les segmentations multi résolutions ont été appliquées sous logiciel Ecognition afin d'appliquer les classifications orientées objets aux échelles requises, nous donnons quelques exemples sur les résultats des extractions obtenues.

**Paramètres de segmentation de l'objet 'Grands bâtiments' sur l'image Quickbird :**

**Shape = 0.6**

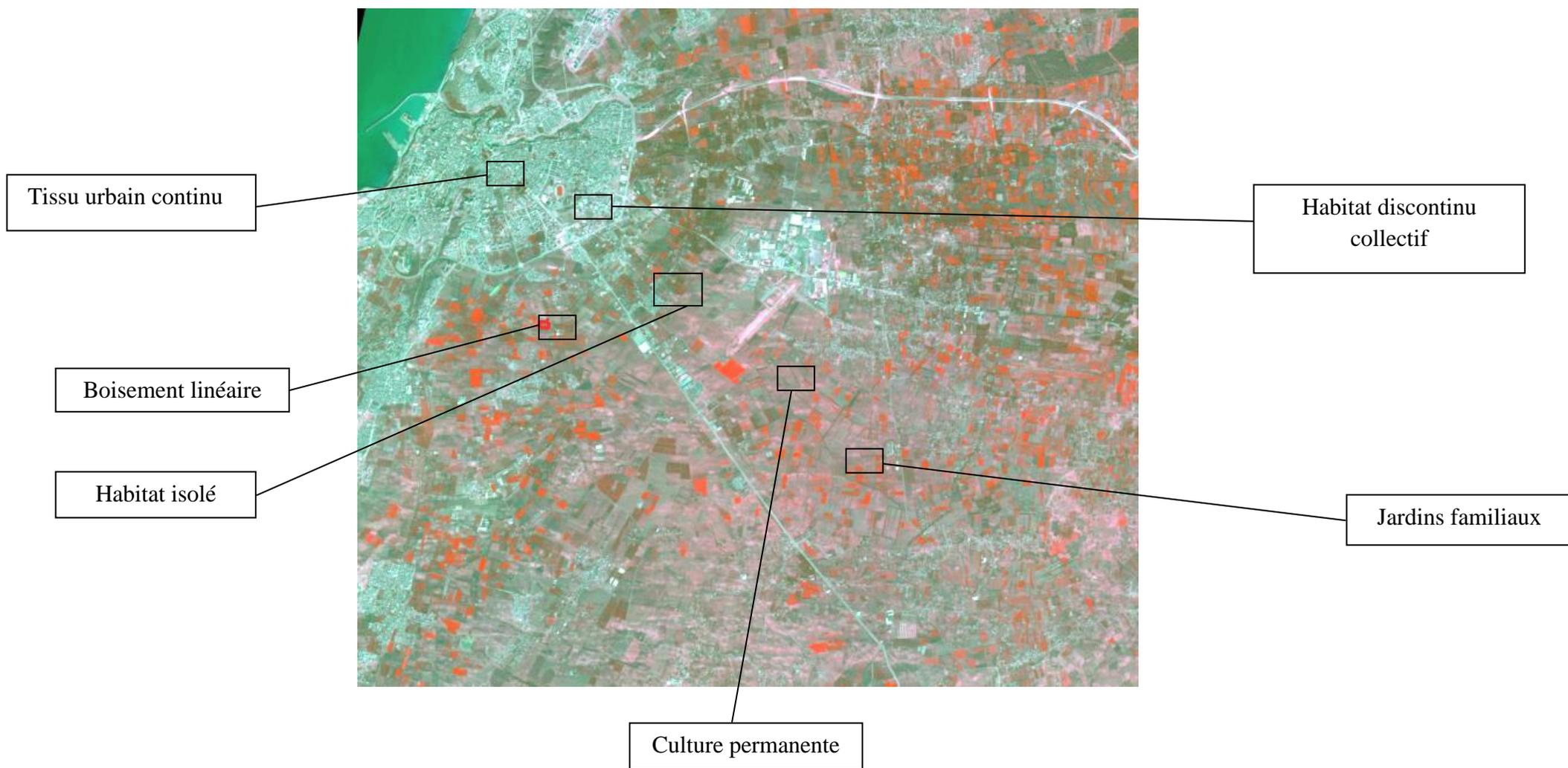
**Compactness = 0.5**

**Scale parameter = 30**



**Figure VII.30. Résultat de segmentation de l'image Quickbird –niveau de détail : Grands bâtiments-**

Pour le cas des images Alsat2, les différentes classes thématiques relatives à la nomenclature Spot Théma sont présentées sur la figure VII.31.



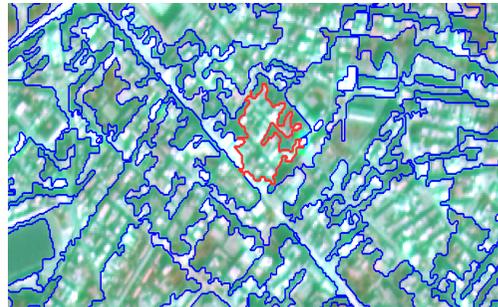
**Figure VII.31. Classes d'objets de la nomenclature Spot Théma à l'échelle du 1/25000**

**Paramètres de segmentation de l'objet 'Tissu urbain continu' sur l'image ALSAT2 (processus développé sur la zone d'El Bayadh)**

**Shape = 0.3**

**Compactness = 0.5**

**Scale parameter = 70**

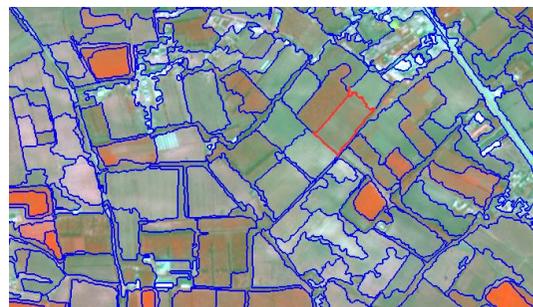


**Paramètres de segmentation de l'objet 'Culture permanente' sur l'image Alsat2**

**Shape = 0.3**

**Compactness = 0.5**

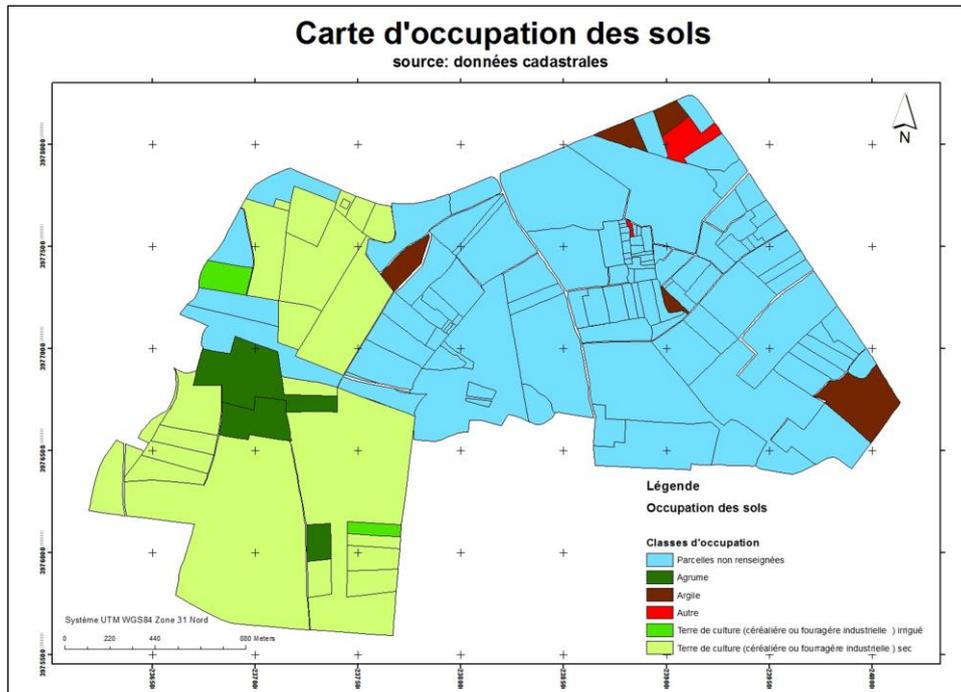
**Scale parameter = 70**



**Figure VII.32. Résultat de segmentation de l'image Alsat2 à deux niveaux de détails différents**

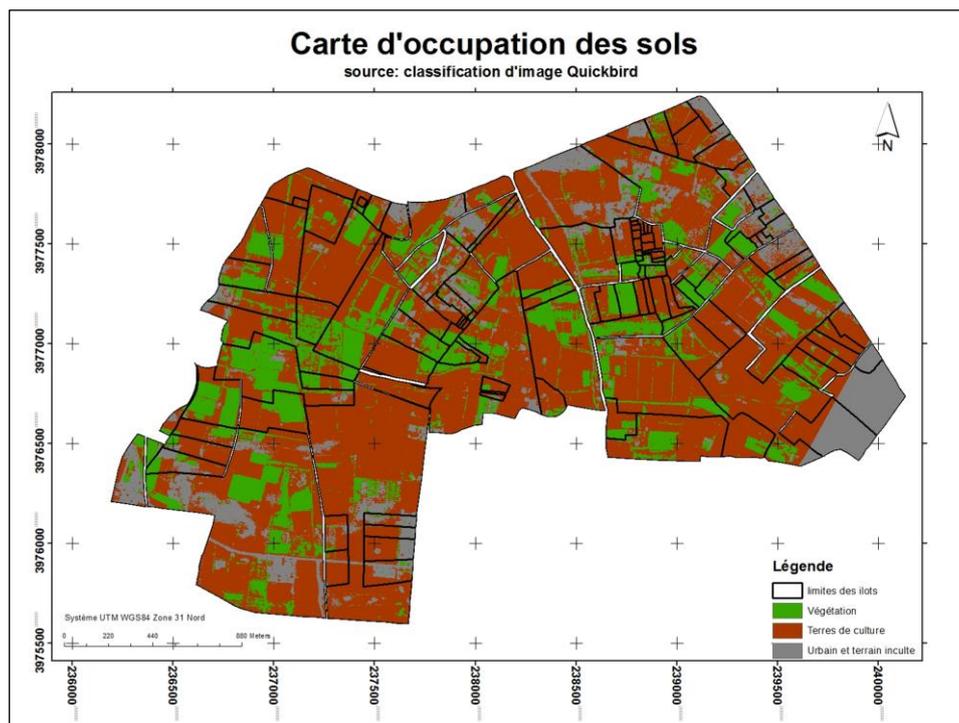
## VII.14. Intégration des données complémentaires de l'imagerie

Sur la figure VII.33, nous illustrons un problème d'exhaustivité de la Géodatabase cadastrale (incomplétude), la carte d'occupation des sols produite par conversion des données attributaires en objets thématiques montre que plus de la moitié de la superficie correspond à des parcelles dont l'information sur l'occupation des sols n'est pas renseignée.

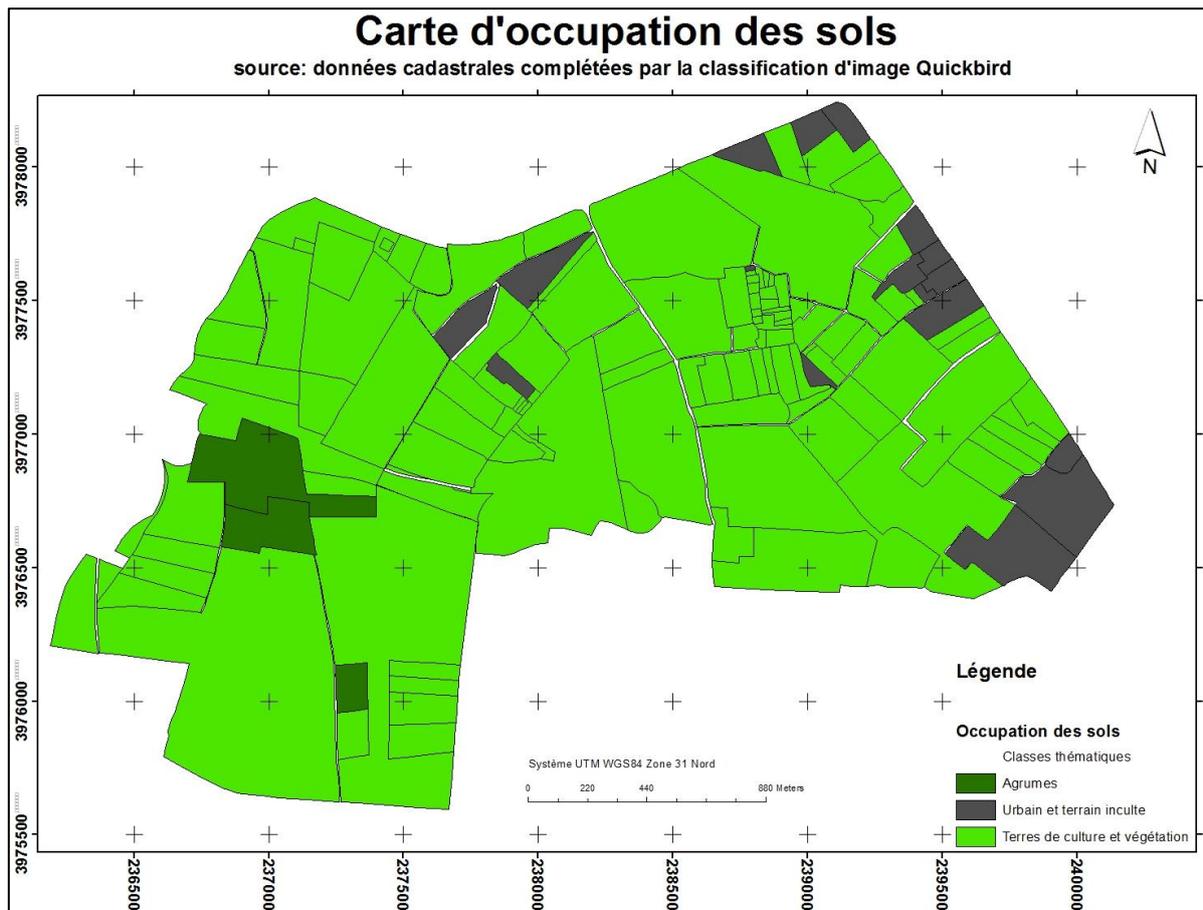


**Figure VII.33. Carte d'occupation des sols dérivée de la Géodatabase cadastrale**

A un niveau de segmentation équivalent à l'échelle des données cadastrales en zones rurales (1/5000), une classification a été appliquée sur l'image Quickbird.



**Figure VII.34. Carte d'occupation des sols dérivée de l'imagerie Quickbird**



**Figure VII.35. Carte d'occupation des sols dérivée des données cadastrales complétée par intégration des données complémentaire issues de l'imagerie Quickbird**

### VII.15. Le système foncier et l'aide à la décision

La problématique abordée ici, est liée aux imperfections liées à l'exploitation de certains produits dérivés de l'imagerie comme l'indice de végétation normalisé NDVI dont la séparation thématique n'est pas précise (limites floues), pour cela le recours aux cartes thématiques issues des données cadastrales peuvent constituer une alternative.

On entend par rendement agricole, l'extraction de l'information sur la biomasse végétale à partir d'une série diachronique d'images satellites. Nous partons du principe qu'une parcelle à faible valeur du NDVI, pendant la saison où la végétation est en pleine maturité et à plusieurs dates, est classée inculte ou à faible rendement et l'inverse.

La figure VII.36 représente les résultats des séparations thématiques de la végétation aux autres classes pour les images : Quickbird, Alsat2-2013 et Alsat2-2017 respectivement. Une normalisation géométrique a été appliquée afin d'homogénéiser les résolutions.

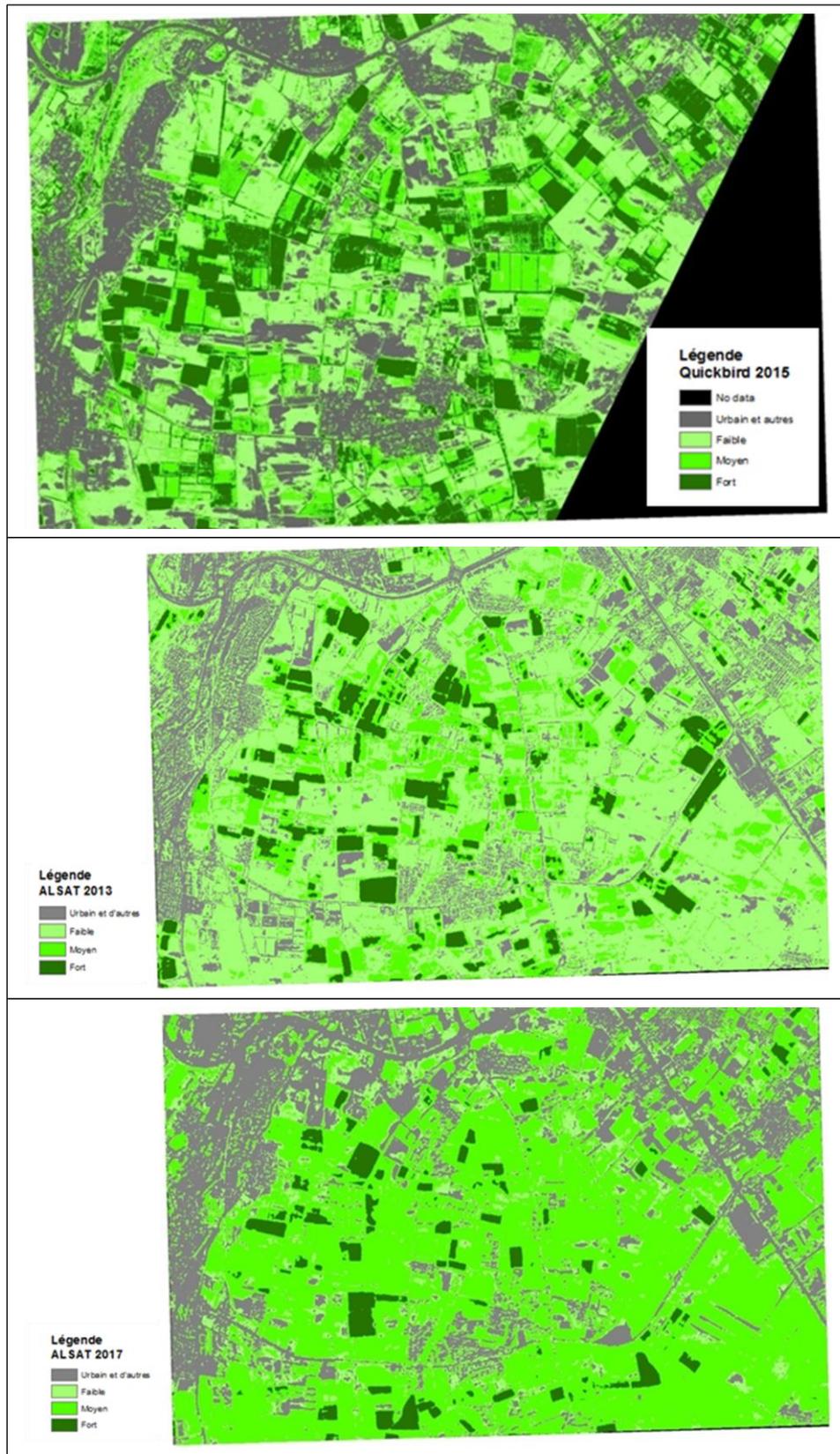
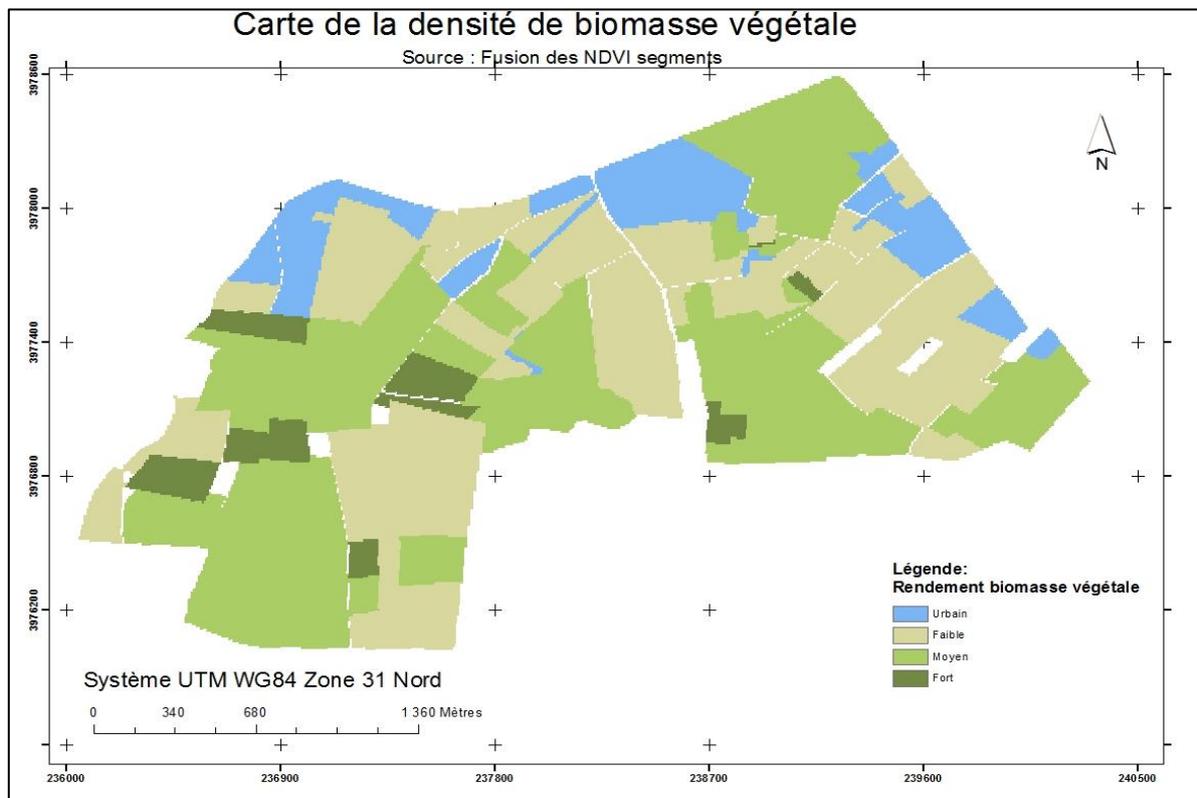


Figure VII.36. Indices NDVI calculés à partir des images utilisées

Une carte indicatrice sur la densité de biomasse végétale par parcelle est produite par fusion des trois produits NDVI dérivés des images multi-capteurs (figure VII.37).



**Figure VII.37. Carte de fusion des NDVI segmentés**

Cette carte présente l'inconvénient des limites floues entre les classes lors des seuillage de chaque NDVI. A cet effet, une seconde fusion des cartes thématiques sur l'occupation des sols et la nature des sols du parcellaire cadastral rural est appliquée.

L'avantage dans cette seconde approche est sa validation par rapport à la carte des exploitations des parcelles (présence d'Exploitation agricoles collectives, individuelles...) et la carte des objets supportés par parcelle (Puits, serres, hangars ...).

Les fusions thématiques effectuées par analyse spatiale pondérée selon l'échelle d'importance de Saaty selon deux niveaux (macros critères et alternatives), figure VII.41.

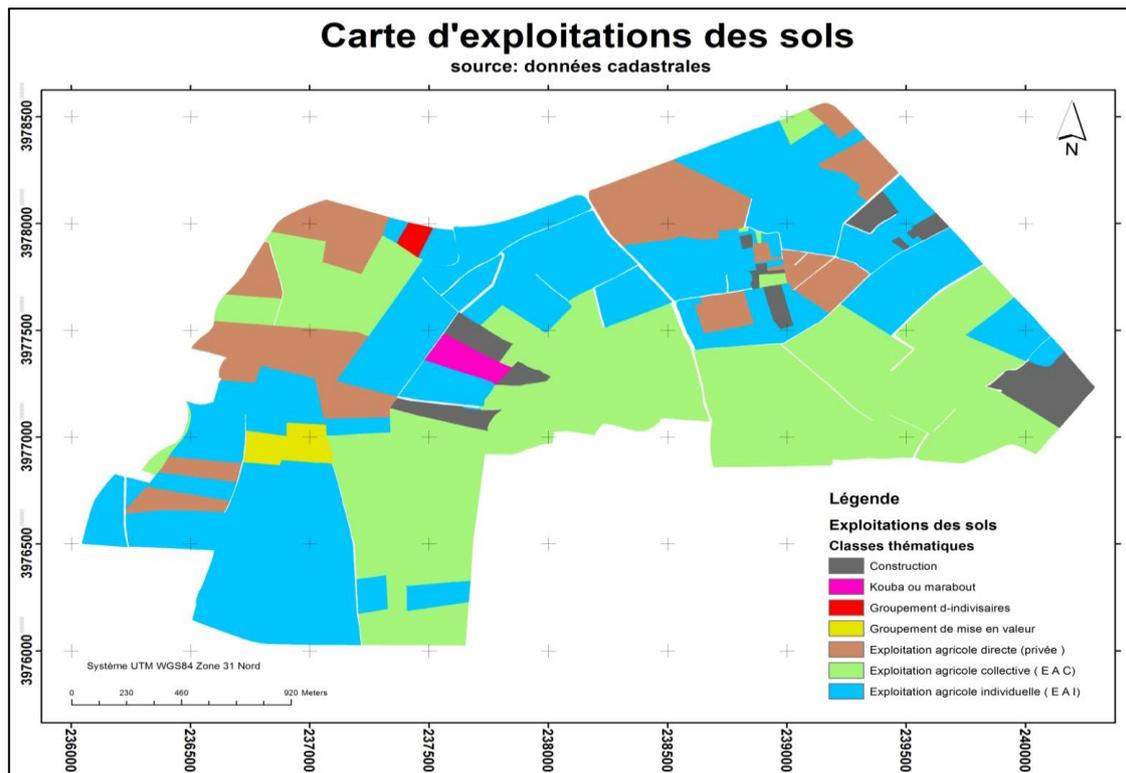


Figure VII.38. Carte d'exploitation des sols

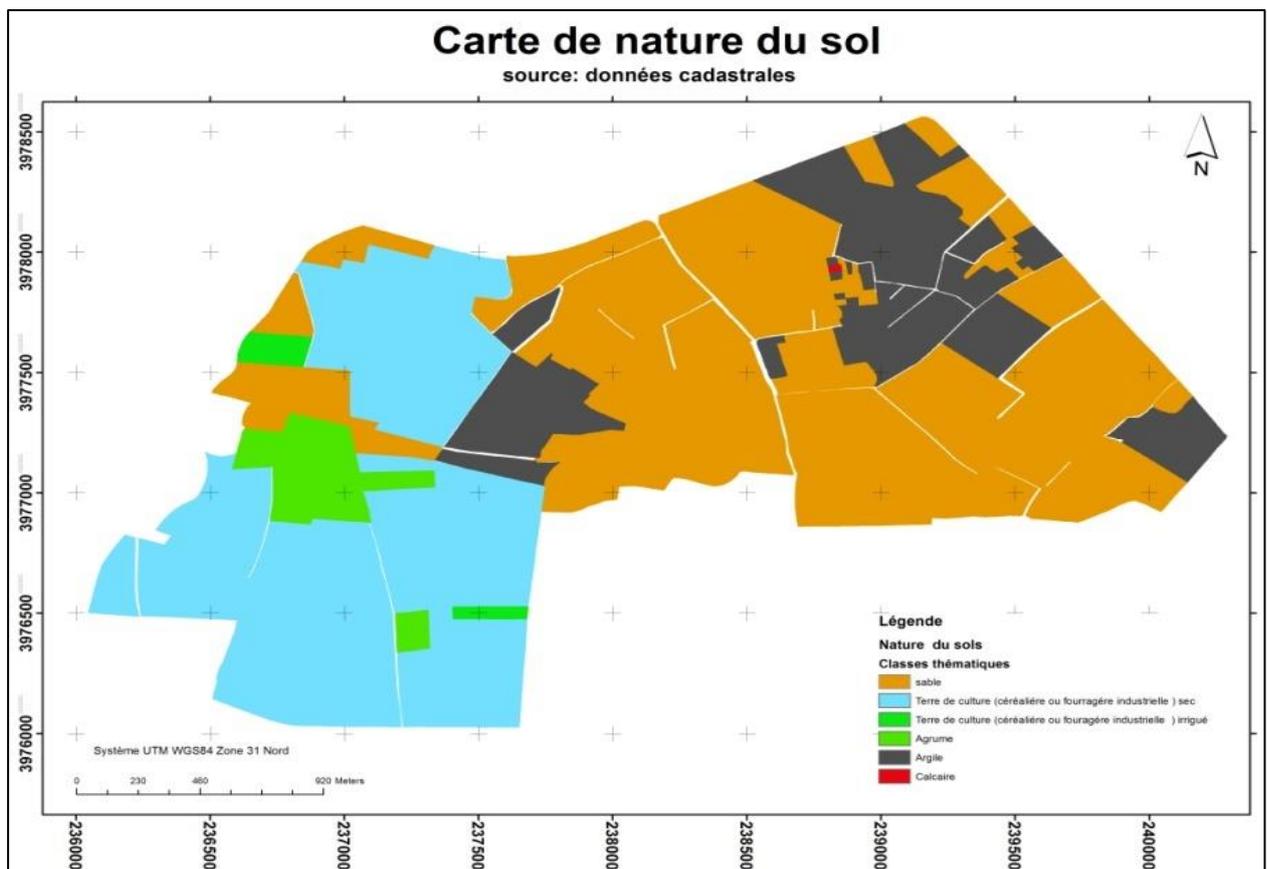
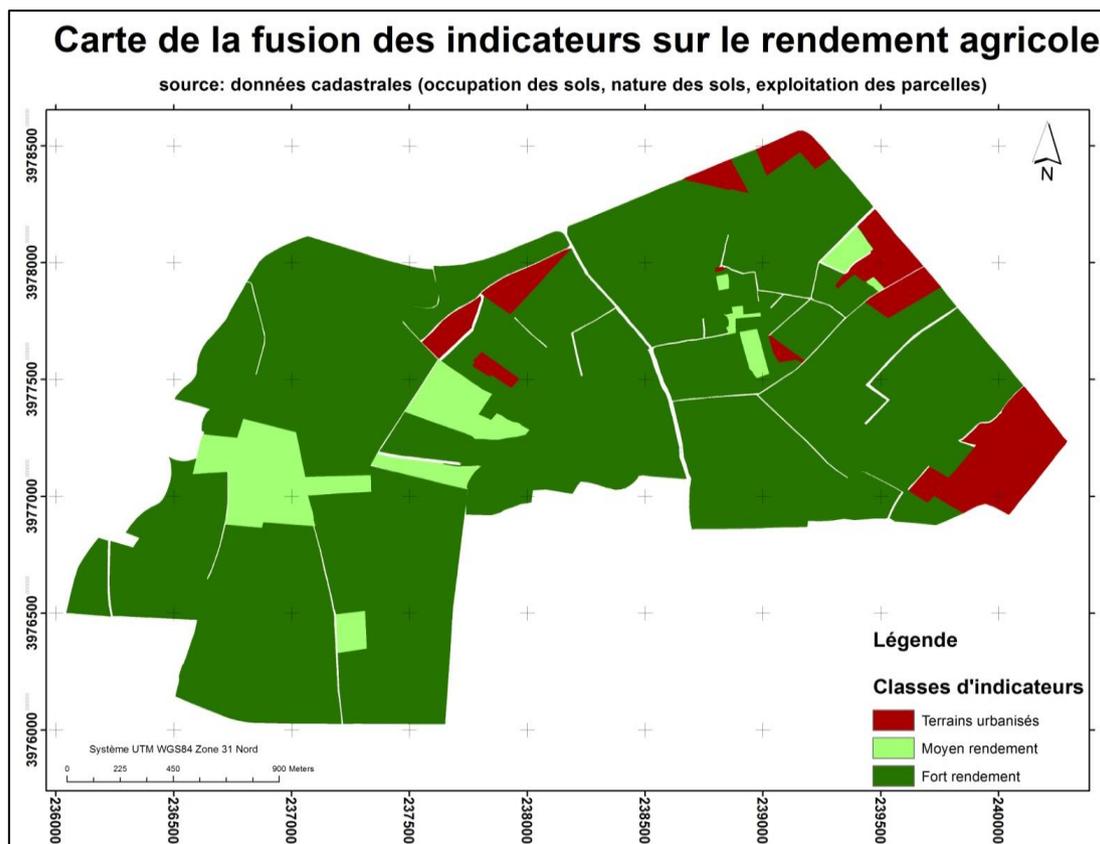
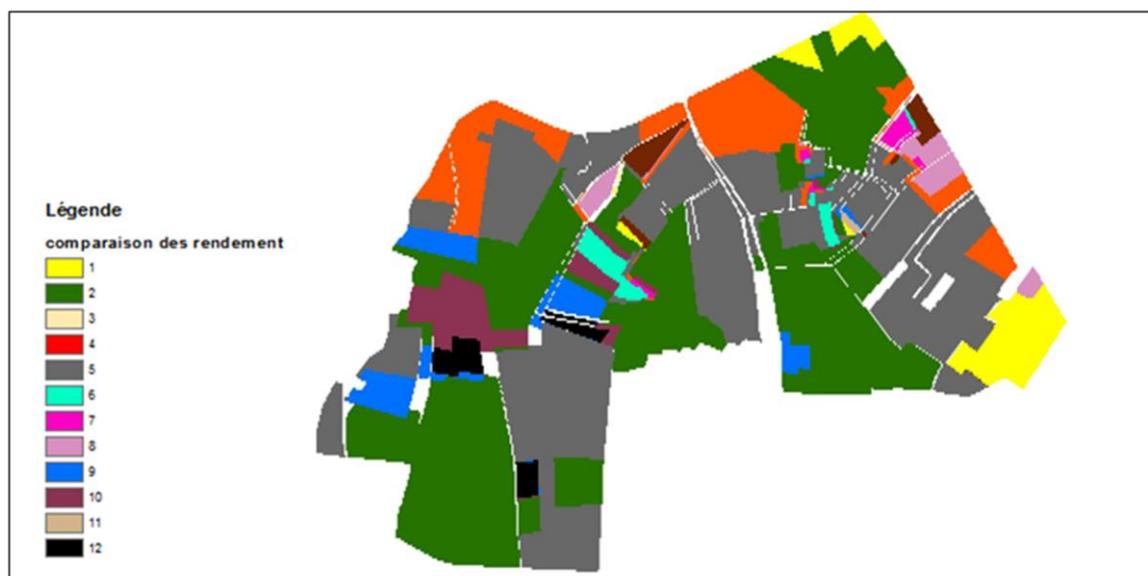


Figure VII.40. Carte de la nature des sols dérivée des données



**Figure VII.41. Fusion d'indicateurs sur le rendement des parcelles**

L'extraction de l'information sur le rendement des parcelles par deux approches différentes est effectuée dans un but de montrer l'influence de la multiplicité des sources des données sur la prise de décision. La figure VII.42 illustre le cas.



**Figure VII.42. Analyse thématique comparative des indicateurs sur le rendement agricole**

Densité comparée (Cadastre-NDVI)	Surface ha
<b>Moy-Faible</b>	6,39
<b>Moy-moy</b>	18,82
<b>Moy-fort</b>	8,48
<b>Fort-faible</b>	193,97
<b>Fort-moy</b>	204,99
<b>Fort-fort</b>	20,4

Sur une superficie de 548,01 ha, 82,67% est le pourcentage de la végétation certaine dont 7% est évaluée similaire entre les deux produits comparés. Le pourcentage d'erreur est de 17,33% de la surface comparée.

## VII.16. Conclusion

En plus de la modélisation des données relatives aux métiers cadastre et urbanisme, la conception d'un système d'information foncière telle qu'elle a été traitée dans ce chapitre, a été focalisée principalement sur les traitements de mise en cohérence des données avant et après leur intégration.

La qualité des données intégrées est un défi majeur, l'homogénéisation d'échelles, la représentation des attributs, l'exhaustivité et l'aspect temporel sont autant de questions qui doivent constituer un guide d'assurance qualité dans le cadre de la mise en œuvre d'un tel système.

L'utilisation du même processus d'extraction de l'information à partir des images ALSAT2 prises sur la zone de Mostaganem et développé sur la zone d'El Bayadh a donné des résultats très satisfaisants avec des légères changements dans les règles introduites, cela est très logique du fait qu'il y a des changements de propriétés spectrales des pixels d'une zone steppique à une ville côtière. Cette ressemblance des résultats permet de valider et confirmer la transposabilité de notre processus développé.

### VIII.1. Introduction

Aborder la question de la consommation foncière dans la ville de est en rapport direct avec sa situation et sa configuration actuelle, plusieurs point peuvent être soulignés :

- Serait-il compréhensible et justifié aujourd'hui de rechercher la création d'une aire urbaine sur des fondements durables sans résoudre la problématique d'amélioration de l'état des tissus urbains en vieillissement et sans se positionner sur certains mauvais usages des sols (activités polluantes ou non compatibles avec le nouveau dessein du groupement, quartiers en délabrement physique et social, poches de pauvreté et d'insécurité etc..) ?.
- Est-il possible de conforter alors le groupement dans son rôle moteur pour l'attractivité de l'ensemble de la Wilaya, en gardant des situations qui hypothèquent la qualité du cadre de vie et les ressources naturelles ?
- Quelle hiérarchie établie dans l'organisation et le développement de l'espace intercommunal et comment instaurer les équilibres durables avec les différentes contraintes d'aménagement et d'urbanisation?

Des réponses peuvent être tirées à partir de l'examen des instruments d'urbanisme, à partir des enquêtes et des investigations sur terrain pour pouvoir comprendre les mutations spatiales et les interpréter sur les plans technico-politiques. Afin de répondre convenablement à cette problématique, nous avons choisi de recourir à des études de détection des changements pour permettre d'analyser et mesurer l'ampleur de la consommation foncière à l'intérieur du périmètre du groupement. A cet égard, l'imagerie satellitaire pourrait correspondre à ces besoins tant en terme de résolution spatiale qu'en période de revisite, réduite à quelques jours. De plus, l'accès aux images satellites des capteurs nationaux ALSAT2 de haute résolution est devenu facile grâce à des programmes de mise à disposition offerte par l'ASAL et les outils nécessaires à leurs traitements qui sont performants. Une fois l'extraction de l'information sur le foncier consommé est faite, une interprétation doit être systématiquement faite en se basant sur l'analyse des espaces concernés : naturels, agricoles, forestiers... et qui sont déjà examinés (selon la procédure d'élaboration du PDAU en vigueur) lors du diagnostic du territoire objet d'aménagement. L'interprétation doit alors faire la concordance entre les surfaces extraites et la programmation théorique de l'aménagement, en s'inspirant de la logique d'urbanisme dont les assiettes réservées devraient tenir compte des dynamiques économiques et démographiques du projet de territoire et s'articuler avec les objectifs de renouvellement du tissu urbain existant et des densités de construction.

## VIII.2. Techniques de détection des changements : état de l'art

La détection de changements dans une scène permet l'analyse de phénomènes terrestres, à travers d'observations. Ces changements peuvent être de différents types, de différentes origines et de durées variées. La détection de changements permet, entre autres, d'étudier l'occupation des sols ou d'établir une cartographie des dommages suite à une catastrophe naturelle. Certains auteurs classent les méthodes de détection des changements selon les traitements préliminaires les méthodes de détection de changement en trois grandes classes :

- **Techniques basées sur des calculs algébriques** : qui sont des techniques qui utilisent des opérations algébriques pour mettre en relief les changements radiométriques entre des images acquises à des dates différentes. Cette catégorie inclut principalement : la différence d'image, l'analyse en vecteur de changement, la différence d'indice de végétation et l'analyse de régression.
- **Techniques basées sur des transformations d'images** : qui font d'abord une transformation globale des images utilisées en une image résultante qu'il faut analyser pour identifier les changements. Cette catégorie inclut principalement : l'analyse en composantes principales, la transformation "Tasseled Cap" et la transformation Chi-carré.
- **Techniques basées sur des résultats de classifications** : qui sont basées sur les images classifiées pour produire des informations sur le changement. Trois méthodes sont couramment utilisées : la comparaison post-classification, la classification multidate directe et l'analyse de corrélation croisée.

D'autres chercheurs comme FRANCOIS PETITJEAN et al, dans leur article publié en 2011 sous l'intitulé : « *Découverte de motifs d'évolution significatifs dans les séries temporelles d'images satellites* » ont distingués trois grandes familles méthodologiques pour l'analyse de changements : méthodes bi-temporelles qui s'intéressent à l'extraction des zones de changement entre deux images, une avant le changement et une après, méthodes dites statistiques (Ces méthodes s'intéressent généralement à transformer l'espace des données, comme par une ACP) et méthodes d'analyse des séries temporelles (Ces techniques sont généralement dédiées à l'analyse de trajectoires radiométriques de pixels). Le tableau VIII.1 présente un état de l'art sur une panoplie d'études réalisées dans le domaine de traitement des images spatiales pour la détection des changements, et dans le tableau VIII.2, sont sélectionnées quelques méthodes utilisées avec leurs principes et les résultats obtenus.

**Tableau VIII.1. Exemples d'études réalisées dans le domaine de détection des changements par imagerie**

Catégorie	Sous-catégorie	Technique	Auteur	Intitulé	Année
<b>Pré classification</b>	Opérations ponctuelles	Différence d'images	HALIMO ELMI ALI	Méthode d'identification et de cartographie de l'occupation du sol à fine échelle par analyse d'images	<b>2016</b>
			NICOLAS CHAMPION	Détection de changement 2D à partir d'imagerie satellitaire. Application à la mise à jour des bases de données géographiques	<b>2011</b>
			GRZEGORZ .S et al	Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain – Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France)	<b>2009</b>
<b>Pré classification</b>	Opérations ponctuelles	Les indices de végétation	TAOUAF Lakhdar	Détection des changements écologiques l'aide de la télédétection optique passive en Algérie	<b>2017</b>
			M.GUERINIAI	Analyse spatio-temporelle par la télédétection de la région de Djelfa (Évolution de l'occupation de sol)	<b>2012</b>
			AMAR MOKRANE	Analyse multi temporelle des changements causés par les dommages annuels de la tordeuse des bourgeons de l'épinette d'après deux capteurs satellitaires différents	<b>2010</b>
			BOGDAN MIHAI Et al	Application De La Détection Des Changements A L'étude De La Dynamique De La Végétation Des Monts De Bucegi (Carpates Méridionales, Roumanie)	<b>2006</b>

Catégorie	Sous-catégorie	Technique	Auteur	Intitulé	Année
<b>Pré classification</b>	Opérations ponctuelles	Classification multi dates direct	KIM HUONG HOANG	Les changements de l'occupation du sol et ses impacts sur les eaux de surface du bassin versant. Le cas du bassin versant de la rivière Cáu (Viêt-Nam).	<b>2007</b>
<b>Post-classification</b>	images classées/autres sources	photo interprétation	FRANCOIS-XAVIER et al	Méthodes pour réaliser un historique de l'évolution du bâti : utilisation de cartes anciennes, du cadastre et de photographies aériennes.	<b>2007</b>
			MAUD BALESTRAT et al	Analyse du potentiel des terres agricoles affectées par l'aménagement du territoire étude méthodologique sur une zone pilote (département de l'Hérault - 34)	<b>2008</b>

Catégorie	Sous-catégorie	Technique	Auteur	Intitulé	Année
<b>Post-classification</b>	Comparaison d'images classifiées indépendamment	Classification dirigée	<b>Anis Gasmi</b>	Télédétection et Photogrammétrie pour l'étude de la dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oued Chiba (Cap-Bon, Tunisie)	<b>2020</b>
			<b>Danielle DUCROT</b>	Méthode d'analyse et d'interprétation d'image de télédétection multi-sources, Extraction de caractéristiques du paysage	<b>2005</b>
<b>Post-classification</b>	Comparaison d'images classifiées	Classification non dirigée	<b>-CHERIGUI OMAR -BENAIDA DJAMEL</b>	Mémoire d'ingénieur d'état (CTS) Etude comparative des procédures de prise en charge des mises à jour par les méthodes de traitements de l'application D.F.G et application G.I.C	<b>2010</b>

Tableau VIII.2. Etat de l'art des méthodes de détection de changements à partir des images spatiales

Méthodes utilisées	Auteur	Intitulé du travail	Année	Résumé
<b>Composition colorée diachronique</b>	AIT LASIRI SOUMAYA et al	Détection des changements et identification des ilots de chaleur urbaine sur la province d'ALHOCEIMA	<b>2017</b>	L'approche consiste à utiliser l'ancienne image en canal rouge, la récente en canal vert et une image vide dans le canal bleu, pour plusieurs dates afin d'extraire l'information sur le changement.
<b>Analyse en composantes principales ACP</b>	ANDRE BEAUDOIN et al	Détection des changements d'utilisation du sol dus à l'urbanisation, à l'aide de L'analyse en composantes principales de données multi dates LANDSAT	<b>2014</b>	Les données utilisées sont des images Landsat (1972.1979 et 1982) couvrant la région métropolitaine de Montréal, la méthode utilisée se base sur l'ACP (analyse des composantes principale), l'interprétation visuelle des résultats permet de bien localiser les aires modifiées. Des vérifications ponctuelles ont été réalisées en retraçant sur l'image certains changements connus ayant eu lieu entre les dates précitées.
<b>Dynamic Time Warping DTW</b>	FRANÇOIS PETITJEAN	Dynamic Time Warping : Apports théoriques pour l'analyse de données temporelles Application à la classification de séries temporelles d'images satellites.	<b>2012</b>	L'objectif thématique de cette thèse est de fournir à partir d'une série temporelle d'images satellites (STIS) une classification supervisée et non supervisée de la zone observée par cette série d'images pour une cartographie dynamique du changement.
<b>Extraction Semi-automatique des objets</b>	ANTOINE CHEULA	Extraction des éléments bâtis sur une image spot-5 panchromatique : le cas de 4 communes de la Martinique	<b>2010</b>	La méthodologie utilisée repose sur l'amélioration du contraste permettant l'extraction semi-automatique des éléments bâtis de l'image par l'application de : filtre de contraste, ouverture morphologique, déconnexion des éléments bâtis, seuillage et vectorisation.
<b>Segmentation bitemporelle</b>	ANTOINE LEFEBVRE Et al	Détection de changements dans des images à très haute résolution spatiale par analyse de texture : application en milieu urbain à Besançon (France)	<b>2009</b>	L'utilisation de photos aériennes (1978) et l'image pan Quickbird (2003). Pour détecter le changement durant cette période, l'approche a été décomposée en 4 phases : 1) segmentation 2) Réorientation des objets 3) Analyse de texture 4) Mesures.

<b>Approche orientée objet et masques de changements</b>	ALEXANDRE FOURNIER	Détection et classification de changements sur des scènes urbaines en télédétection.	<b>2008</b>	<p>Les méthodes de classifications utilisées, sont basées sur plusieurs outils comme les réseaux de neurones, les séparateurs à vaste marge (SVM), les algorithmes de k-moyennes et de k-médianes, ou les mélanges de gaussiennes, elles sont appliquées en deux phases :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Approximation polygonale fondée sur une mesure originale de l'erreur.</li> <li>2) Application d'une méthode de classification, fondée sur les k-moyennes.</li> </ol>
<b>Extraction automatique par intégration des anciens documents</b>	FRANCOIS-XAVIER et al	Utilisation de cartes anciennes, du cadastre et de photographies aériennes pour la détection des changements.	<b>2007</b>	<p>Cette méthode est basée sur le traitement de photographies aériennes. Par le traitement de la texture de l'image et non pas sur la radiométrie en 6 étapes : rééchantillonnage, filtrage, seuillage, filtrage par morphologie mathématique, vectorisation et corrections manuelles.</p>
<b>Extraction orientée-objet</b>	BOULAASSAL .H et al	Analyse orientée-objet pour la détection de bâtiments à partir d'une image satellitaire à très haute résolution spatiale	<b>2004</b>	<p>Les résultats obtenus par application de l'approche d'extraction orientée objet soulignent l'influence des critères de taille, de densité et de couverture des bâtiments dans la qualité de leur détection.</p>

### VIII.3. Données utilisées et logiciels de traitements

Les données sont définies en fonction des objectifs techniques fixés pour chaque phase du projet. Leur nombre et leur diversité rendent la collecte difficile, voire parfois impossible. Concernant les images spatiales, elles sont mises à notre disposition par l'Agence Spatiale Algérienne ASAL et le Centre des Techniques Spatiales CTS. Pour les données relatives à l'aménagement, elles ont été récupérées auprès des services d'urbanisme de la Wilaya de Mostaganem, le tableau VIII.3 regroupe toutes les données utilisées et leurs propriétés.

**Tableau VIII.3. Typologie des données utilisées et leurs propriétés**

Données	Types	Propriétés			Source
		Nombre	Format	Date	
Aménagement	Plans d'aménagement PDAU	01 dossier cartographique	MapInfo	2006	Services d'urbanisme de Mostaganem
	Rapport PDAU	01	word	2006	
	Plans d'aménagement PDAU	01 dossier cartographique	CAD	2015	
	Rapport DPAT	01	word	2015	
Imagerie spatiale	Photographies aériennes	73	*.tif	2006	Cartothèque université Oran2
	Image Quickbird	01	*.tif	2015	CTS
	Image ALSAT2	04	*.tif	2013, 2017	ASAL
	Landsat TM	04	*.tif	1995, 2000, 2005, 2015	CTS
Cadastré	Plans de sections rurales	02	*.tif	2002	Direction du Cadastre de Mostaganem
	Base de données GIC	01	*.mdb	-	Direction du Cadastre de Mostaganem

Quatre logiciels de traitements ont été utilisés :

1. **PhotoMod et ERDAS** : pour les traitements de correction géométrique des images satellitaires.
2. **Ecognition** : pour la classification orientée objet des images satellitaires.
3. **ArcGIS** : analyse spatiale, combinaison des données et cartographie thématique.

#### **VIII.4. Prétraitements des données**

La lecture du tableau VIII.3 permet de constater l'hétérogénéité des données collectées, ce qui implique le recours à la normalisation des données d'une façon indépendante (isolée) ou relative. En plus, le passage à l'extraction de l'information à partir des images satellites, nécessite d'étudier les propriétés spectrales de chacune pour mieux cerner le problème de confusions thématiques par la suite. Nous résumons les prétraitements appliqués en cinq classes :

1. Conversion, correction et ajustement des plans du PDAU,
2. Correction des données cadastrales,
3. Corrections des images aériennes,
4. Correction des images ALSAT2.
5. Etude des propriétés spectrales des images satellites.

##### **VIII.4.1. Correction des données d'urbanisme**

Les données récupérées auprès des services de l'urbanisme de la wilaya de Mostaganem sont représentées sous des formats de dessin assisté par ordinateur CAD, alors qu'il était préférable de les convertir vers le logiciel de traitement SIG ArcGIS pour la raison d'unification des représentation en un seul référentiel spatial d'une part et pour effectuer les opération d'analyse spatiale permettant la compréhension de la consommation du foncier d'autre part.

Plusieurs solutions de conversion existent dans la littérature, chacune possède des avantages et des inconvénients, mais quel que soit la solution retenue, des corrections et des nettoyages du contenu sont indispensables. Pour notre cas, nous avons importé les données \*.dwg puis les convertir en fichiers de formes et les corriger. Il est important de souligner ici, qu'en plus des problèmes de conversions, ils existent des erreurs liées aux représentations initiales elles même sous AutoCAD dues principalement à l'absence de normes de représentation graphique ou à des opérateurs non qualifiés.

Un ajustement spatial a été appliqué par la suite par rapport à l'image Quickbird que nous l'avons choisie comme jeu de données référence en matière de la précision de position. Il est à signaler que cette image a une précision équivalente au niveau de correction Ortho-ready, nous n'avons pas cherché à améliorer sa précision géométrique pour la simple raison qu'une superposition presque parfaite avec le PDAU élaboré en 2015 de Mostaganem a été constatée. Par contre, des décalages significatifs ont été relevés entre cette image et le PDAU élaboré en 2006.

La méthode de transformation polynomiale de type affine est utilisée pour faire les ajustements avec le respect d'une tolérance équivalente à l'échelle 1/10.000. La figure VIII.2 illustre un exemple de résultats des plans d'aménagement ajustés. D'autres corrections qui nous ont pris un temps considérable pour les faire, portent sur la réorganisation du contenu (tables attributaires) associées aux couches thématiques converties. Cela est dû principalement aux différents utilisateurs qui interviennent pour la même tâche dans le processus d'établissement des plans d'aménagement, chacun crée ses propres fichiers, utilise la symbologie qui lui convient et définit les objets sans consultation des autres. La résolution de ce problème, permet de comparer automatiquement les deux programmes d'équipements de 2006 et de 2015.

#### **VIII.4.2. Correction des données du cadastre**

Les plans de sections cadastrales récupérés auprès de la Direction du Cadastre de la Wilaya de Mostaganem ont été quant à eux, géoréférencés par rapport l'image support d'étude, en respectant les mêmes tolérances que le cas précédent des PDAU. Une fois les précisions sont vérifiées, une vectorisation des îlots de propriétés et des parcelles dépendantes a été effectuée avec l'introduction des numéros d'îlots nationaux qui sont utilisés par la suite pour joindre les attributs de la base littérale cadastrale GIC (Gestion de l'Information Cadastre). La figure VIII.3 présente un exemple sur des plans de sections cadastrales numérisées.

#### **VIII.4.3. Correction des images aériennes et des images ALSAT2**

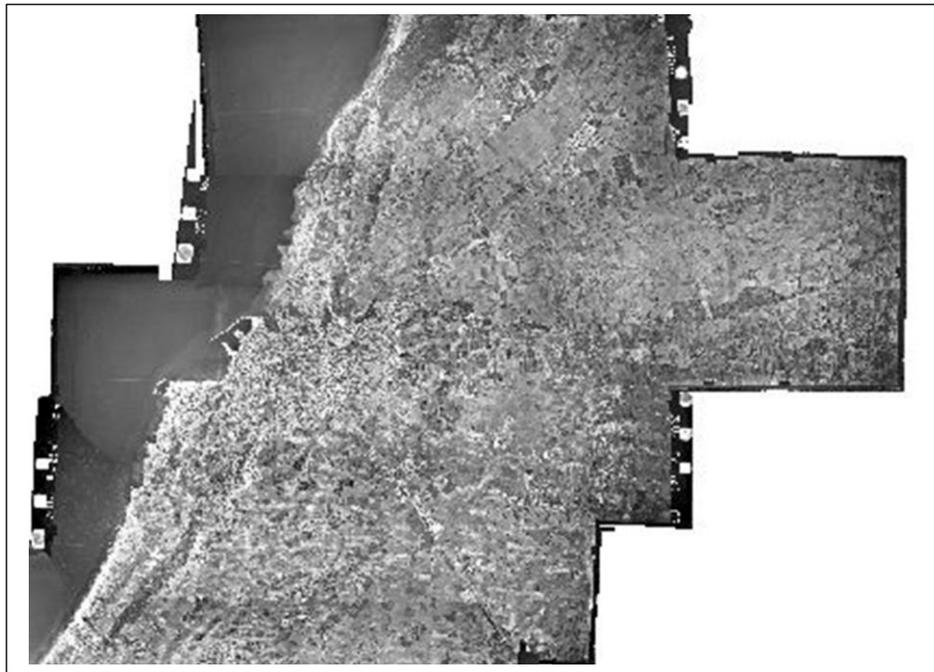
Un bloc d'images aériennes a été récupéré auprès de la cartothèque de l'Université Oran2 (faculté des sciences de la terre et de l'univers) composé de 73 photographies aériennes couvrant la région de Mostaganem. Partagé en deux blocs et après un traitement de calcul des orientations interne et externe sous logiciel photoMod, les images sont exportées au logiciel ERDAS pour le calcul d'aérotriangulation et d'orthorectification.. La précision de l'aérotriangulation doit respecter la tolérance relative à l'échelle d'analyse qui a été fixée au

1/10.000. Sur un ensemble de 30 points, le nombre de points d'appuis pour le bloc composé de 04 bandes dont la zone d'étude est à l'intérieur, est de 16 points. Notons aussi que tous les calculs effectués ont été inférieurs à 1m.

**Tableau VIII.4. Précision de l'aérottriangulation du bloc corrigé**

Control Point RMSE:		Check Point RMSE:	
Ground X:	5.5097508 (11)	Ground X:	0.0000000 (0)
Ground Y:	6.5234871 (11)	Ground Y:	0.0000000 (0)
Ground Z:	2.5179648 (11)	Ground Z:	0.0000000 (0)
Image X:	2.4311063 (17)	Image X:	0.0000000 (0)
Image Y:	2.1315370 (17)	Image Y:	0.0000000 (0)

Une mosaïque des orthoimages a été calculée à partir de laquelle une extraction de la zone d'étude est faite.



**Figure VIII.1. Mosaïque de quatre bandes d'images aériennes couvrant le périmètre d'étude**

Le même processus des traitements a été appliqué sur les images ALSAT2 de 2013 et 2017, en utilisant 11 points d'appuis et en respectant toujours la précision d'un mètre, tous les calculs effectués sont inférieurs à cette tolérance.

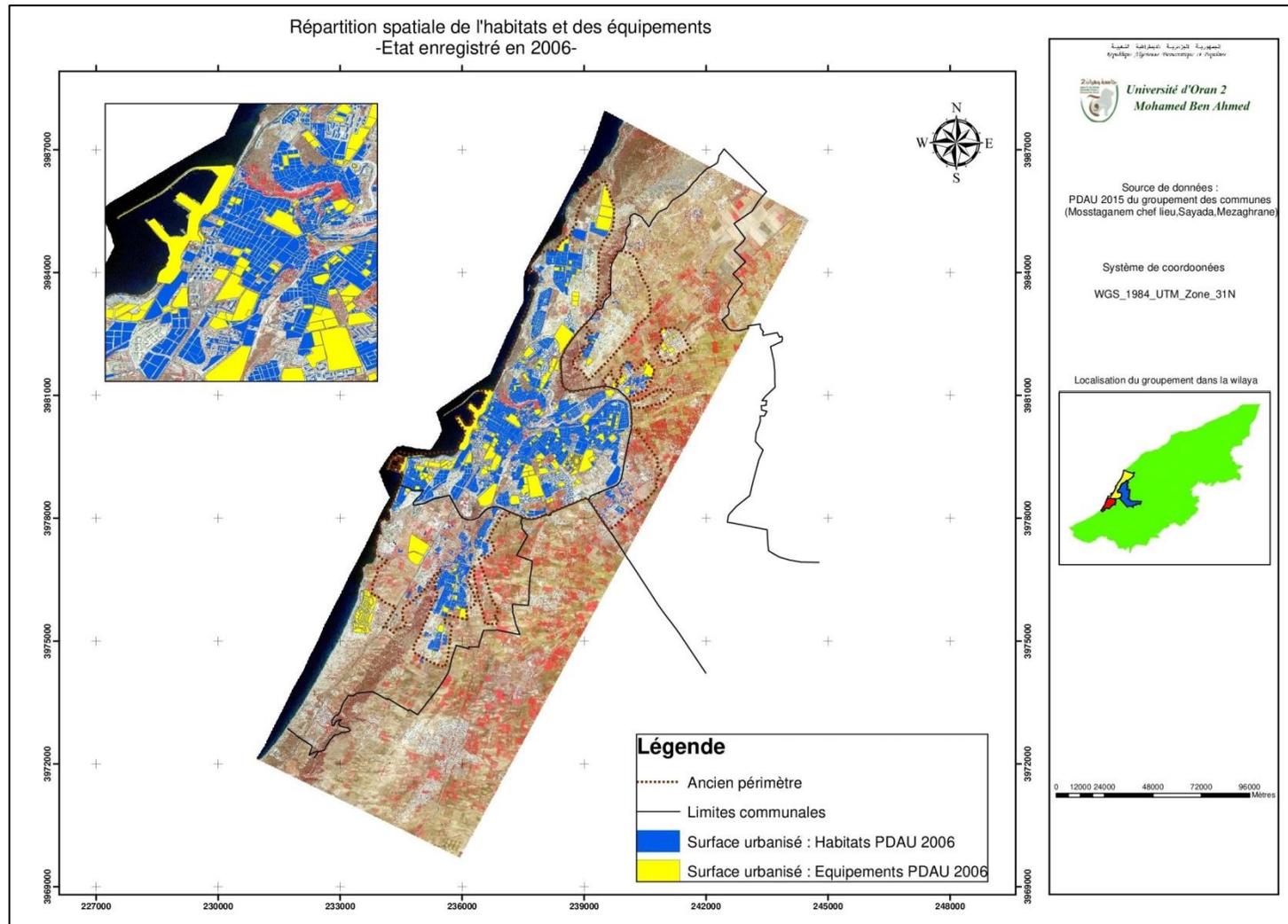


Figure VIII.2. Exemple d'ajustement des plans d'aménagement élaborés en 2006 par rapport à l'image Quickbird

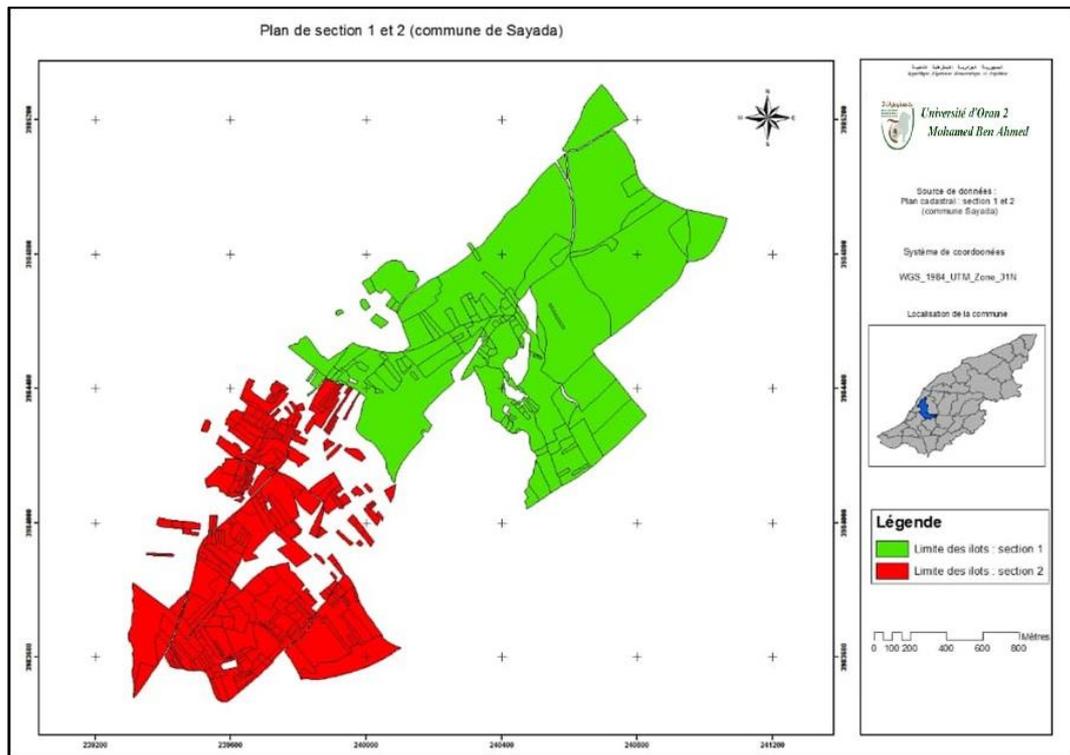


Figure VIII.3. Plans de sections cadastrales numérisés et ajustés

#### VIII.4.4. Etude des propriétés spectrales des images satellitaires

Il s'agit d'une étude préalable à l'extraction de l'information par classification, elle est nécessaire pour analyser les comportements spectraux des différents objets dans les différents canaux composant les images. Dans cette section, nous présentons quelques illustrations sur les confusions thématiques susceptibles d'apparaître après classification.

- **Présence d'ombre**

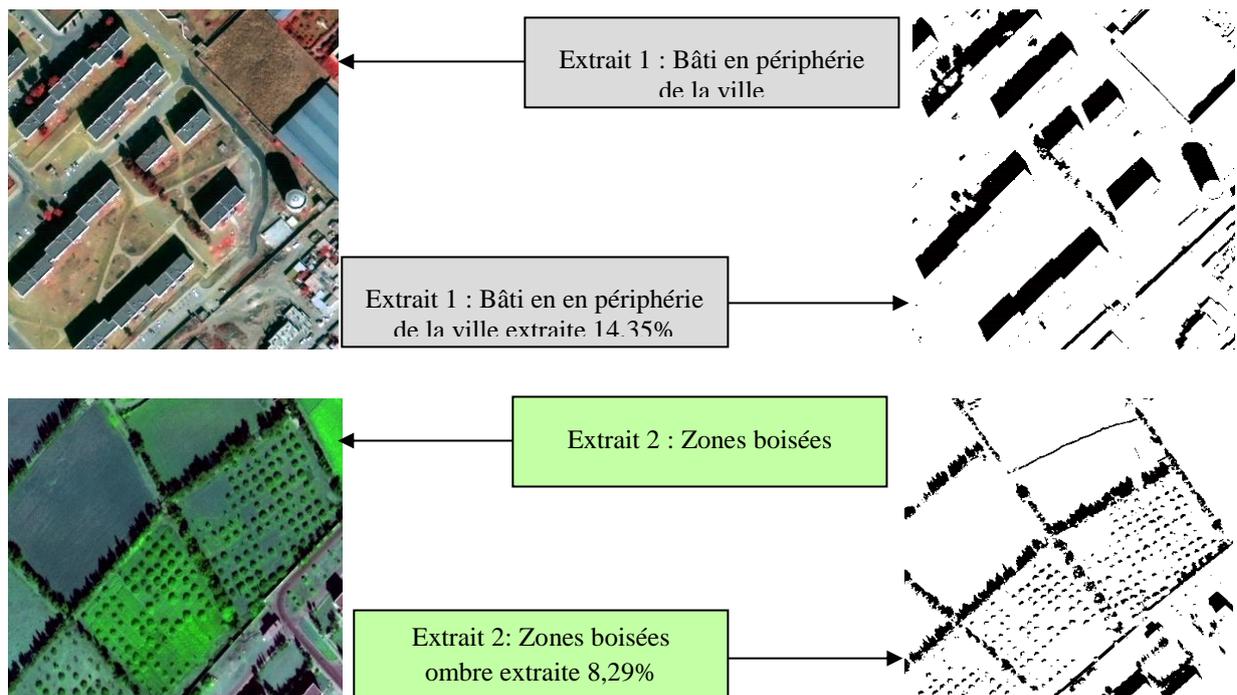


Figure VIII.4. Estimation de la surface occupée par l'ombre sur deux extraits de l'image

- **Différentes signatures spectrales pour un même objet**

On observe que l'allure des signatures spectrales est globalement similaire mais qu'il existe des écarts importants entre les valeurs.

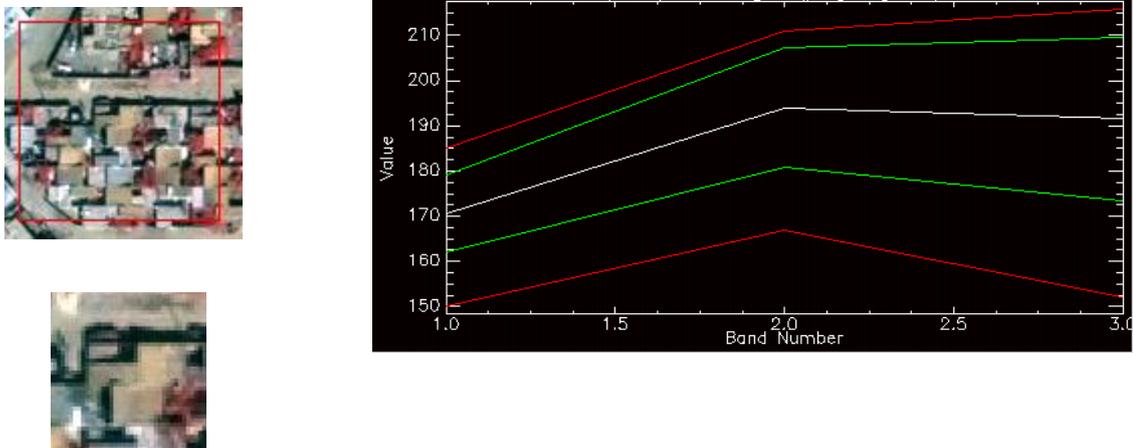


Figure VIII.5. Confusions spectrales à l'intérieur du même objet

- **Différentes signatures spectrales pour un même type d'objet**

Les confusions spectrales sont également présentes à l'intérieur d'une même classe d'objet. Elles sont dues essentiellement à l'emploi de matériaux différents dans la construction des objets pour le bâti et à la nature des espèces végétales.

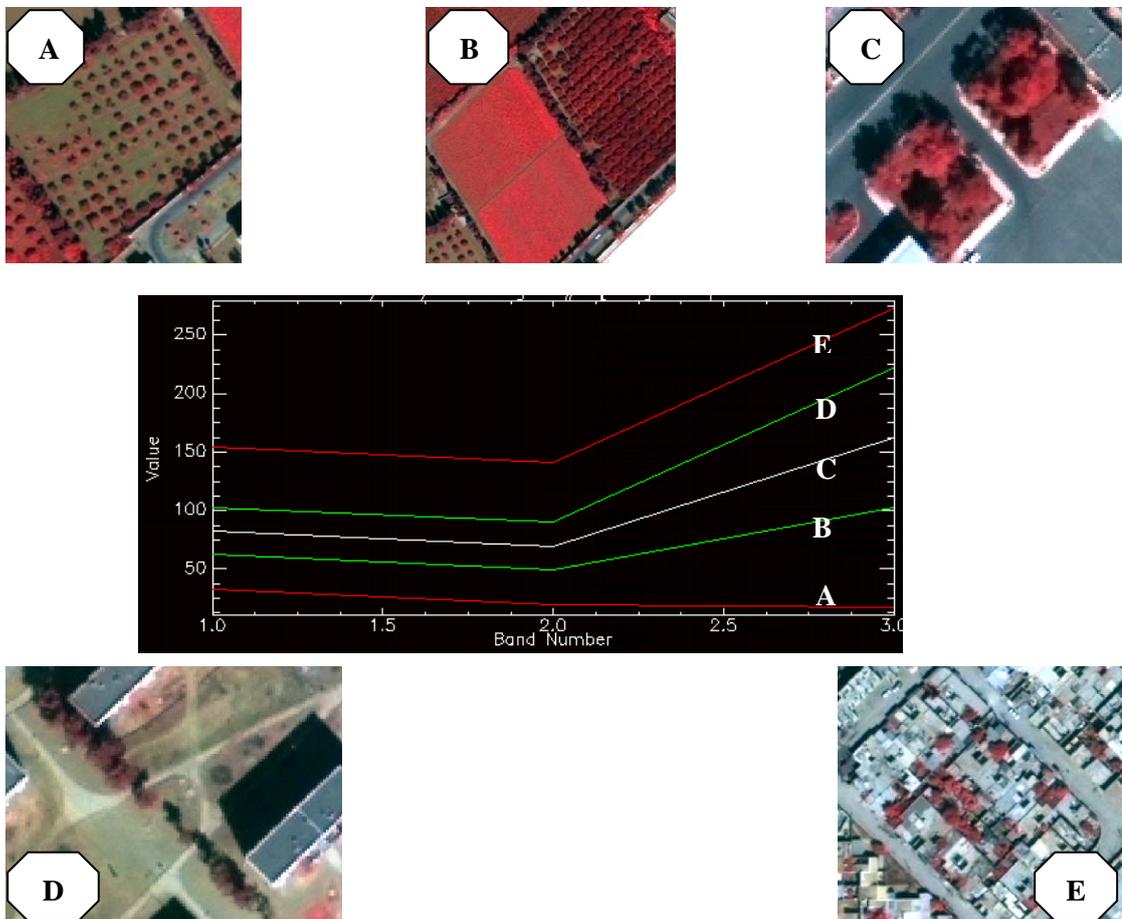
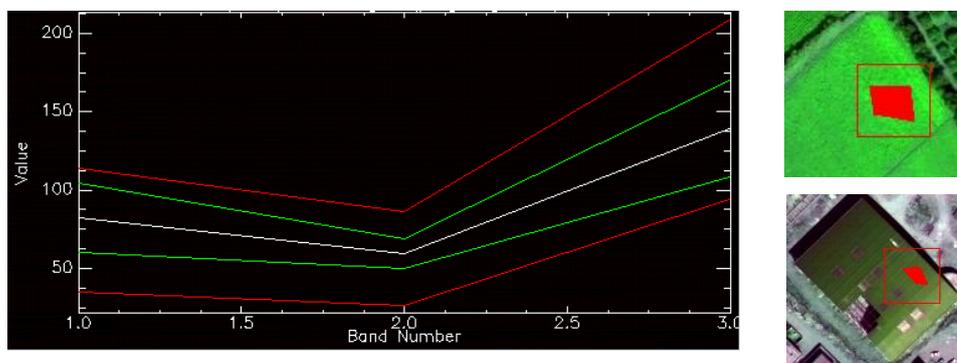


Figure VIII.6. Différentes signatures spectrales pour un même type d'objet

- **Similitudes des signatures spectrales pour différents types d'objets**

La détection spectrale des objets en milieu urbain est encore compliquée par un dernier type de confusions. Il s'agit des similitudes pouvant exister entre les signatures spectrales de pixels appartenant à des types d'objets différents. La figure VIII.7 montre un exemple de similitudes dans les signatures spectrales.



**Figure VIII.7. Confusion des signatures pour des objets différents (végétation et une toiture d'un bâtiment)**

*En conclusion de cette section, il paraît que la mise en évidence des confusions des signatures spectrales a montré l'influence du milieu urbain sur la qualité du signal pour la discrimination des objets urbains, ceci montre **la limite de la seule dimension spectrale** qui ne paraît pas suffisante pour répondre aux attentes sur l'extraction des objets.*

*A cet effet, nous avons opté par calculs des attributs des objets selon une approche multi-échelles/multi-résolutions en adoptant une hiérarchie définie dans le cadre des nomenclatures standards comme le cas de Spot-Théma.*

### **VIII.5. Détection des changements par imagerie spatiale**

Plusieurs méthodes qui intègrent des données spatiales pour détecter les changements sur le foncier existent dans la littérature, pour notre cas, nous avons choisi de tester une panoplie de méthodes en travaillant sur deux échelles d'analyse :

- Une évolution globale de la tâche urbaine dont l'imagerie à moyenne résolution de type Landsat constitue le support d'analyse,
- Et une seconde analyse plus fine qui correspond à des portions de l'espace d'étude en se basant sur l'imagerie à haute et très haute résolution.

### VIII.5.1. Evolution de la tache urbaine du groupement

Ici, le besoin en information est le premier critère pour choisir la méthode à appliquer. Sur des images Landsat, nous avons testé deux groupes de méthodes : qualitatives et quantitatives.

#### VIII.5.1.1. Méthodes de détection 'qualitatives'

Nous avons opté pour la méthode des profils temporels, à partir des quatre images de 1995, 2000, 2005 et 2015, prises en mois de mars, le calcul des composantes principales est effectué. L'interprétation des canaux des quatre ACP a donné les résultats illustrés sur les figures de VIII.8 à VIII.10.

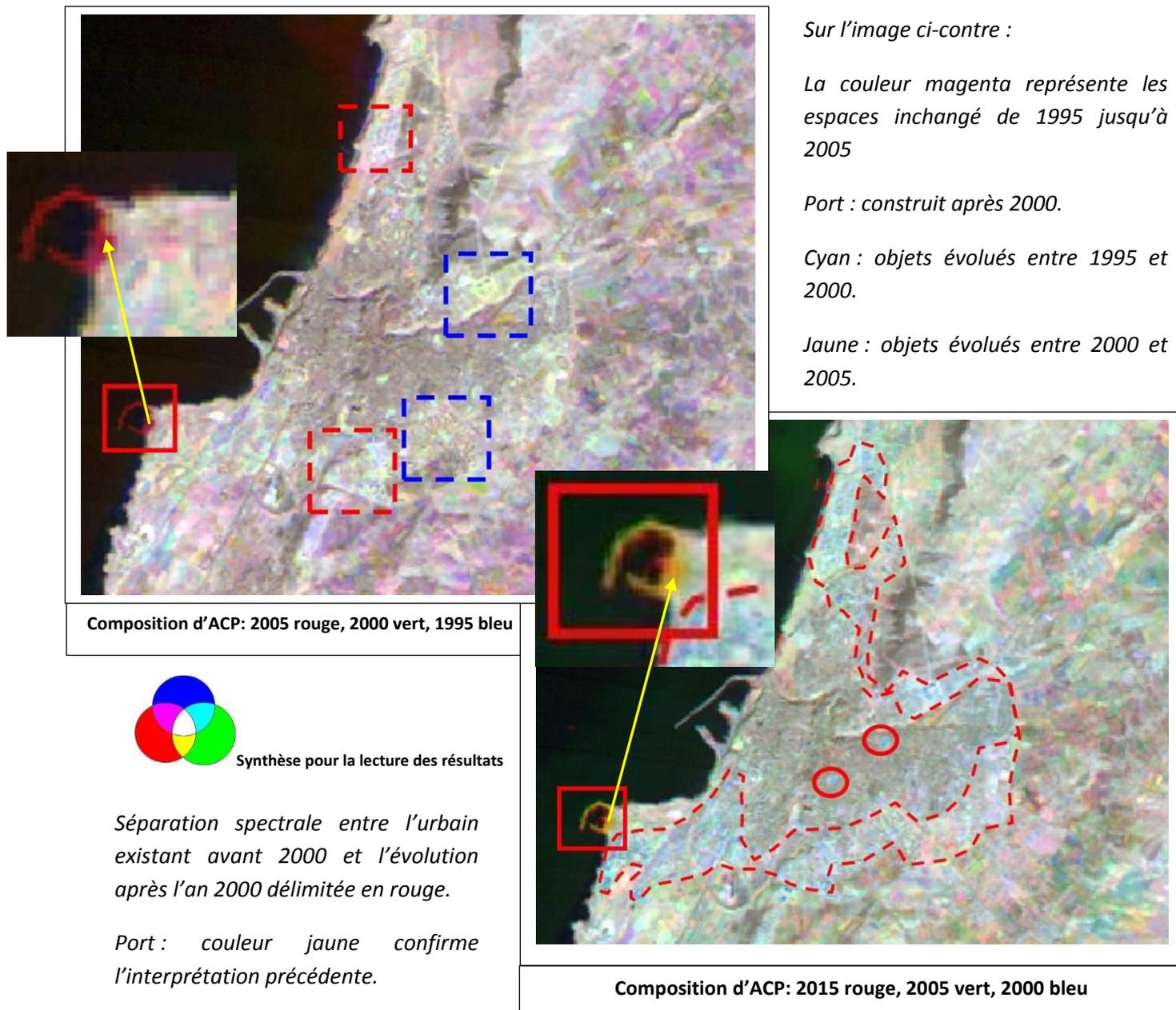
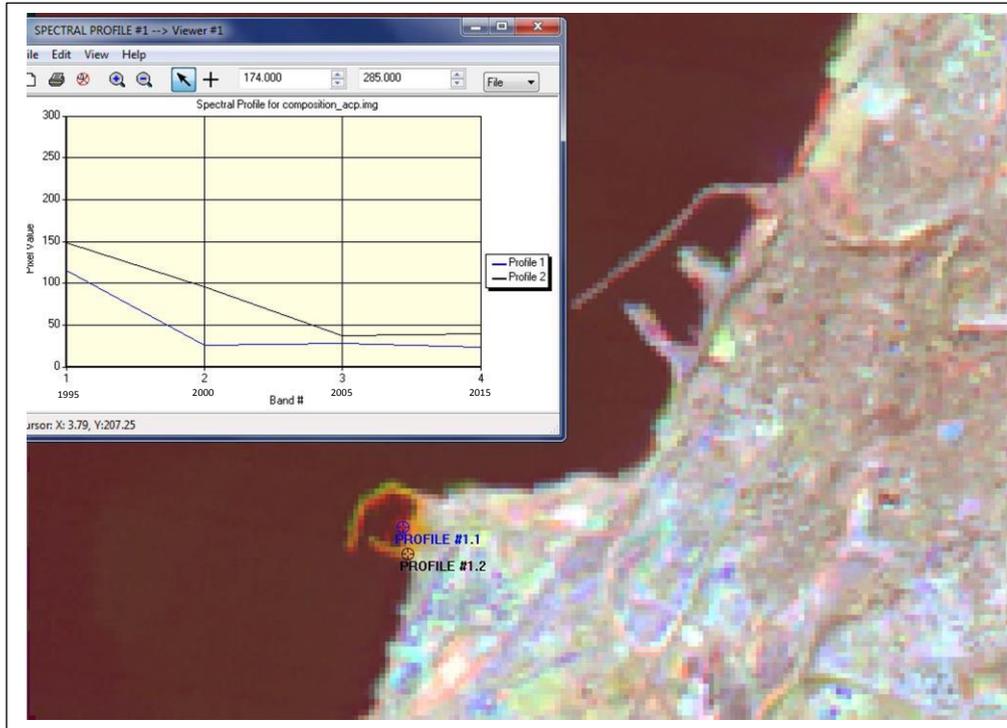
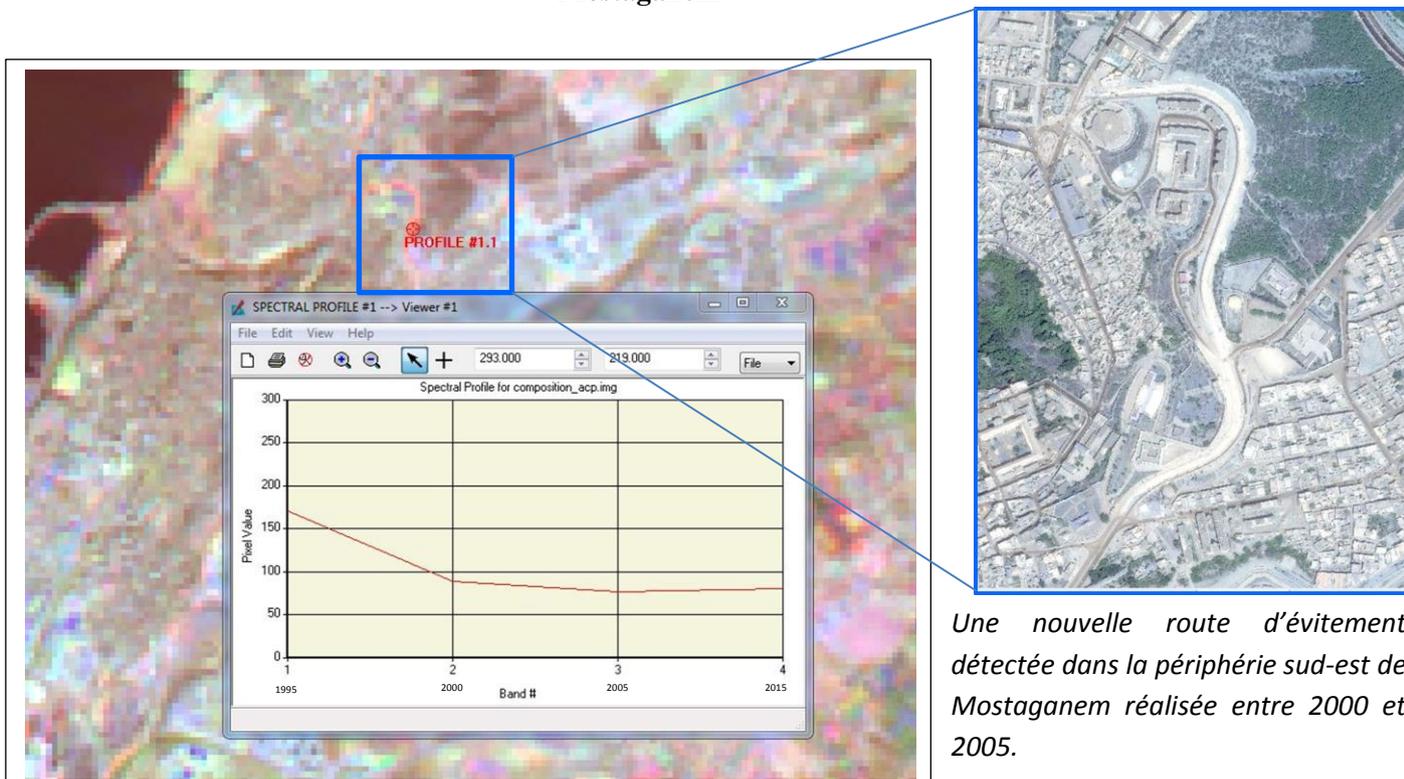


Figure VIII.8. Interprétation des résultats de la fusion des canaux des ACP multi-dates

Le passage au tracé des profils temporels dans les zones interprétées de changement confirme les résultats obtenus. Pour le port de pêche de salamandre, les profils tracés montrent qu'une partie construite entre 1995 et l'an 2000 (profil en bleu) alors qu'une extension a été faite entre 2000 et 2005 (profil en noir).



**Figure VIII.9. Profils temporel de la zone du port de salamandre à Mostaganem**



*Une nouvelle route d'évitement détectée dans la périphérie sud-est de Mostaganem réalisée entre 2000 et 2005.*

**Figure VIII.10. Profil temporel fait apparaître un nouveau tronçon de route périphérique à Mostaganem**

La méthode par fusion d'indices NDVI calculés à partir des images Landsat 2005 et 2015 nous a permis de distinguer les extensions linéaires régulières effectuées durant cette période (au voisinage des agglomérations principales de Mostaganem est et de Mezaghran ouest et secondaire de Sayada au sud) de celles anarchiques dispersées dans le parcellaire rural.

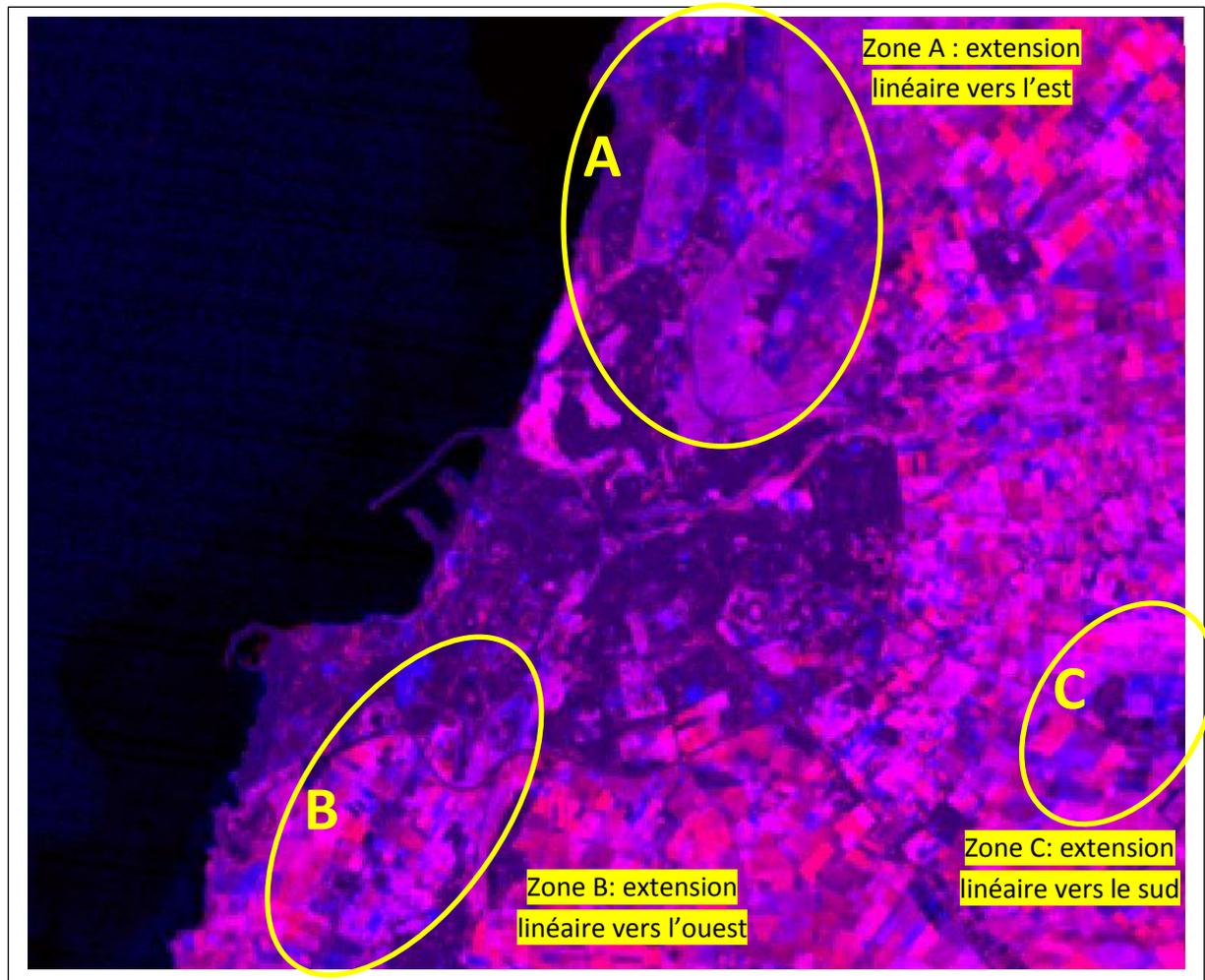


Figure VIII.11. Distinction de trois zones d'extensions par fusion d'indices NDVI (indicateur de changement : couleur bleu)

### VIII.5.1.2. Méthodes de détection 'quantitatives'

Contrairement à la première catégorie de méthodes basées sur les interprétations des couleurs des objets fusionnés, le passage à la quantification nécessite l'extraction de l'information sur ces derniers.

Pour notre cas, nous avons choisi la méthode de seuillage des NDVI calculés, nous soulignons ici la difficulté de définir les seuils de séparation des thèmes qui se fait manuellement car les techniques automatiques présentent trop de confusions. La figure VIII.12 illustre les résultats d'extraction de la tache urbaine pour les quatre dates et le changement entre 2005 et 2015.

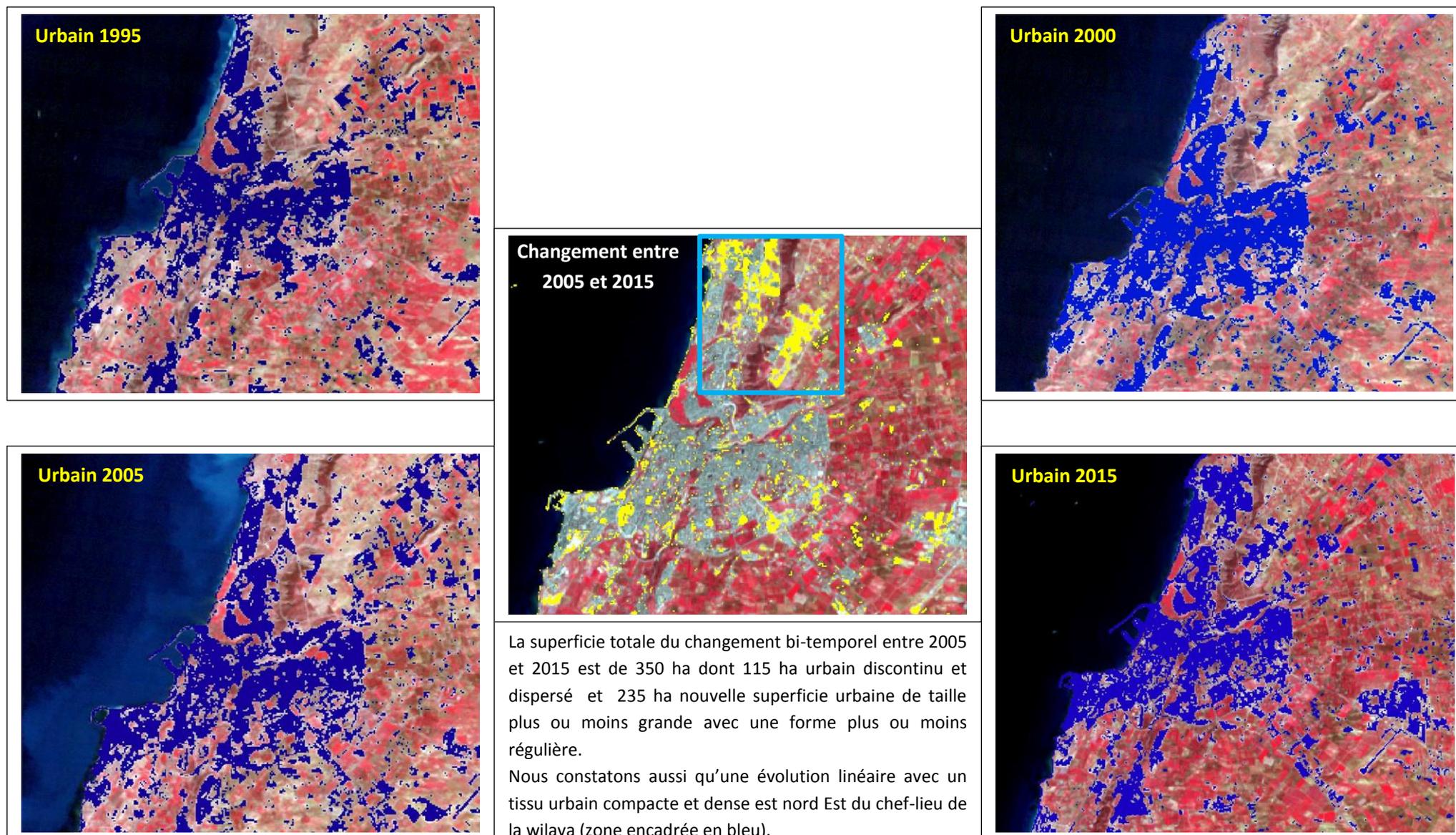


Figure VIII.12. Extraction des changements multi-dates de la tâche urbaine du groupement de Mostaganem

### VIII.5.2. Détection des changements par imagerie à très haute résolution

Il s'agit ici, de tester les potentiels d'identification des objets à partir des images haute et très haute résolution (ALSAT2 et Quickbird), la détection ou l'identification seules, ne sont pas des seuils d'intégration suffisants, il faut passer à l'extraction.

Les études effectuées sur cette problématique sont nombreuses, nous nous limitons ici à l'utilisation de deux références de nomenclatures d'objets : celle présentée par D. HOLLAND et al, 2006, dans leur étude intitulée : « Updating Maps in a well-mapped country using high resolution satellite imagery » pour l'imagerie Quickbird (voir chapitre 04). Et la seconde relative à la légende standard SPOT Théma (figure VIII.15).

#### VIII.5.2.1. Segmentation multi-résolution et ontologie des objets

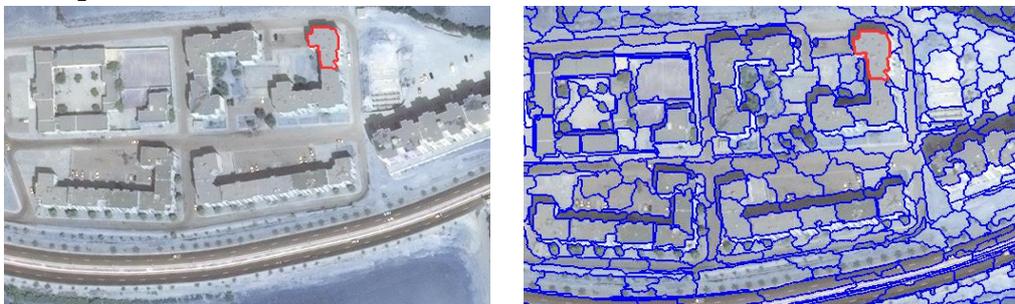
Les segmentations multi résolutions ont été appliquées sous logiciel Ecognition (voir les équations ci-dessous 01 à 05) afin d'appliquer les classifications orientées objets aux échelles requises, nous donnons quelques exemples sur les résultats des extractions obtenues.

**Paramètres de segmentation de l'objet 'Grands bâtiments' sur l'image Quickbird :**

**Shape = 0.6**

**Compactness = 0.5**

**Scale parameter = 30**



**Logement**

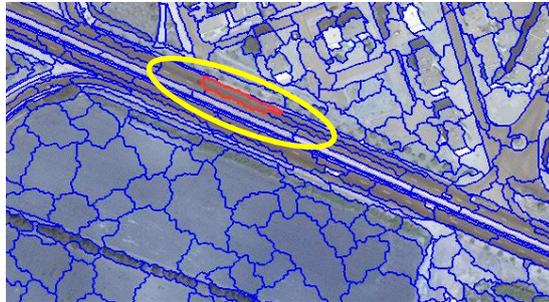
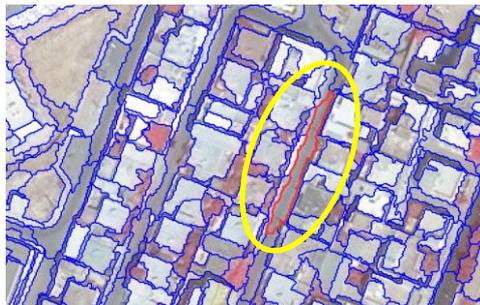
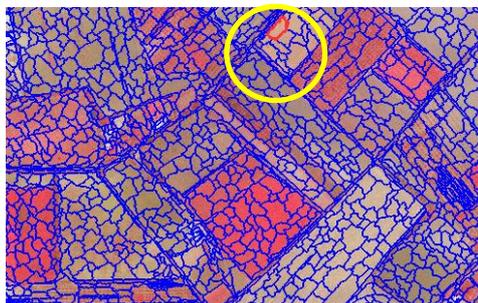
**Shape = 0.6**

**Compactness = 0.5**

**Scale parameter = 30**



**Figure VIII.13. Résultat de segmentation de l'image Quickbird –niveau de détail : logement et grands bâtiments-**

**Routes****Shape = 0.6****Compactness = 0.5****Scale parameter = 30****Voies et chemins****Shape = 0.6****Compactness = 0.5****Scale parameter = 30****Végétation****Shape = 0.6****Compactness = 0.5****Scale parameter = 30**

**Figure VIII.14. Résultat de segmentation de l'image Quickbird –type d'objet :  
route, chemins et végétation-**

Le manque de transparence des algorithmes utilisés sous eCognition rend nécessaire des tests et des études plus poussées pour trouver les paramètres optimaux de segmentation. Cet inconvénient rend le processus de segmentation par eCognition intuitif et moins transférable d'une étude à l'autre. [10]

Les objets de départ sont les pixels se trouvant sur l'image. Les pixels sont ensuite regroupés par plusieurs paramètres qui garantissent que l'hétérogénéité spectrale et spatiale du groupe est minimale. Lors de la fusion de deux objets en un groupe, l'hétérogénéité  $f$  du nouvel objet (appelé groupe dans les équations suivantes) est calculée comme suit :

$$f = w_{\text{couleur}} \cdot \Delta h_{\text{couleur}} + w_{\text{forme}} \cdot \Delta h_{\text{forme}} \quad (1)$$

Où  $w_{\text{couleur}}$  et  $w_{\text{forme}}$  sont le poids des propriétés spectrales et de la forme. Ils sont définis par l'utilisateur. Leur somme est égale à 1. Le poids de couleur est privilégié quand l'objet à extraire a une réponse spectrale distincte, comme pour les plans d'eau et les groupes d'arbres.

$\Delta h_{\text{couleur}}$  est calculé pour une bande  $C$  ayant le poids  $WC$ , comme dans l'équation suivante :

$$\Delta h_{\text{couleur}} = \sum w_c (n_{\text{groupe}} \cdot \sigma_{c, \text{groupe}} - (n_{\text{obj 1}} \cdot \sigma_{c, \text{obj 1}} + n_{\text{obj 2}} \cdot \sigma_{c, \text{obj 2}})) \quad (2)$$

Où  $n$  est le nombre de pixels contenus dans un groupe ou un objet et  $\sigma$  est l'écart-type de la valeur spectrale  $C$  du groupe et des objets. Le poids  $WC$  est défini par l'utilisateur. eCognition accepte des bandes matricielles et vectorielles.

$\Delta h_{\text{forme}}$  est calculé :

$$\Delta h_{\text{forme}} = w_{\text{compt}} \cdot \Delta h_{\text{compt}} + w_{\text{liss}} \cdot \Delta h_{\text{liss}} \quad (3)$$

Où les poids  $w_{\text{compt}}$  et  $w_{\text{liss}}$  sont définis par l'utilisateur. Le poids de compacité est privilégié quand l'objet à extraire a une forme compacte, par exemple un rectangle (Flanders et al. 2003).  $\Delta h_{\text{compt}}$  est l'hétérogénéité de compacité qui est calculée par la longueur  $l$  du contour de l'objet :

$$\Delta h_{\text{compt}} = n_{\text{groupe}} \cdot \frac{l_{\text{groupe}}}{\sqrt{n_{\text{groupe}}}} - (n_{\text{obj 1}} \cdot \frac{l_{\text{obj 1}}}{\sqrt{n_{\text{obj 1}}}} + n_{\text{obj 2}} \cdot \frac{l_{\text{obj 2}}}{\sqrt{n_{\text{obj 2}}}}) \quad (4)$$

$\Delta h_{\text{liss}}$  est l'hétérogénéité de lissage qui est calculée par le ratio de la longueur  $l$  du contour de l'objet sur la longueur  $b$  du rectangle entourant l'objet, comme suit :

$$\Delta h_{\text{liss}} = n_{\text{groupe}} \cdot \frac{l_{\text{groupe}}}{\sqrt{b_{\text{groupe}}}} - (n_{\text{obj 1}} \cdot \frac{l_{\text{obj 1}}}{\sqrt{b_{\text{obj 1}}}} + n_{\text{obj 2}} \cdot \frac{l_{\text{obj 2}}}{\sqrt{b_{\text{obj 2}}}}) \quad (5)$$

Pour le cas des images ALSAT2, les différentes classes thématiques relatives à la nomenclature Spot Théma sont présentées sur la figure VIII.14.

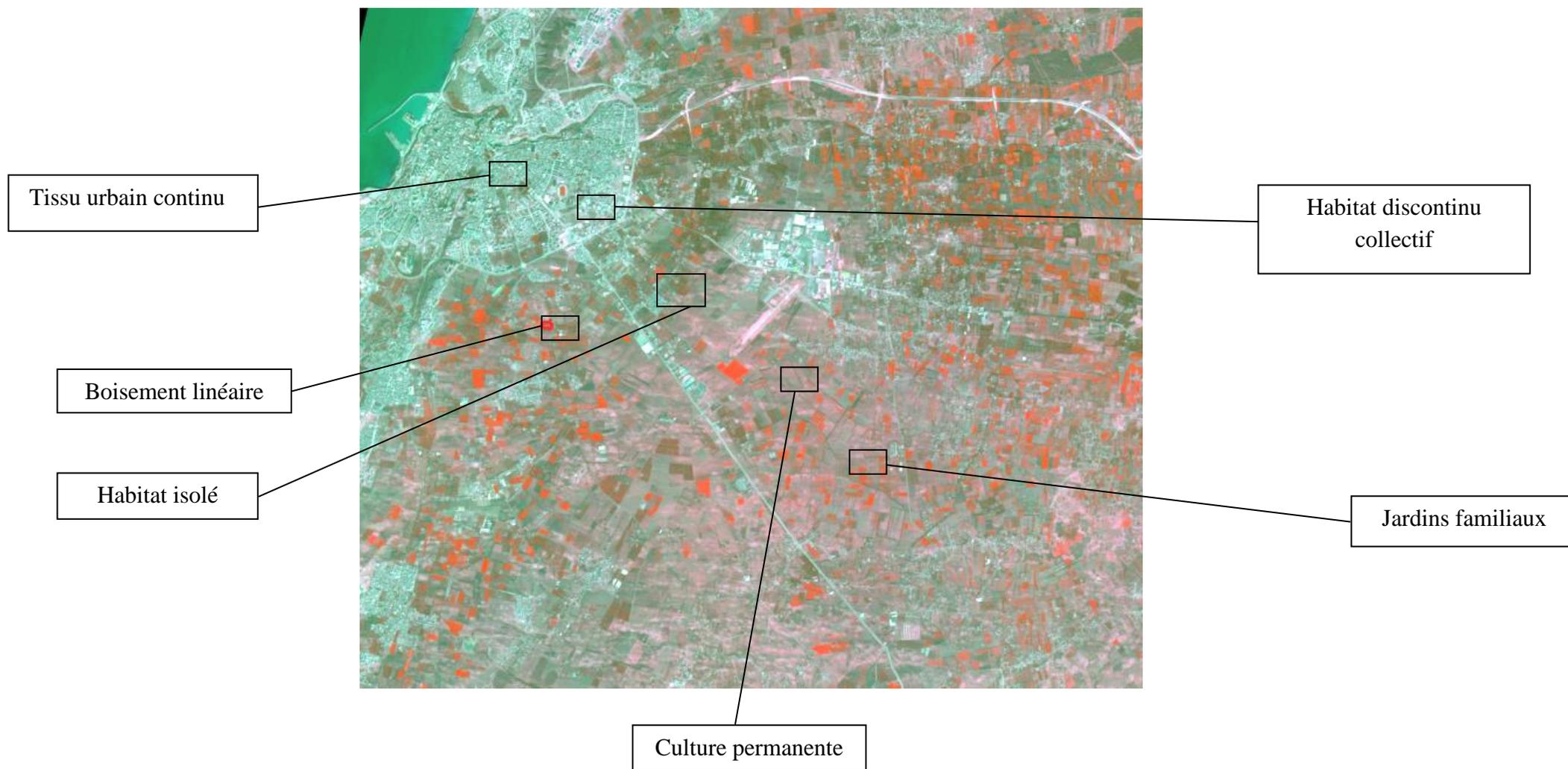


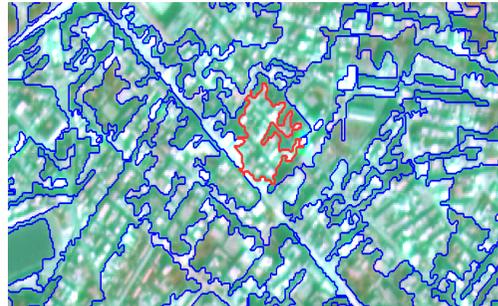
Figure VIII.14. Classes d'objets de la nomenclature Spot Théma à l'échelle du 1/25000

**Paramètres de segmentation de l'objet 'Tissu urbain continu' sur l'image ALSAT2 (même processus d'extraction présenté dans le chapitre 07 a été reconduit).**

**Shape = 0.3**

**Compactness = 0.5**

**Scale parameter = 70**

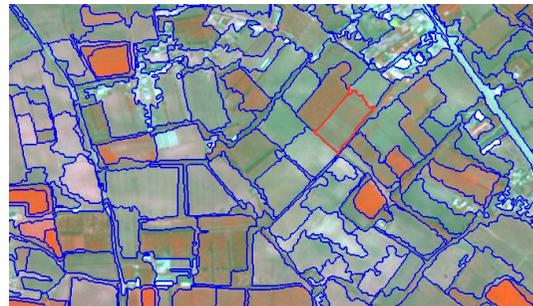


**Paramètres de segmentation de l'objet 'Culture permanente' sur l'image ALSAT2**

**Shape = 0.3**

**Compactness = 0.5**

**Scale parameter = 70**



**Figure VIII.15. Résultat de segmentation de l'image Alsat2 à deux niveaux de détails différents**

### VIII.5.2.2. Classification orientée objet: paramètres et résultats

La constitution d'une base de connaissance sur les objets par calculs de leurs attributs intrinsèques constitue le principe fondamental de cette classification. A chaque niveau correspond une typologie d'objets avec des attributs variables. Pour notre cas, on s'est limité à l'introduction des paramètres suivants :

- **Paramètres spatiaux :** liés à la taille des segments définissant la classe d'objet à extraire,
- **Paramètres spectraux:** relatifs à la variation spectrale de chaque objet dans tous les canaux qui composent les images, en plus, nous avons introduit les seuils appliqués sur les NDVI de chaque image pour cerner encore les valeurs spectrales,
- **Paramètres de formes:** la géométrie ou la forme introduite par le calcul des indices caractérisant les segments comme l'indice d'allongement (compacité) permet de distinguer les objets réguliers des non réguliers.
- **Paramètres de texture :** complètent l'information sur la forme, la texture sépare les objets rugueux des objets lisses, elle présente un grand avantage pour la discrimination des objets urbains.

La figure VIII.16 présente la classification hiérarchique appliquée sur l'image Quickbird et le tableau VIII.5 montre des exemples sur les attributs associés.

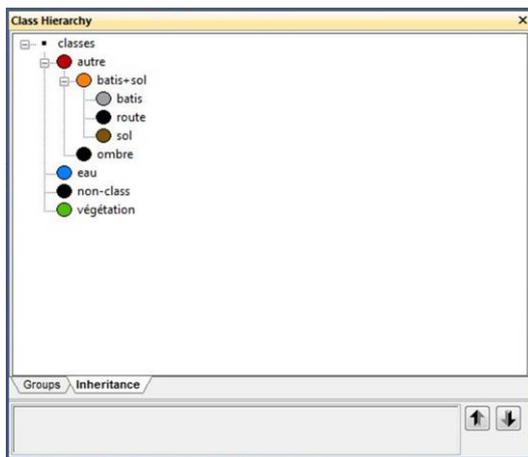
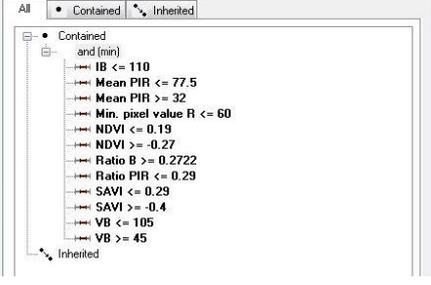
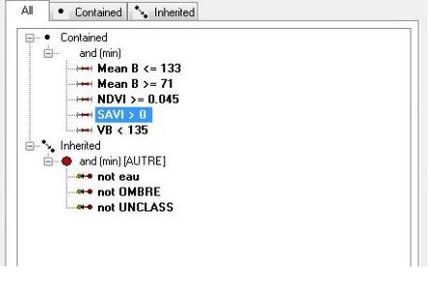
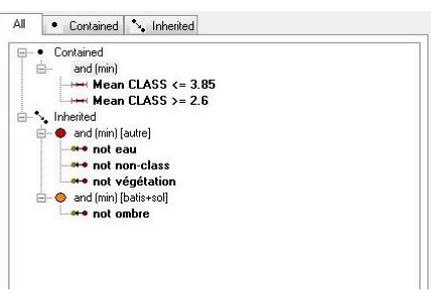
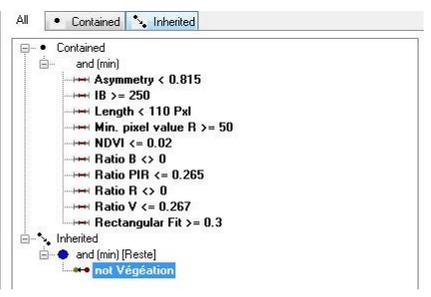
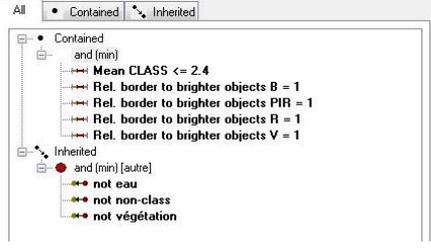
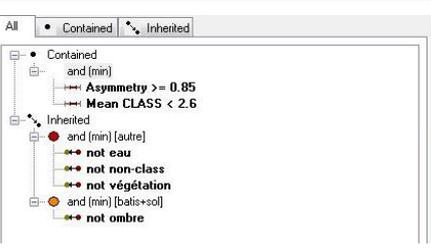


Figure VIII.16. Classes thématiques extraites par classification orientée objet

NDVI	Asymmetry	Rectanqula	Shape inde	Class name	Compactnes	Roundness
-0,005332	0,256182	0,684689	1,865981	BATIS	2,162057	1,374437
-0,012243	0,888691	0,882649	1,804041	BATIS	1,567137	0,64272
-0,010395	0,781126	0,835026	1,584236	BATIS	1,447549	0,981248
-0,00742	0,605925	0,622204	3,150008	BATIS	3,31139	2,111014
-0,00763	0,509983	0,674273	2,005955	BATIS	2,732376	1,766168
-0,015769	0,890444	0,826252	1,890571	BATIS	1,629481	0,783146
-0,015107	0,620968	0,322071	2,801411	BATIS	4,185315	2,355685
-0,014584	0,714753	0,939377	1,323082	BATIS	1,182813	0,353758
-0,019039	0,329214	0,807194	1,614163	BATIS	1,753921	0,908539
-0,01769	0,506984	0,905907	1,371311	BATIS	1,319485	0,360842
-0,017666	0,921158	0,866622	1,79232	BATIS	1,498497	0,595979
-0,022661	0,259551	0,92592	1,436276	BATIS	1,283524	0,534206
-0,02959	0,166157	0,95106	1,204109	BATIS	1,245561	0,282935
-0,018833	0,665815	0,924564	1,293708	BATIS	1,285703	0,373416
-0,013287	0,774508	0,777989	1,928792	BATIS	2,089468	1,369636
-0,01382	0,59284	0,852397	1,43698	BATIS	1,549216	0,872443
-0,005422	0,486284	0,780419	1,582006	BATIS	1,666646	0,994999
-0,015101	0,678301	0,723043	2,102401	BATIS	3,113518	1,602463
-0,014961	0,578151	0,824027	1,59209	BATIS	1,905657	1,102771
-0,016992	0,783202	0,833913	1,632099	BATIS	1,686621	1,049257
0,004593	0,120432	0,847311	1,742445	BATIS	1,739987	0,803462
0,026637	0,795653	0,36559	2,821769	BATIS	5,121994	2,858851
0,00359	0,564039	0,788416	1,562126	BATIS	1,896035	1,184077
0,024654	0,831213	0,733263	2,227392	BATIS	2,617866	1,349408
0,004532	0,798369	0,841067	1,749279	BATIS	1,575083	1,1462
-0,015427	0,68906	0,80551	1,638305	BATIS	1,705532	0,75261
-0,010542	0,617999	0,790357	1,592006	BATIS	1,669741	0,698419

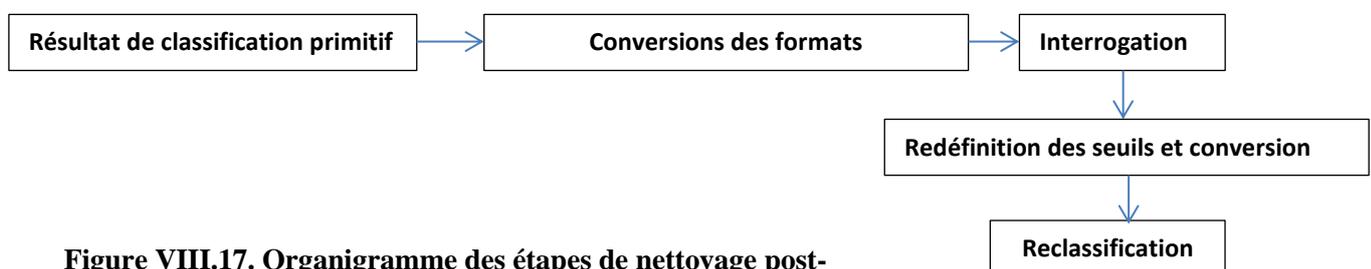
Tableau VIII.5. Exemples d'attributs intrinsèques des segments calculés

**Tableau VIII.6. Paramètres introduits pour l'application de la classification hiérarchique sous Ecognition**

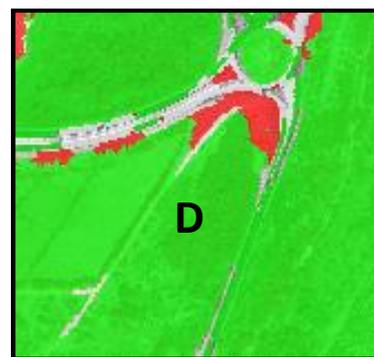
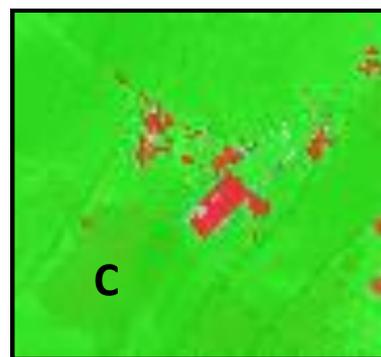
Objet à extraire: Eau	Objet à extraire: Végétation
	
Objet à extraire: Sol	Objet à extraire: Bâti
	
Objet à extraire: Ombre	Objet à extraire: Route
	

Plus la résolution spatiale est fine, plus les caractéristiques des objets deviennent plus nombreuses, plus le processus de classification devient plus complexe. L'utilisateur doit étudier minutieusement les propriétés des objets. Cependant, les valeurs ou les limites qui cernent les objets sont incertaines ou floues, cela influe directement sur la qualité de l'extraction initiale (figure VIII.18).

Des traitements de nettoyage sont indispensables, pour notre cas, nous avons procédé par la conversion des attributs en bases de connaissances et redéfinir les seuils des objets par des interrogations : *c'est une sorte de reclassification supervisée.*



**Figure VIII.17. Organigramme des étapes de nettoyage post-classification**



**A** : extraction du bâti continu –  
confusion non significative-

**B** : séparation bâti serres  
d'agriculture –confusion avec le  
sol au voisinage-

**C** : extraction du bâti isolé –  
confusion non significative-

**D** : Confusions bâti-sol

Figure VIII.18. Exemples de résultats primitifs d'application de la classification orientée objet sur l'image Quickbird –zone périphérique de la ville de Mostaganem

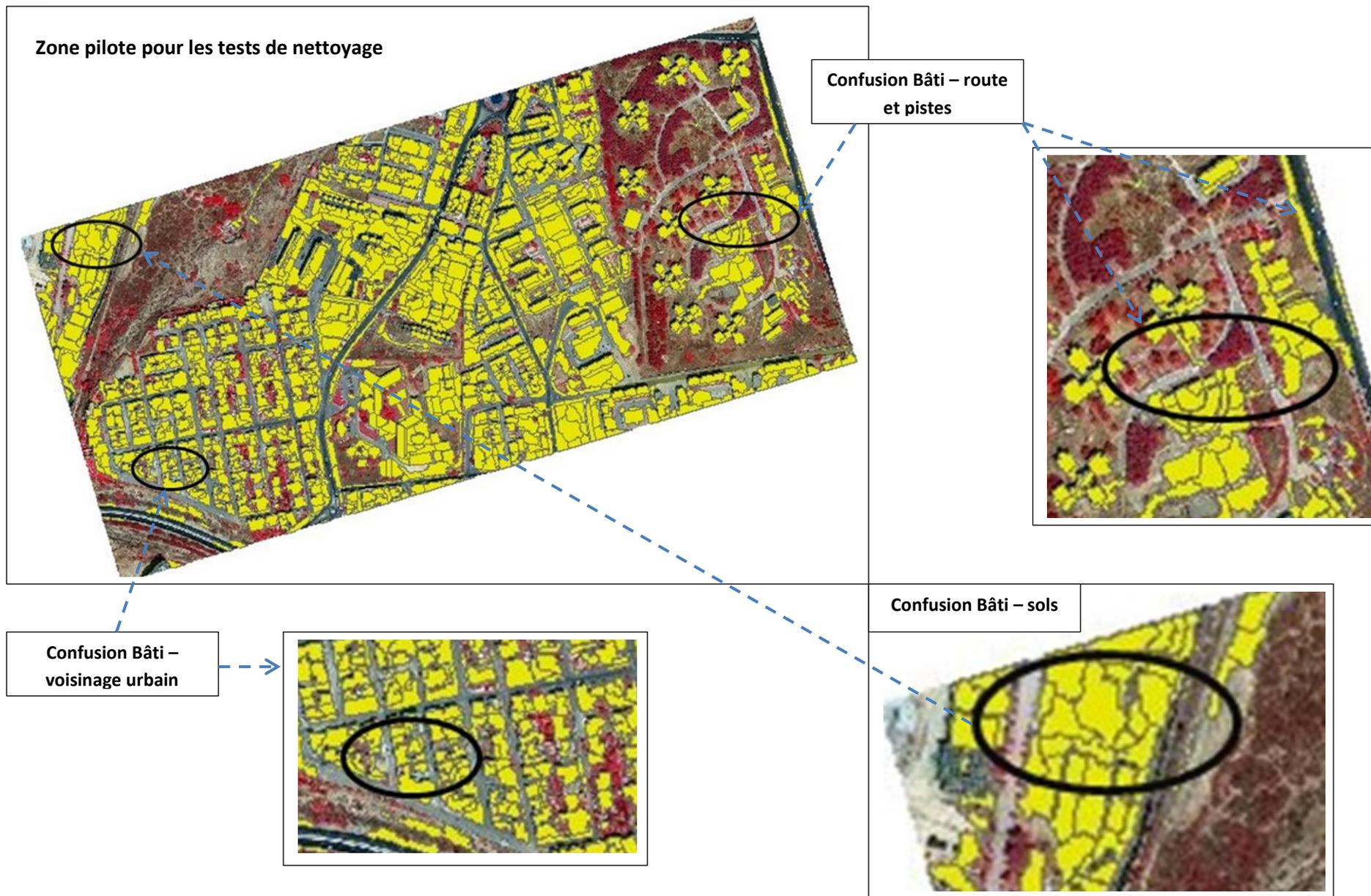
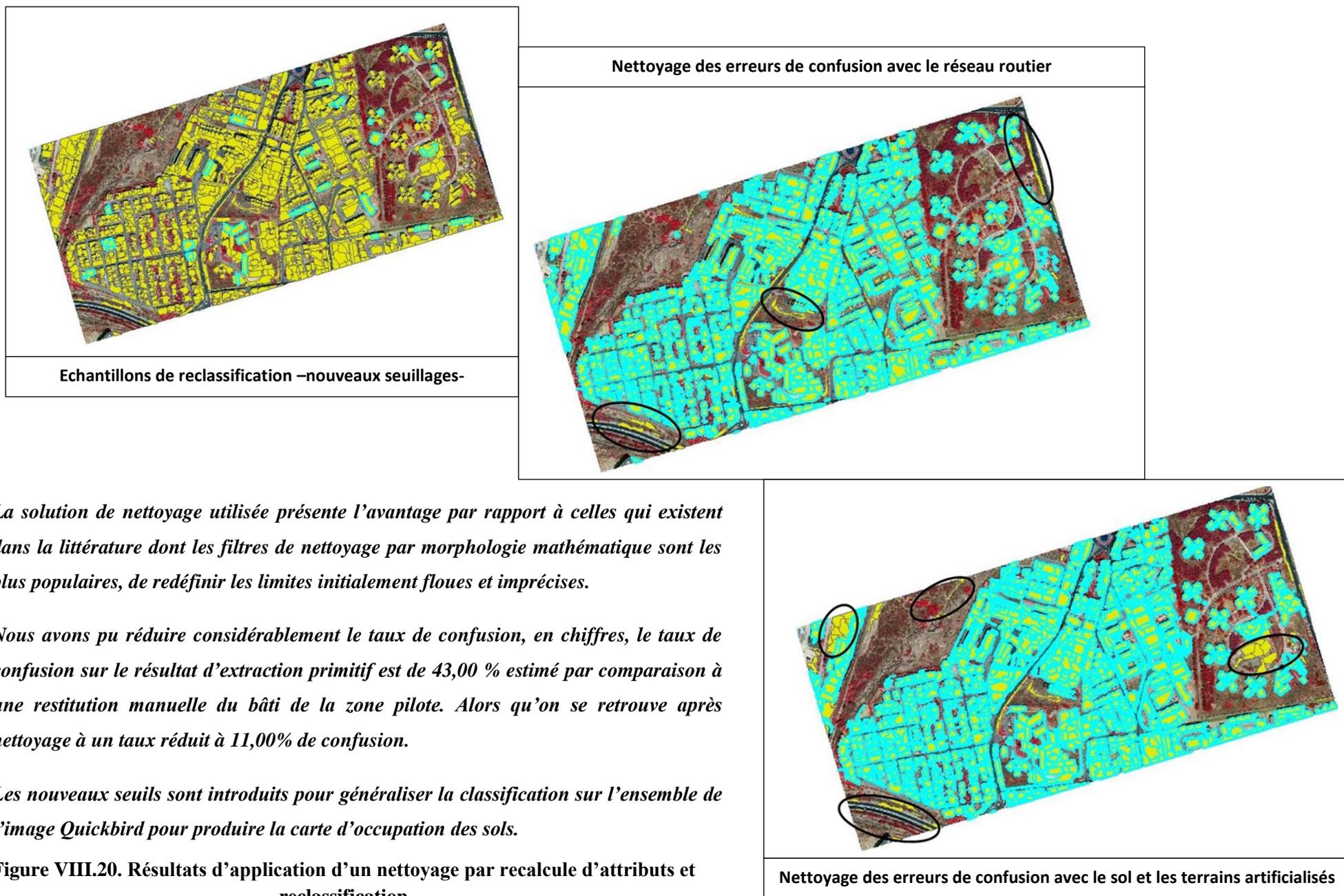
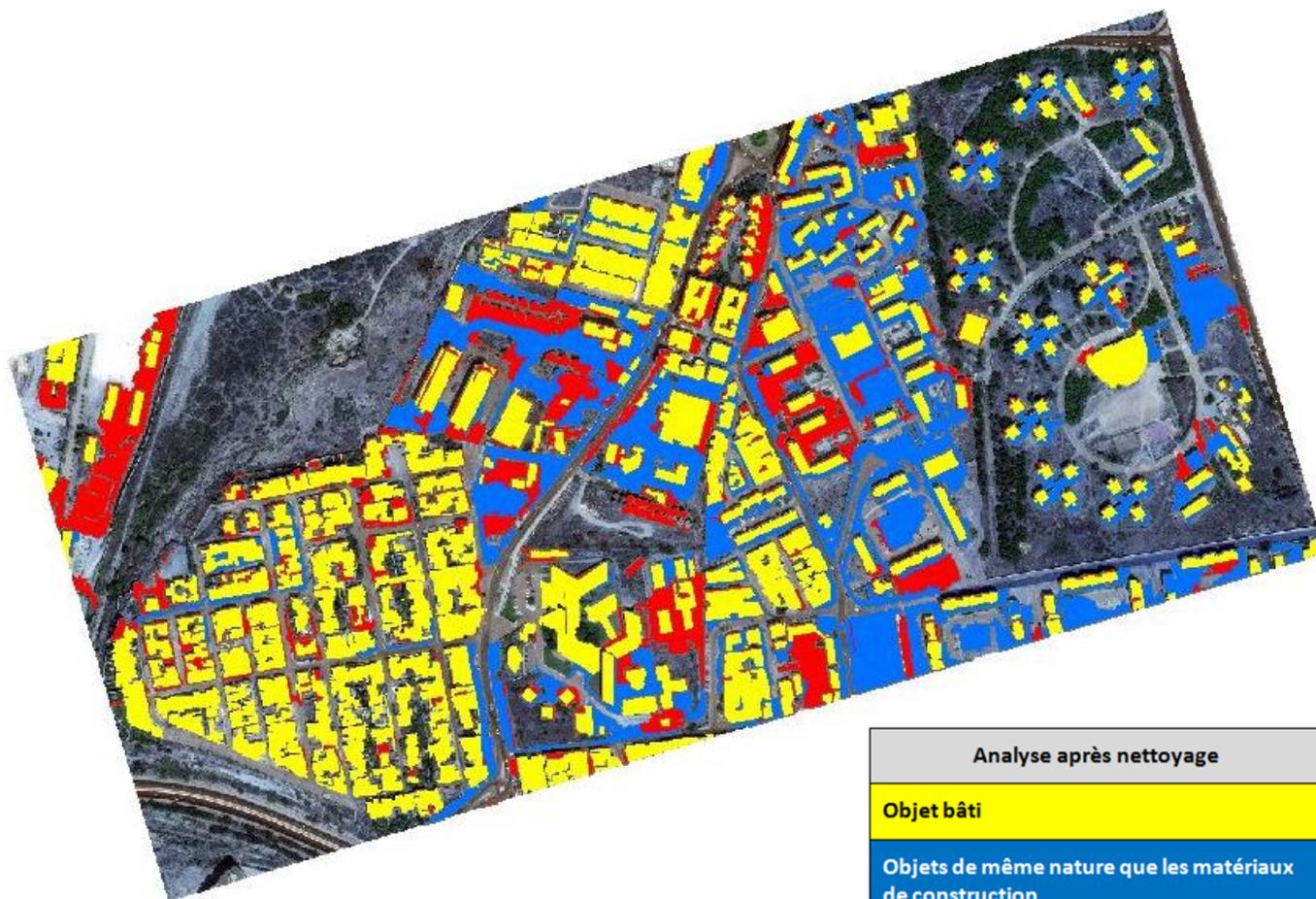


Figure VIII.19. Résultats primitifs d'application de la classification orientée objet sur une zone choisie pour les opérations de nettoyage des erreurs de confusions –zone dans la ville de Mostaganem





Analyse après nettoyage	Superficie (ha)	Pourcentage(%)
Objet bâti	15,713876	57
Objets de même nature que les matériaux de construction	8,883574	32
Confusion globale	4,798225	11
Total	27,719013	100

Tableau VIII.7. Typologie et superficies des erreurs de confusions

Figure VIII.21. Carte de l'extraction de l'objet bâti par classification orientée objet –résultat après nettoyage-

## VIII.6. Analyse de la consommation foncière

Une bonne partie de ce chapitre a été consacrée à la section précédente, car la détection des changements constitue le cœur des études portant sur la consommation spatiale du foncier.

Néanmoins l'objectif fixé pour notre étude n'est pas uniquement l'estimation de l'évolution spatiale de la tâche urbaine mais aussi la confrontation des résultats aux instruments d'urbanisme élaborés et leur positionnement vis-à-vis le respect de la réglementation en vigueur. Quatre points sont à vérifier :

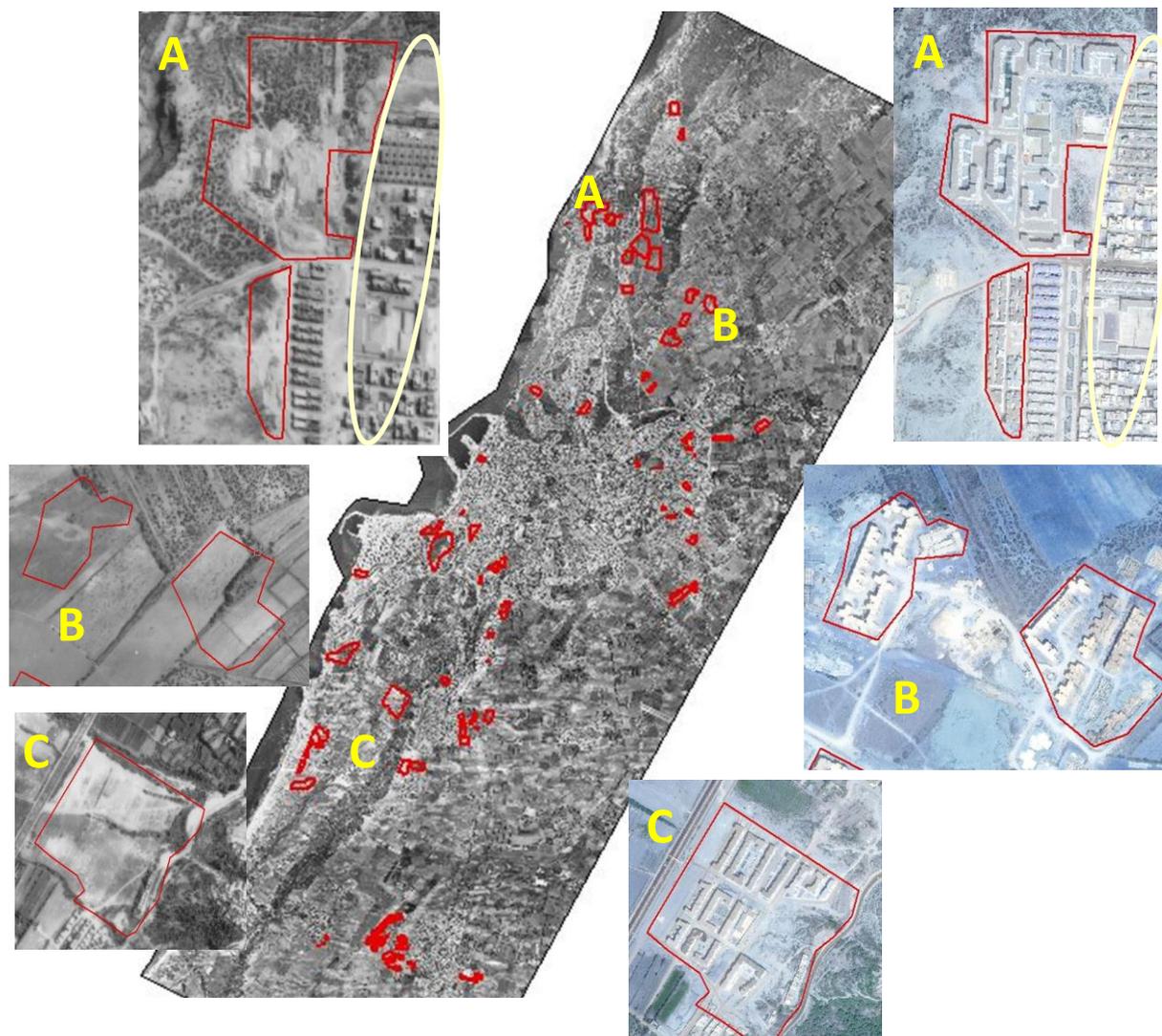
- La superficie du foncier consommé durant la période 2006-2015,
- Les besoins en foncier relatifs aux diagnostics effectués lors de l'élaboration des deux PDAU,
- L'interprétation de l'évolution urbaine par rapport à la vocation de la wilaya et le développement socioéconomique,
- L'interprétation des surfaces d'urbanisation future SUF par rapport à la réglementation en vigueur.

### VIII.6.1. Quantification du changement par analyse d'images bitemporelles

L'utilisation de la carte d'occupation des sols produite à partir de la classification de l'image Quickbird en date de 2015 et la mosaïque d'ortho-images aériennes prises en 2006 (figure VIII.22), les objets bâtis détectés prennent deux formes différentes :

- **Evolution aléatoire et dispersée sur l'ensemble du territoire** : des investigations avec les urbanistes du bureau d'études URBOR Mostaganem nous ont confirmé que les objets extraits correspondent à des extensions illicites (localités El Hchem illustrée dans la conclusion de ce chapitre et Hai el Wiam appelé Radar) et l'habitat rural réparti à l'intérieur des parcelles.
- **Evolution uniforme et régulière** : relative aux programmes d'équipements projetés dans le cadre des études d'urbanisme, elles suivent linéairement le tissu urbain existant à l'est (zone de Kharrouba à l'est de Mostaganem), sinon pour le reste soit il s'agit des poches à l'intérieur de la ville ou dans la banlieue.

En superficie, la différence totale dans la zone d'étude (périmètre couvert par l'imagerie Quickbird) dont l'évolution est réglementaire, est de **1561343 m<sup>2</sup> soit 156.13 ha**, une évolution minime par rapport à un Groupement qui réunit l'agglomération chef-lieu de d'une wilaya d'impact socioéconomique régional comme Mostaganem avec les deux communes voisines (Mezaghran et Sayada).



Différence totale dans la zone détude (périmètre couvert par l'imagerie Quickbird)  
La surface de changement des objets de grandes superficies : 1561343 m<sup>2</sup> = 156.1343 ha

Figure VIII.22. Carte d'occupation des sols obtenue par classification de l'image Quickbird

### VIII.6.2. La consommation foncière par rapport aux projections des PDAU

Dans cette section, nous avons consulté deux types de documents : les rapports de diagnostic effectués en 2006 et 2015, et la grille théorique d'équipements. Le tableau VIII.8 présente le nombre de la population et les projections futures à court, moyen et long terme.

**Tableau VIII.8. Statistiques de la population selon les trois termes de projection en urbanisme**

Commune	Population prévue à court terme 2009	Population prévue à moyen terme 2014	Population prévue à long terme 2024
Mostaganem	142 800	147 800	156 100
Mazaghan	21 200	24 500	32 100
Sayada	33 100	39 000	51 500
<b>Groupement</b>	<b>197 100</b>	<b>211 300</b>	<b>239 700</b>

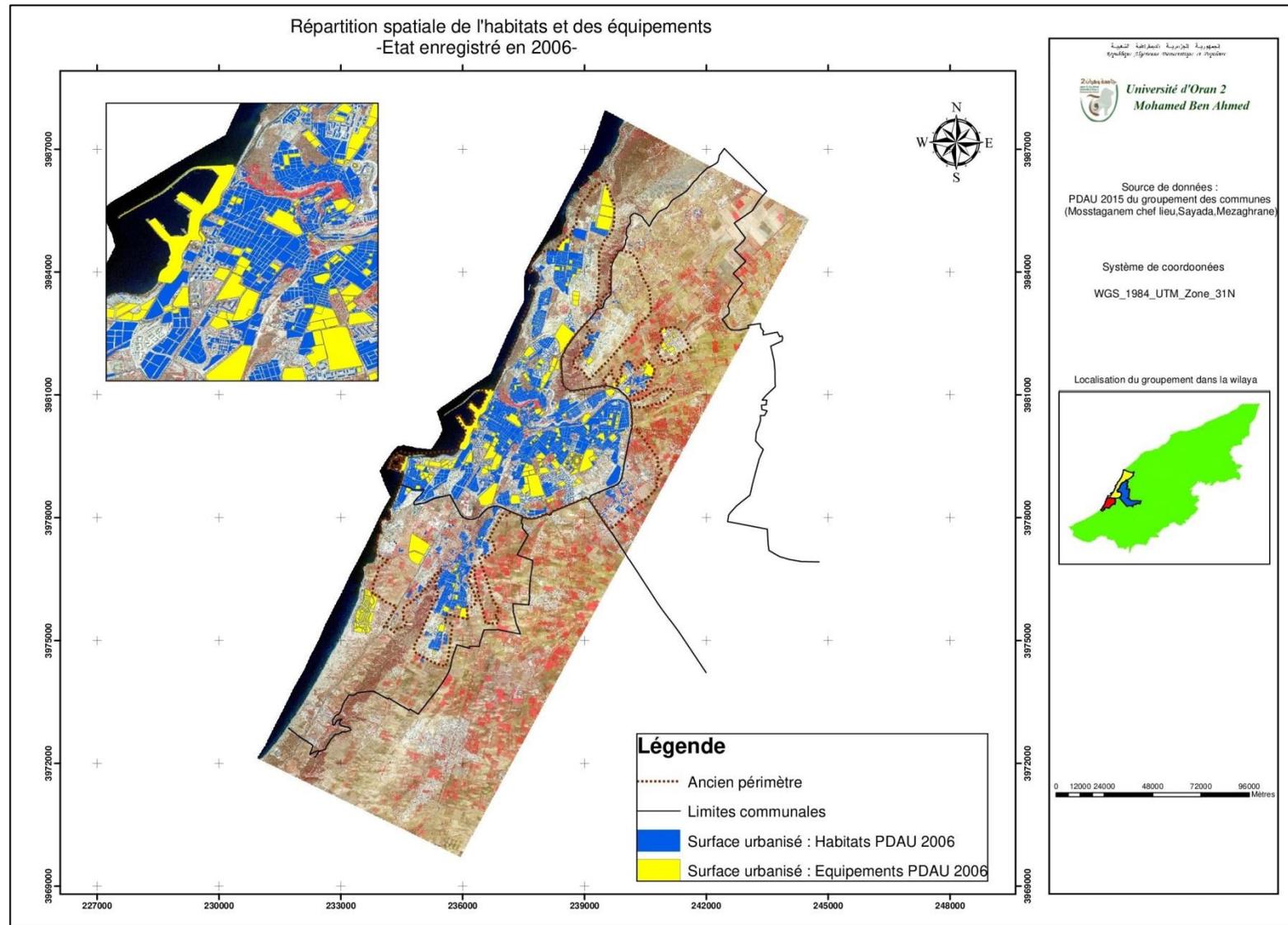
*La croissance théorique de la population entre 2004 et 2014 est de 28 656 habitants. Or, l'examen des deux PDAU 2006 et 2015, fait apparaître que la population s'est augmentée réellement à plus de 40000 habitants.*

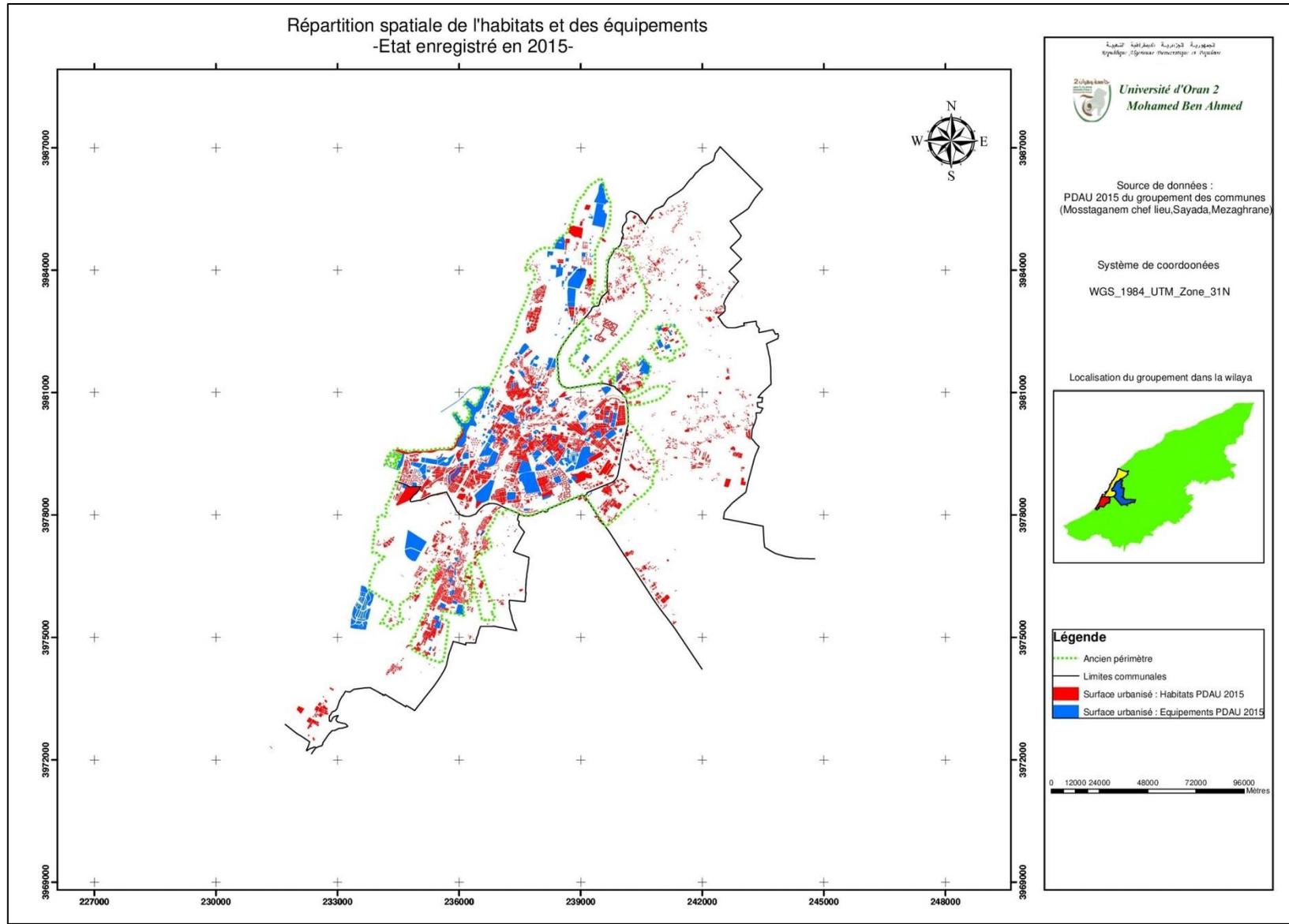
<b>Population : 2004</b>	<b>182 644 hab</b>
Densité brute	1 454 habts/km <sup>2</sup>
<b>Population : 2015</b>	<b>223 414 hab</b>
Densité brute	5 433 habts/km <sup>2</sup>

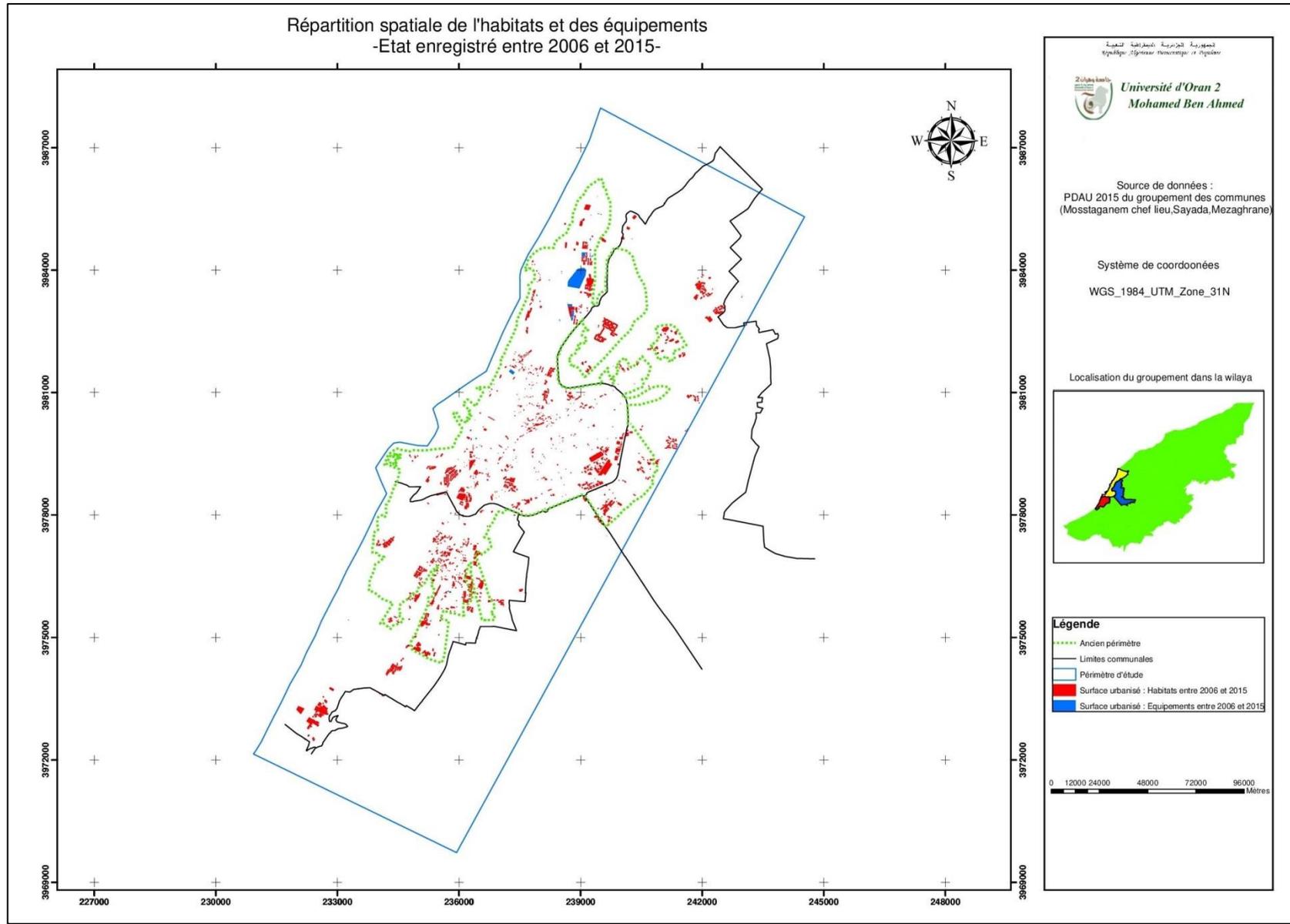
La croissance réelle de la population entre 2004 et 2014 est de 40 770 habitants. En appliquant les règles d'estimation des besoins en foncier en urbanisme et selon la grille théorique d'équipements, les deux nombre de population estimée correspondent à une unité spatiale 'VILLE' de 35 000 habitants dont la population varie entre 25000 et 50000. Le tableau VIII.9 donne le total de la superficie en m<sup>2</sup> pour chaque type d'aménagement.

**Tableau VIII.9. Estimation des besoins en surface correspondant à la croissance de la population**

Besoins en surfaces	Densité M <sup>2</sup> /Hbt	Total (M <sup>2</sup> )
Equipements	11.052	386 820
Habitat	30.500	1 067 500
Voirie	3.126	109 410
Infrastructure	3500	122 500
<b>Total</b>	<b>3 544.678</b>	<b>1 686 230</b>







### VIII.6.3. Etude comparative des résultats

Pour mieux interpréter les résultats obtenus sur les superficies des assiettes foncières exploitées pour l'aménagement et les distinguer des autres évolutions hors programmation des PDAU et qui peuvent être inscrites dans un cadre réglementaire ou illicites, trois superficies sont à comparer issues de:

- **Besoins théoriques en foncier** : estimés selon la croissance de la population, l'unité spatiale correspondante est équivalente dans la grille théorique d'équipements à un groupement d'unités de voisinage d'une surface de **168.6 ha**.
- **L'analyse d'images spatiales bitemporelle**: la surface globale obtenue par différence d'images Quickbird et photographies aériennes, est d'environ 270ha avec un pourcentage de confusion de 11%, soit une surface après nettoyage de 251,3 ha.

Les changements portant sur des objets de grandes superficies qui correspondent à des assiettes bâties sont d'une superficie de: **156.13 ha** (figure VIII.22).

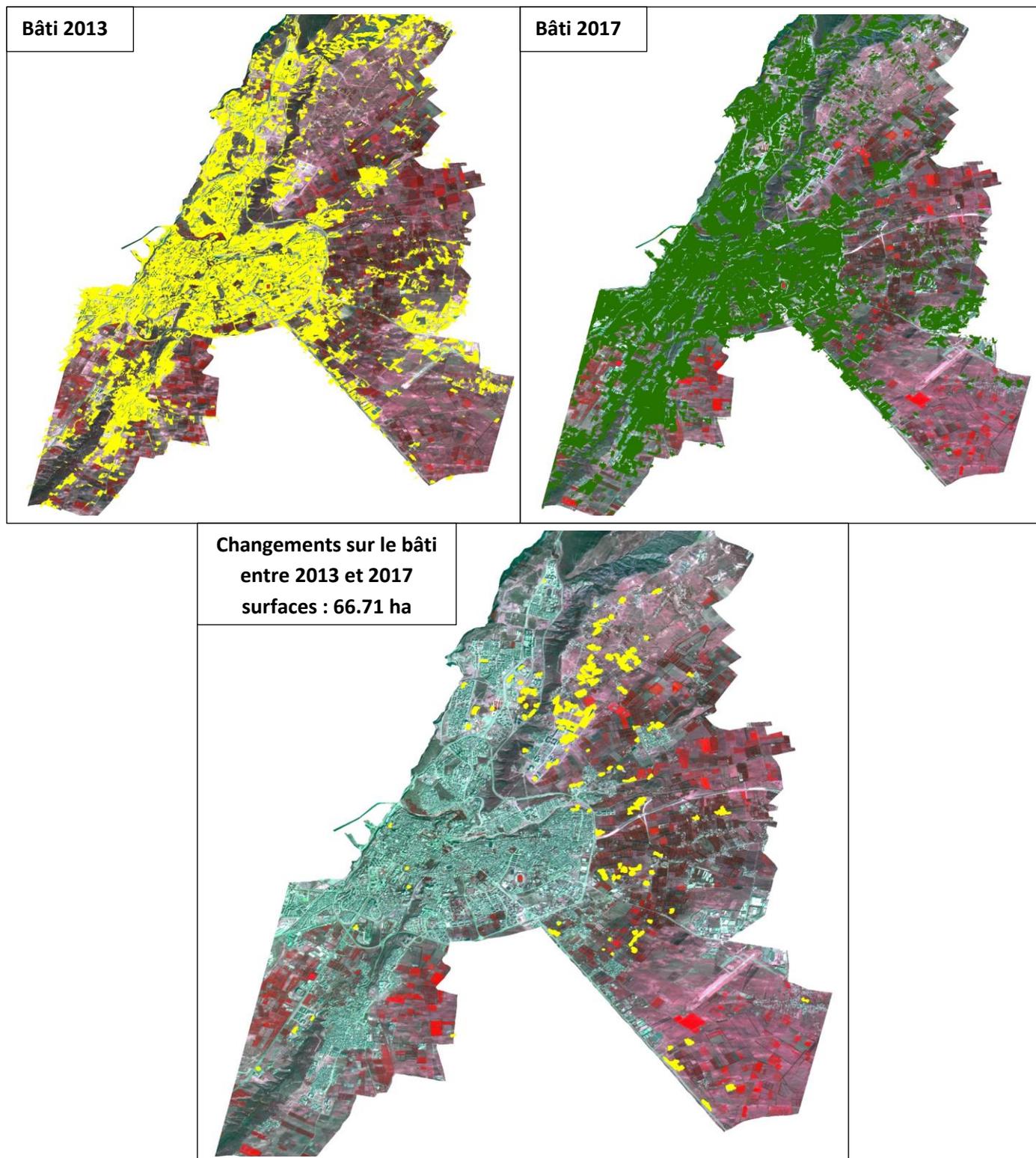
- **Différences des aménagements programmés dans les deux PDAU** : la seconde solution utilisée est de soustraire les surfaces urbanisées SU du plan d'aménagement de 2015, l'analyse sur les objets type 'habitat' et 'équipements' a donné une différence de **225.3 ha**. Après investigations avec les techniciens d'URBOR Mostaganem, il paraît qu'une superficie de **26.12 ha** dans la localité Hchem et Hai el Wiam était habitat illicite en 2006 et qui a été reclassée en habitat individuelle dans le PDAU 2015. Il faut rajouter aussi l'habitat rural réparti sur les parcelles agricoles. Enfin pour rester dans le même périmètre que la première analyse basée sur l'imagerie, les changements hors périmètre de Quickbird d'une surface de **34.38 ha** sont exclus ne sont pas retenus. La superficie des assiettes résultantes alors est de **164.8 ha** (figure VIII.25) répartie comme suit :

- Superficie d'habitats entre 2006 et 2015 = 144,2 472 ha
- Superficie d'équipements entre 2006 et 2015= 20,5 671 ha

En conclusion de cette étude comparative, les superficies des assiettes foncières consommées sont mises en évidence et confirmées. Sur le plan politique d'urbanisme et impact socioéconomique de la ville de Mostaganem, les superficies réservées à l'habitat et aux équipements paraissent trop minimes.

Avant de vérifier nos résultats et analyses avec l'équipe d'URBOR, nous avons réétudié l'évolution sur un espace de temps relativement court (entre 2013 et 2017) en utilisant les

images ALSAT2. Les résultats se rapprochent et présentent une surface de 66.71ha dans tout le territoire du Groupement, concentrées vers l'Est (figure VIII.26).



**Figure VIII.26. Localisation des changements sur le bâti entre 2013 et 2017**

**(Résultats d'extraction par application de la même approche orientée objet développée sur la zone d'El Bayadh en utilisant le même type d'images ALSAT2).**

Cette évolution peut avoir une interprétation en relation avec la vocation de la wilaya qui est agricole par excellence, la densité de la population est beaucoup plus importantes dans les communes de fortes productions agricoles. Les tableaux comparatifs VIII.10 et VIII.11 présentent une comparaison des populations dans les communes du Groupement et dans les zones à forte productivité agricole.

**Tableau VIII.10. Relation population activité agricole- communes du Groupement-**

COMMUNE	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE (S.A.U) Unité : ha				Population au 31/12/2015
	TOTAL	SAU irriguée	Terres labourées	Cultures permanentes	
MOSTAGANEM	1 277	16	1 247	14	158446
MAZAGRAN	1 448	414	922	112	29528
SAYADA	4 713	1 817	1 745.50	1 150.50	35440
<b>Total</b>	<b>7 438</b>	<b>2247</b>	<b>3914.5</b>	<b>1276.5</b>	<b>223 414</b>

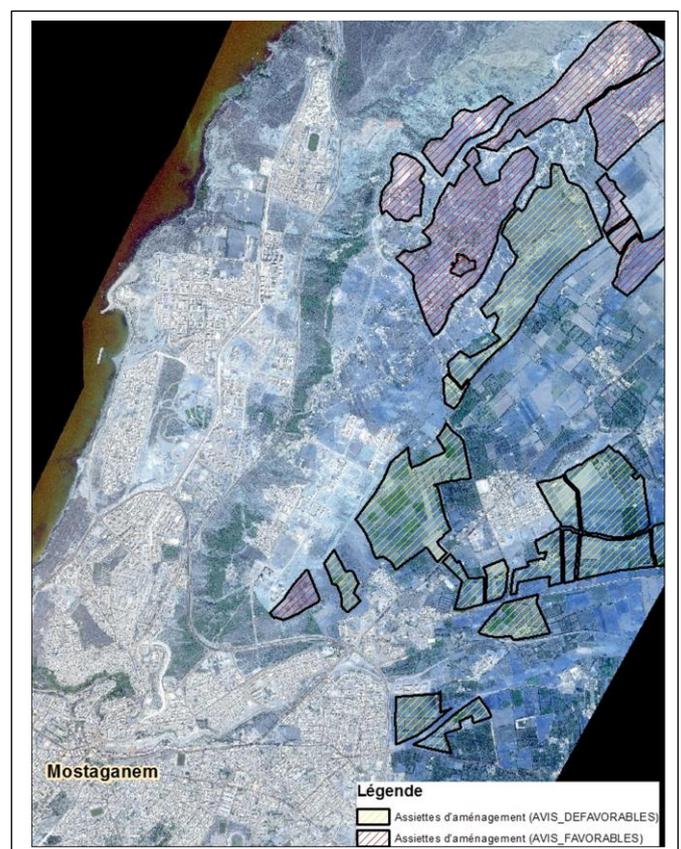
**Tableau VIII.11. Relation population activité agricole- communes hors Groupement-**

COMMUNE	SUPERFICIE AGRICOLE UTILE (S.A.U) Unité : ha				Population au 31/12/2015
	TOTAL	SAU irriguée	Terres labourées	Cultures permanentes	
HASSI MAMECHE	7 547	2 177	4 437.25	933	35 850
AIN TEDELES	10 320	4 240	4 472.50	1 607.50	45 530
BOUGUIRAT	8 933	1 930	5 325	1678	35 546
ACHAACHA	4 807	373	3 785.50	648.5	37 835
KHEIR EDDINE	7 160	2 812	2 655	1 693	32 617
<b>Total</b>	<b>38 767</b>	<b>11 532</b>	<b>20675.25</b>	<b>6560</b>	<b>187 378</b>

Une troisième explication de la faible évolution urbaine du Groupement est donnée par l'équipe technique d'URBOR relative aux décisions politiques prises contre le choix des assiettes proposées par le bureau d'étude lors des séances d'approbation de la première phase du PDAU.

La situation de blocage et le changement des élus et des autorités locales ont conduit à lancer la révision du PDAU en 2014 c'est-à-dire à moyen terme du précédent. Pour les assiettes d'urbanisation future une superficie de 155.34 ha a été accordée pour un des nouveaux aménagements (figure VIII.27).

**Figure VIII.27. Assiettes accordées pour des aménagements à l'intérieur du périmètre du Groupement**



### VIII.6.4. Aspect réglementaire

Dans cette dernière partie, nous faisons un diagnostic dans le périmètre accordé par les autorités de Mostaganem pour faire des aménagements dans l'objectif de voir si la consommation foncière va suivre les textes réglementaires régissant l'urbanisme en matière de choix des terrains à urbaniser.

À cet effet, une cartographie thématique a été effectuée à partir de la base de données cadastrale, les figures de VIII.28 à VIII.30 présentent les produits dérivés alors que les tableaux précisent les surfaces relatives à chaque classe.

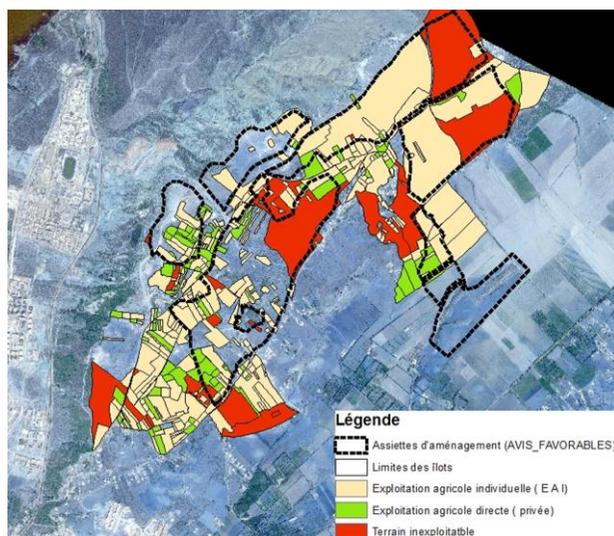


Figure VIII.28. Représentation de la nature d'exploitation des parcelles dans la zone validée pour l'urbanisation future

Tableau VIII.12. Superficies des classes de la nature d'exploitation des parcelles

Nature d'exploitation des sols	Superficie en ha
Exploitation Agricole Individuelle	95,30
Exploitation Agricole Directe	13,77
Terrain inexploitable	46,27

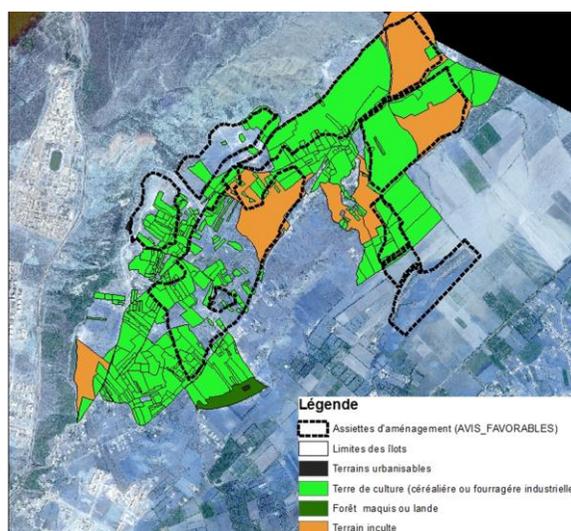


Figure VIII.29. Représentation de l'occupation des sols dans la zone validée pour l'urbanisation future

Tableau VIII.13. Superficies des classes de la nature d'exploitation des parcelles

Occupation des sols	Superficie en ha
Terrains urbanisables	0,04
Terres agricoles	111,06
Terrains incultes	44,25

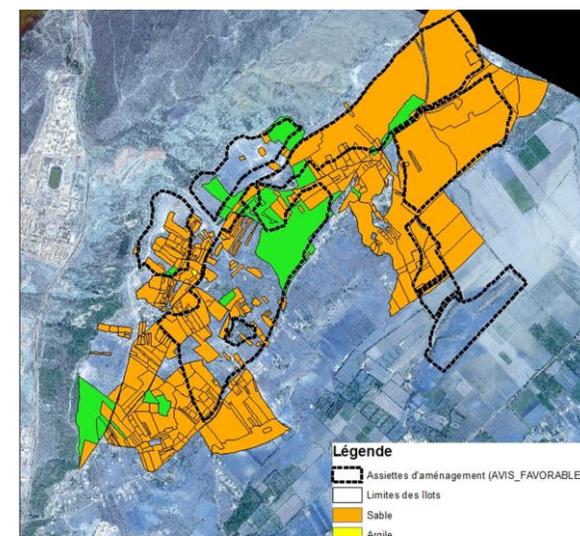
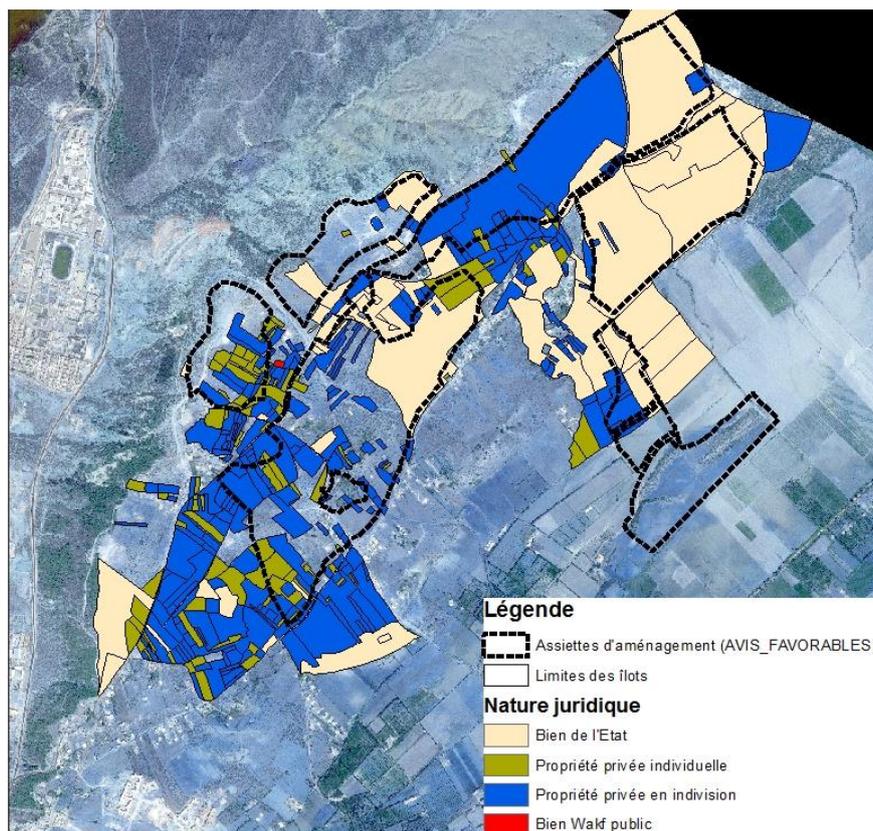


Figure VIII.30. Représentation de la nature des sols dans la zone validée pour l'urbanisation future

Tableau VIII.14. Superficies des classes de la nature des sols des parcelles

Nature des sols	Superficie en ha
Sable	130,86
Argile	0,05
Terrains rocheux	24,43



**Figure VIII.31. Représentation de la nature juridique des îlots dans la zone validée pour l'urbanisation future**

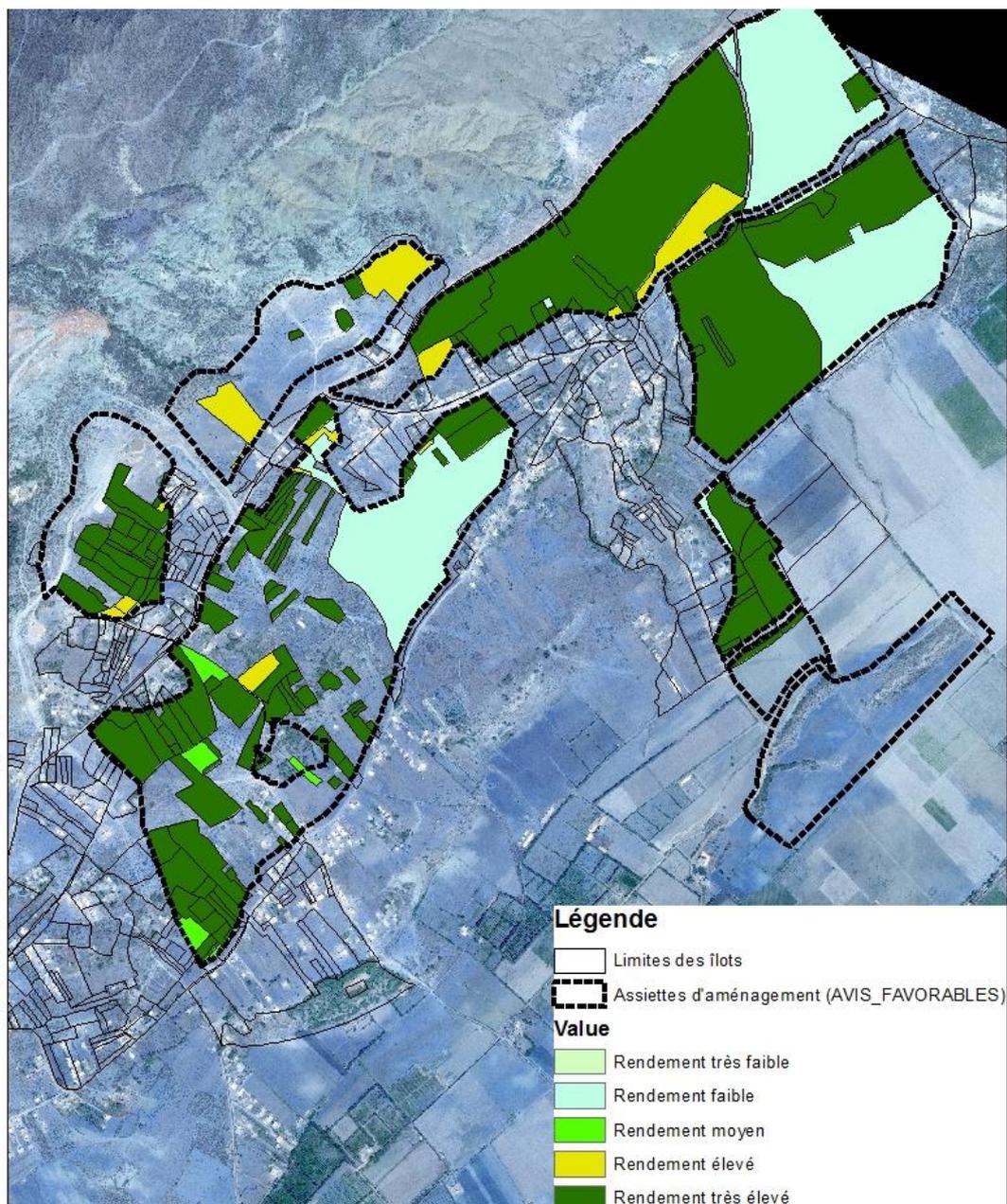
**Tableau VIII.15. Superficies des classes de la nature juridique des îlots**

Nature juridique	Superficie en ha
Bien de l'ETAT	84,01
Propriété privée individuelle	11,76
Propriété privée en indivision	59,57

L'interprétation du tableau VIII.15 fait apparaître que **46%** des terrains choisis pour l'aménagement s'étalent sur des propriétés privées qui *feront l'objet des études d'expropriation pour utilité publique*.

Pour la seconde contrainte juridique relative au rendement agricole, il est strictement interdit de bâtir sur des parcelles à vocation agricole. Nous avons utilisé la combinaison spatiale pondérée pour fusionner les informations contribuant à la constitution d'un indicateur sur le rendement, il s'agit de l'exploitation des parcelles, la nature des sols et l'occupation des sols.

La figure VIII.32 et le tableau VIII.16 illustrent la localisation et les surfaces des différentes classes de rendement agricole.



**Figure VIII.32. Classes thématiques indiquant des degrés de rendement agricole des parcelles**

**Tableau VIII.16 Superficies des terrains classés selon leur rendement agricole**

Indicateurs de rendement	Superficie en ha	
Très faible	0,04	44,29
Faible	44,25	
Moyen	2,0	111,07
Elevé	9,12	
Très élevé	99,95	

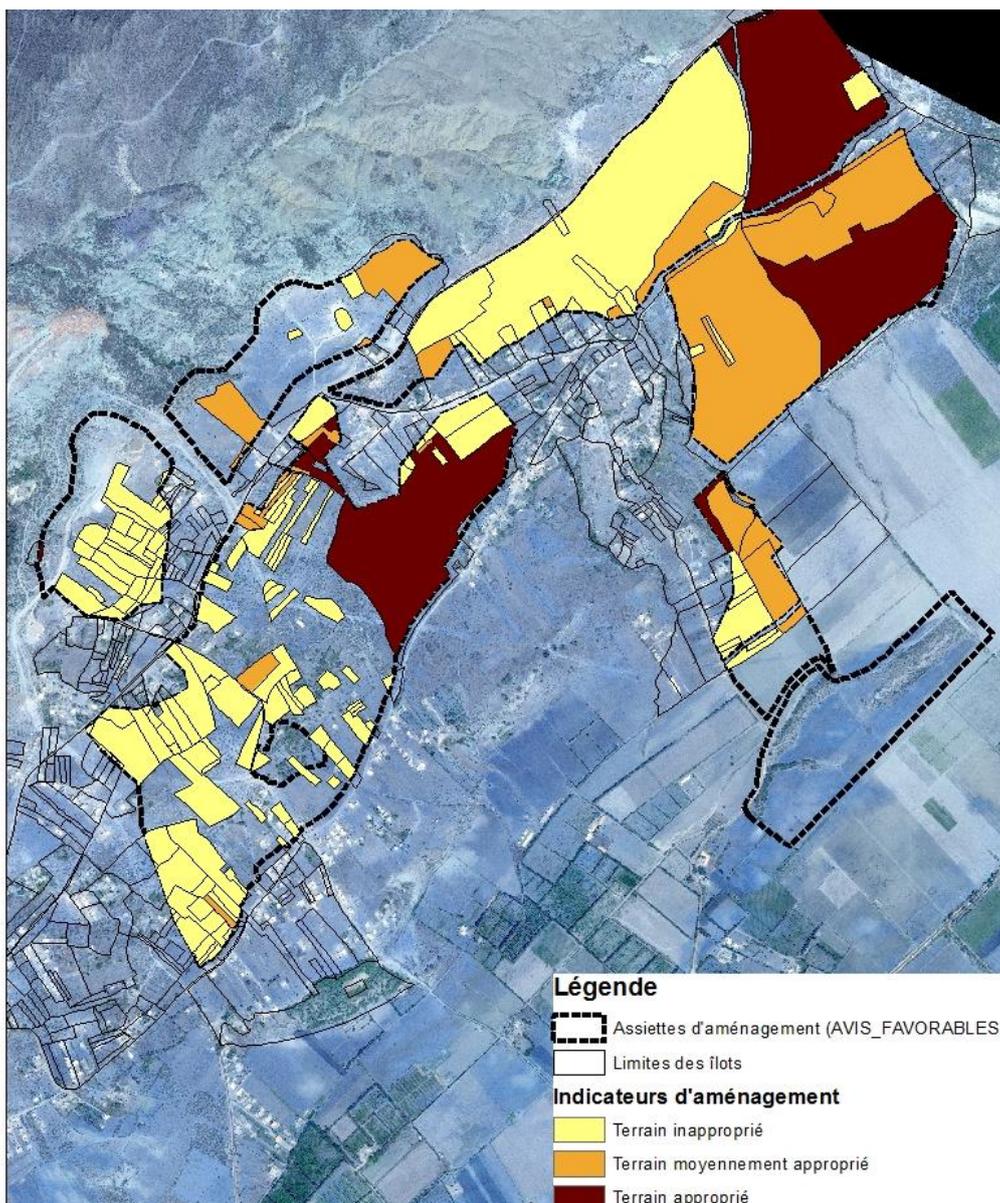
La lecture du tableau fait ressortir que 71,5% de la superficie totale correspond à des terres fertiles dont la loi interdit de construire et uniquement 28,5% correspond à des terres non fertiles et incultes.

Une dernière vérification porte sur l'application des termes de la loi 02-02 du 02 février 2005 relative à la protection du littoral, nous constatons sur la figure VIII.33 une infraction de la loi du fait que la construction à l'intérieur des bandes (notamment de 100 m et 300 m) n'est pas respectée.



**Figure VIII.33. Délimitation des bandes définies par la loi de protection du littoral**

La combinaison des facteurs de la nature juridique et de du rendement agricole nous a permis de construire une carte d'aptitude qui réunit les deux critères à la fois, l'urbaniste doit se référer à ce genre de carte pour prendre les décisions en matière de choix des assiettes foncières.



**Figure VIII.34. Parcelles réparties selon leur aptitude à l'aménagement –critères législatifs-**

**Tableau VIII.17 Pourcentage des surfaces des classes d'aptitude à l'aménagement.**

Nature d'exploitation des sols	Superficie en ha	Pourcentage %
<b>Terrains inappropriés</b>	<b>71,27</b>	<b>45,88</b>
<b>Moyennement appropriés</b>	<b>39,86</b>	<b>25,66</b>
<b>Appropriés</b>	<b>44,22</b>	<b>28,46</b>

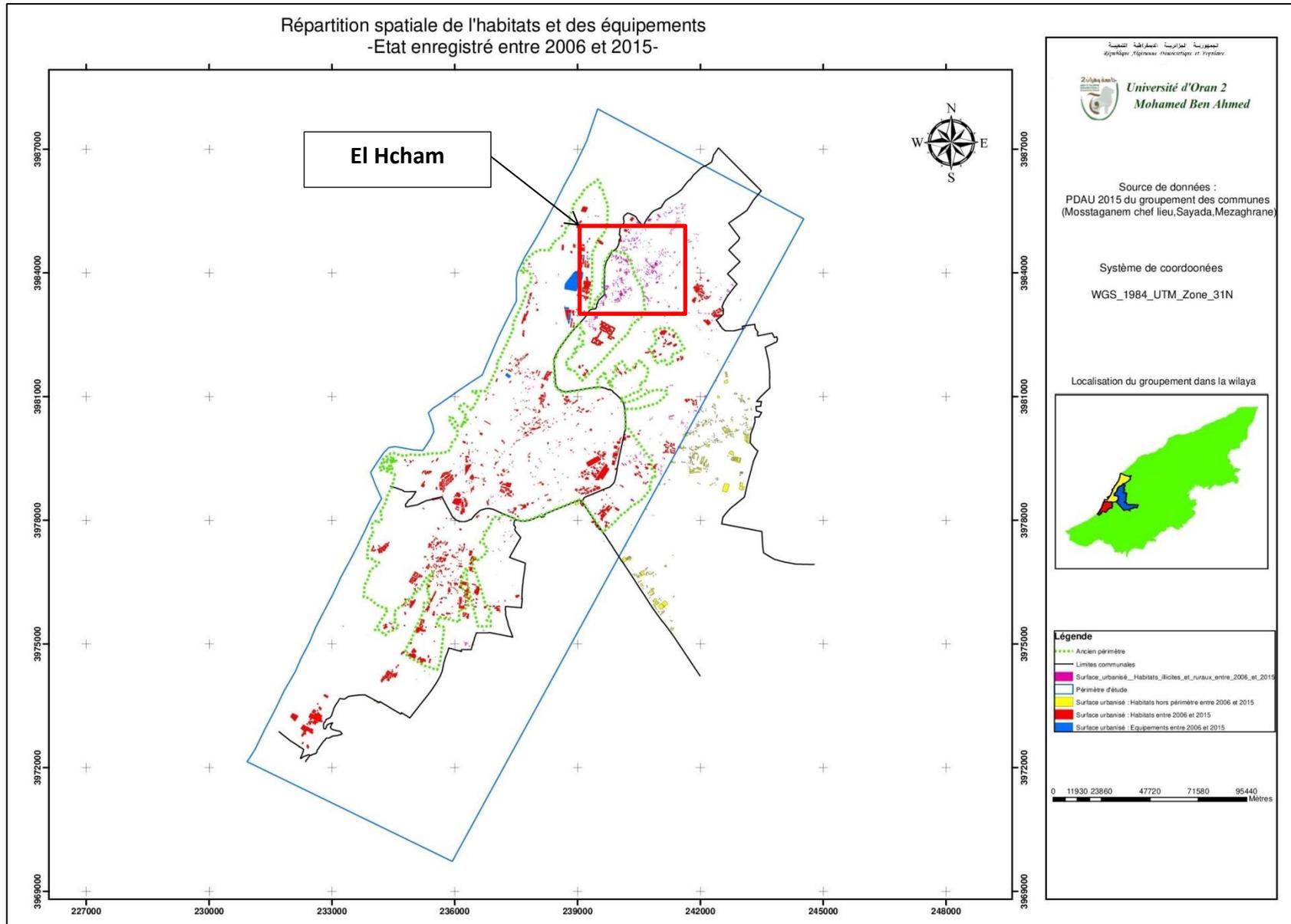
*Sur un total de 155.34 ha accordée pour les aménagements futurs, seulement 44,22 ha qui correspondent à un choix judicieux, le reste du territoire va alourdir le processus d'exécution des opérations d'urbanisme et engendrer une nouvelle situation de blocage.*

## VIII.7. Conclusion

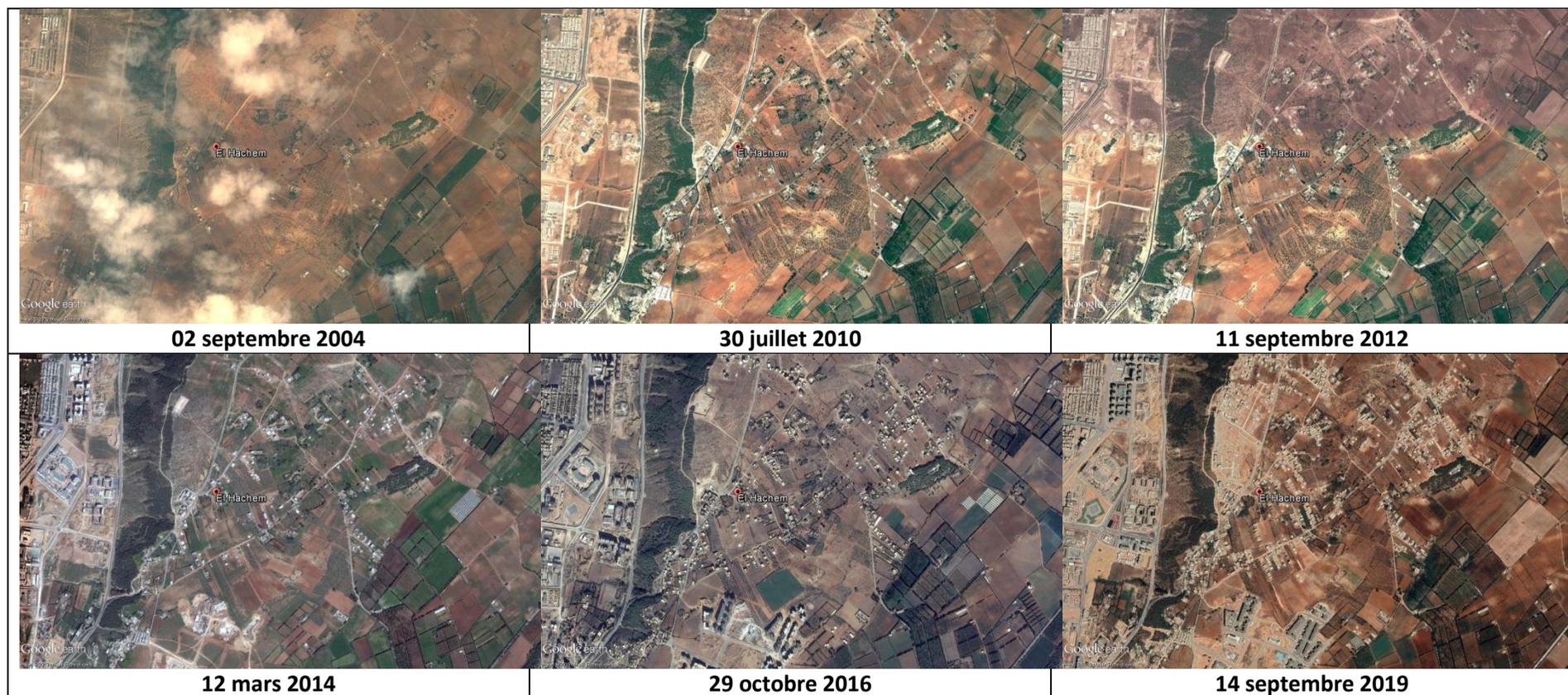
Dans ce chapitre, nous avons effectué trois types de traitements et d'applications servant à suivre l'évolution de l'espace urbain de la ville de Mostaganem et les communes voisines comme étant un indicateur principal de la consommation du foncier, nous récapitulons les travaux en trois points :

- 1. Traitements de corrections et de mise en cohérence des données :** notamment les images spatiales support d'extraction des changements multi-dates. Nous signalons ici qu'avec l'avantage d'avoir une multiplicité des données pour cadrer l'étude, le nombre d'imperfections affectant la qualité des données devient important.
- 2. Détection des changements multi-dates :** en fonctions des échelles d'analyses retenues dans la procédure d'élaboration du PDAU, le suivi de l'évolution de la tâche urbaine dans sa globalité a été effectué en utilisant les images à moyennes résolution Landsat. En descendant à une échelle plus grande et en focalisant l'analyse sur les zones d'extension à l'intérieur du périmètre du Groupement, l'imagerie à très haute résolution présente un intérêt majeur en ce sens si l'on compare par rapport aux méthodes basées sur la synthèse et la comparaison des plans d'aménagement de l'ancien et le nouveau PDAU.
- 3. L'évaluation de la consommation foncière :** en se basant sur deux socles de données, d'appropriation des sols et d'usage des sols tout en évoquant les questions d'ingérence de la décision politique qui enfin, change souvent les orientations qui découlent des projections scientifiques avec des répercussions négatives sur le foncier privé et étatique.

La prise en charge de certaines questions relatives à l'habitat illicite et la prolifération de la naissance des localités hors périmètre d'urbanisation fixé dans le cadre des instruments d'urbanisme, n'est pas toujours évidente. Le cas d'El Hcham constitue le meilleur exemple, son évolution assez rapide dans le temps et la configuration aléatoire de son tissu urbain posent les autorités devant le fait accompli ! S'agissant du blocage causé par l'ingérence des décisions politiques dans les opérations d'aménagement ? Ou de l'absentéisme voulu des citoyens qui n'ont été jamais impliqués ? Entre les deux cas, naître une nouvelle problématique sous l'appellation des zones d'ombre !



**Tableau VIII.18. Evolution spatiale de la localité d'El Hcham au Nord-Est de la ville de Mostaganem**



## IX.1. Introduction

La croissance des villes pose des problèmes complexes pour la collecte des données démographiques ; face aux difficultés de mise en œuvre des techniques classiques en démographie, il paraît souhaitable de rechercher de nouveaux moyens d'observation répondant aux caractéristiques spécifiques de ce milieu. Intégrer une bonne connaissance morphologique de l'espace urbain dans un système d'observation démographique semble être une voie de recherche prometteuse. Les images à très haute résolution spatiale deviennent assez performantes pour renseigner sur l'occupation du sol en milieu urbain, il importe de s'interroger sur les possibilités d'utilisation de la télédétection pour l'observation démographique. **Françoise DUREAU, 1990.**

Sur le plan technique, la mise en évidence des apports de l'imagerie THRS tourne autour des points suivants :

- a. Les propriétés spectrales des différents objets peuvent varier d'une zone à une autre et sont aussi variables en fonction des conditions d'acquisition ;
- b. L'inefficacité des techniques classiques d'extraction de l'information à partir des images THRS (classification non supervisée, supervisée, masques binaires...);
- c. Pour certains objets tel que le bâti, l'introduction des règles de connaissances usuelles basées sur les paramètres intrinsèques qui peuvent être calculés par les logiciels d'apprentissage, semble efficace pour le thème urbain mais présente des limites quant à la distinction des différents types du bâti.

**1. Section 01 : développement des règles d'apprentissage pour la cartographie de la densité urbaine :** l'objectif alors est d'essayer de construire un arbre ontologique qui regroupe toutes les classes d'objets sous une forme de relation père-fils aux échelles correspondantes aux différentes résolutions qui peuvent être dérivées de l'image Quickbird. Une fois l'information est obtenue, elle devrait être utilisée à la cartographie de la densité urbaine et de la population. La grande partie des tests effectués a été consacrée à l'extraction du bâti, facteur clé pour le calcul de cette densité. Alors qu'il n'est pas toujours facile d'extraire cet objet à partir des images à très haute résolution spatiale, pour cela nous avons procédé par une approche mixte basée sur le calcul des attributs des différents objets figurants sur l'image sous logiciel Ecognition et sur la constitution d'une base de connaissances images sous ArcGIS servant à la constitution des règles d'apprentissage. En second lieu, seront

exposées les démarches suivies et les calculs effectués pour cartographier la densité urbaine/la population.

2. **Section 02 : développement d'un processus d'apprentissage profond pour la cartographique de la densité urbaine :** ici, le résonnement diffère au précédent, nous avons essayé en se basant sur des raisonnements d'intelligence artificielle, à créer des modèles capable de générer des couches d'information sur la densité urbaine à partir d'une centaine d'images THRS obtenue par technologie MAXAR. Autrement dit, le processus de *deep learning* qu'on a développé s'appuie sur un réseau de neurones artificiels composé de dizaines voire de centaines de « couches » de neurones, chacune recevant et interprétant les informations de la couche précédente. Le système apprendra par exemple à reconnaître les bâtiments avant de s'attaquer à leur densité, ou détermine s'il y a un bâtiment de classe densité faible, moyenne ou élevée avant de découvrir de quelle tissu urbain qui le composent.

## IX.2. Notions relatives à la densité

Les questions posées par la notion de densité sont nombreuses, chaque fois que l'on désire passer de l'unité de mesure de quantités à des mesures de qualités on se posera une question limitée : peut-on passer d'une densité objective à une densité qualitative ressentie comme environnement ? quelle est la part de l'environnement dans la perception de la densité vécue, quelle est celle plus précisément, du cadre bâti et du tissu urbain ? (APU, 2003).

1. **La densité objective (mesurable) :** la densité est le rapport entre un indicateur statistique et une surface de territoire. Il y a plusieurs densités à considérer : population, emplois, nombre d'unités de logement, surface de plancher, etc.

Cette mesure est rapportée à un territoire, dont le périmètre étudié est déterminant. Là aussi, il est primordial de comparer des surfaces de définitions et d'échelles comparables. Il existe plusieurs types de densité : la densité brute ou nette, de contenant ou de contenu, réelle, vécue ou perçue...

De plus de nombreux facteurs entrent dans sa composition : selon l'échelle des territoires considérés, leur composition et les objectifs recherchés ; la densité se calcule de manière différente. (R. ALLOU, 2018), parmi les indicateurs de la densité mesurable on trouve :

- a. **Le Coefficient d'Occupation au Sols COS:** il fixe la surface des constructions pouvant être supportée sur un terrain. Il détermine la densité de construction admise c'est à dire le rapport exprimant le nombre de mètres carrés de plancher

hors œuvre nette ou le nombre de mètres cubes susceptibles d'être construits par mètre carré de sol.

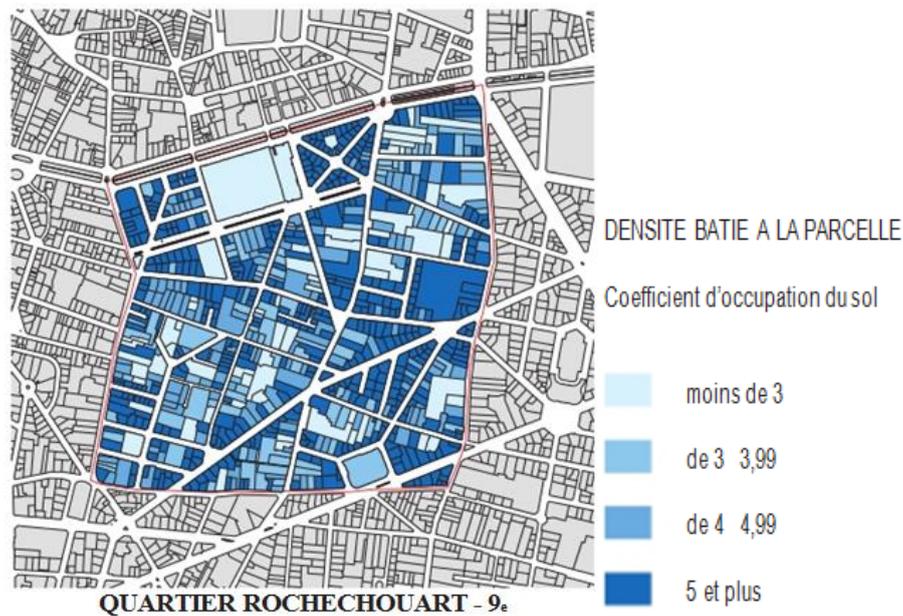


Figure IX.1. Exemple de la cartographie de la densité bâtie par calcul du COS du quartier Rochechouart (source : APU, 2003)

- b. **Le Coefficient d'emprise au sol (CES) :** coefficient qui s'applique à la surface d'une parcelle ou d'un îlot, en vue de définir la surface susceptible d'être construite.



Figure IX.2. Exemple de la cartographie de la densité bâtie par calcul du CES du quartier Rochechouart (source : APU, 2003)

- **La densité de population** : la densité de population et le rapport entre le nombre d'habitants et la surface d'assiette. Ramenée à l'hectare elle permet de déterminer la concentration de la population sur un secteur donné.
- **La densité résidentielle (ou densité de logements)** : la densité résidentielle (ou densité de logements) est exprimée par le rapport entre le nombre de logements et la surface d'assiette hors voirie publique ramenée à l'hectare. Elle permet de donner une mesure de l'occupation des sols par le logement.

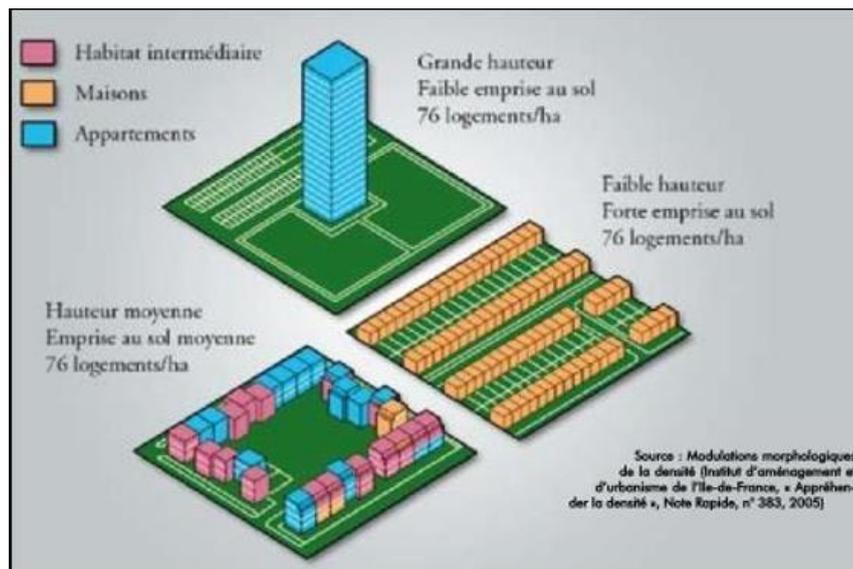


Figure IX.3. Modulation morphologiques de la même densité résidentielle (R. ALLOU, 2018)

- **La densité bâtie** : est le coefficient d'emprise au sol x nombre de niveaux.

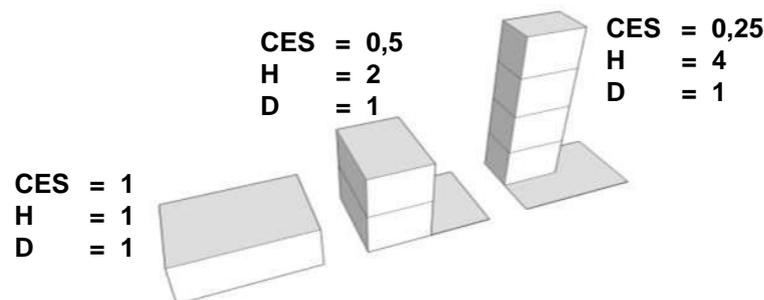


Figure IX.4. Exemples de calcul de la densité bâtie (source : Club des villes durables, 2016)

Suite à une enquête auprès d'habitants de plusieurs quartiers d'Île-de-France, a distingué différentes perceptions de la densité en fonction de quartiers aux formes de bâti diverses (immeubles hauts, bas, type haussmanien ou néo-haussmanien...). Ce sondage montre que l'architecture « près du sol » est mieux acceptée car elle induit de l'intimité et une sensation de bien-être. À l'inverse, la hauteur est considérée comme « oppressante ». (T. Barré et al, 2011).

On peut classer la densité selon des seuils de densité (faible, moyenne ou forte) :

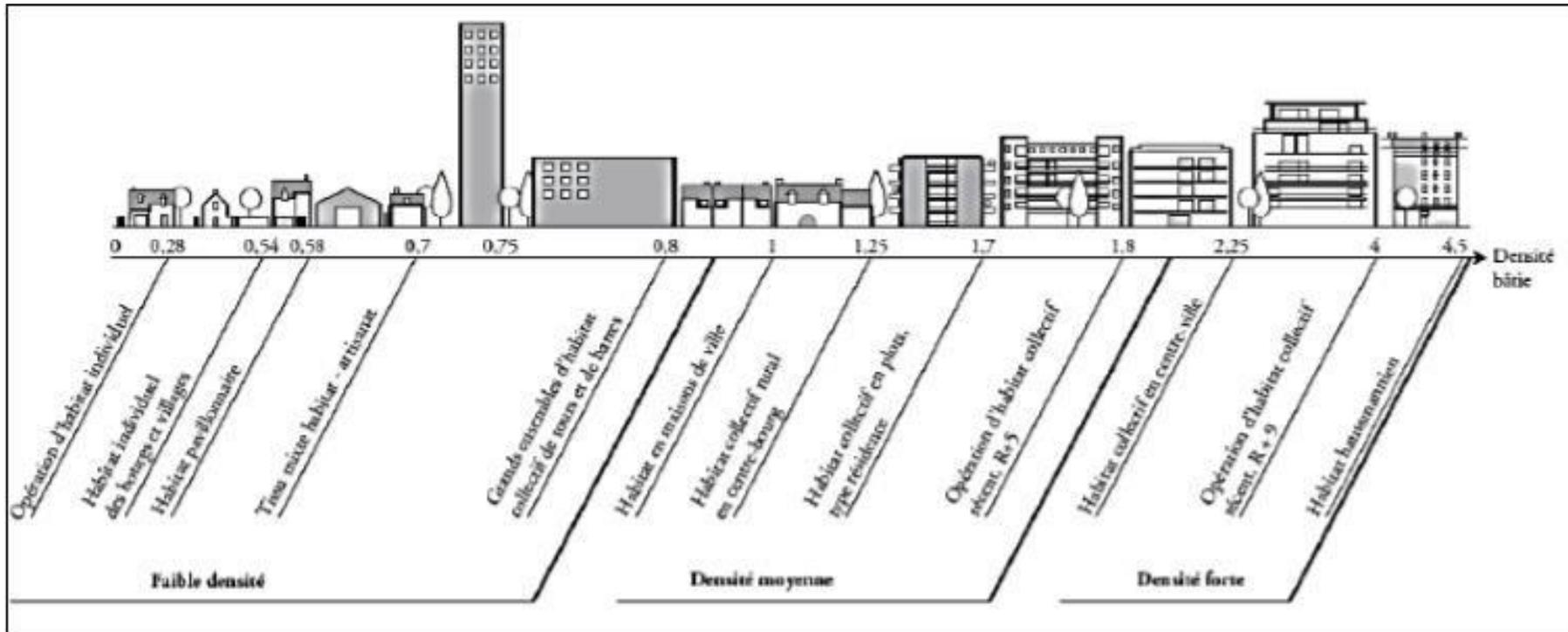


Figure XI.5. Seuillage de la densité bâtie (source : Club des villes durables, 2016)

Les différents types de tissus urbains produits dans des époques différentes, rencontrés dans quelques villes algériennes typiques, de tailles et statuts administratifs différents, localisées dans différentes zones géographiques, peuvent être classés selon trois degrés simples de densité bâties, mesurées à l'échelle de la parcelle ou de l'îlot : faibles (de 0 à 0,75), moyennes (de 0,75 à 1,50) et fortes (plus de 1,50).

Il est à souligner que la densité ne prend de réelle signification que si elle est rapportée à une échelle de référence. Cette échelle varie du très local (parcelle, îlot...) au continental, chacune ayant sa propre utilité. Chaque échelle a ses propres indicateurs. (R. ALLOU, 2018).

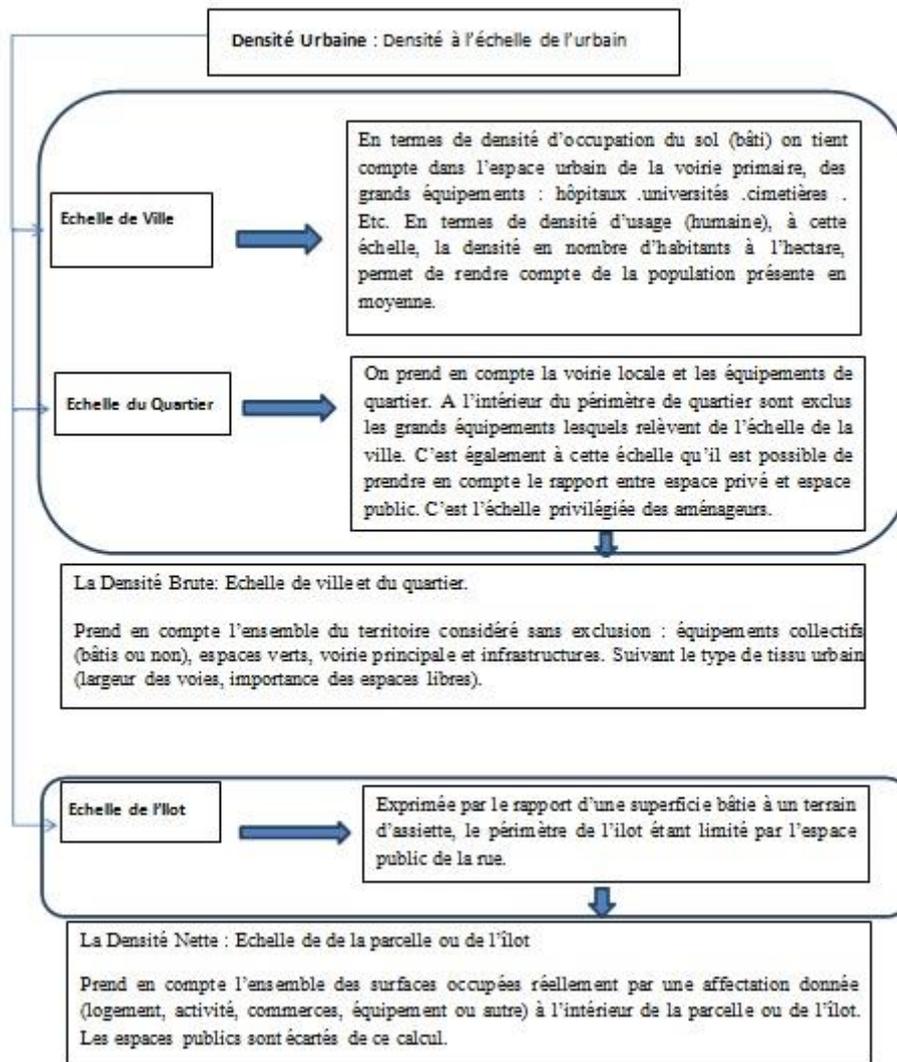


Figure XI.6. Echelles d'analyse et les indicateurs de densité (source : R. ALLOU, 2018)

2. **La densité subjective:** la densité a aussi une dimension subjective et on distingue deux types :

a. **La densité perçue**

La densité perçue correspond à l'appréciation subjective que font les usagers du nombre de personnes présentes dans un espace donné, au regard de ces caractéristiques physiques. La perception de la densité est sujette à la libre interprétation des individus, selon leurs représentations d'un espace et leur construction sociale, de fait elle peut être appréhendée de manière positive ou négative. D'un côté, la densité peut être perçue comme un moyen d'interactions sociales et un vecteur d'échanges favorisant la vie en société, d'autre part elle peut être vécue comme une saturation de l'espace. Dès lors c'est un sentiment de stress

et d'entassement qui prédomine, c'est ce que Stokols appelle le « crowding » qui correspond à « l'étouffement » en anglais (C. Rodriguez, 2015).

Il existe donc un écart entre la densité perçue par les usagers et la réalité mesurée de la densité bâtie.

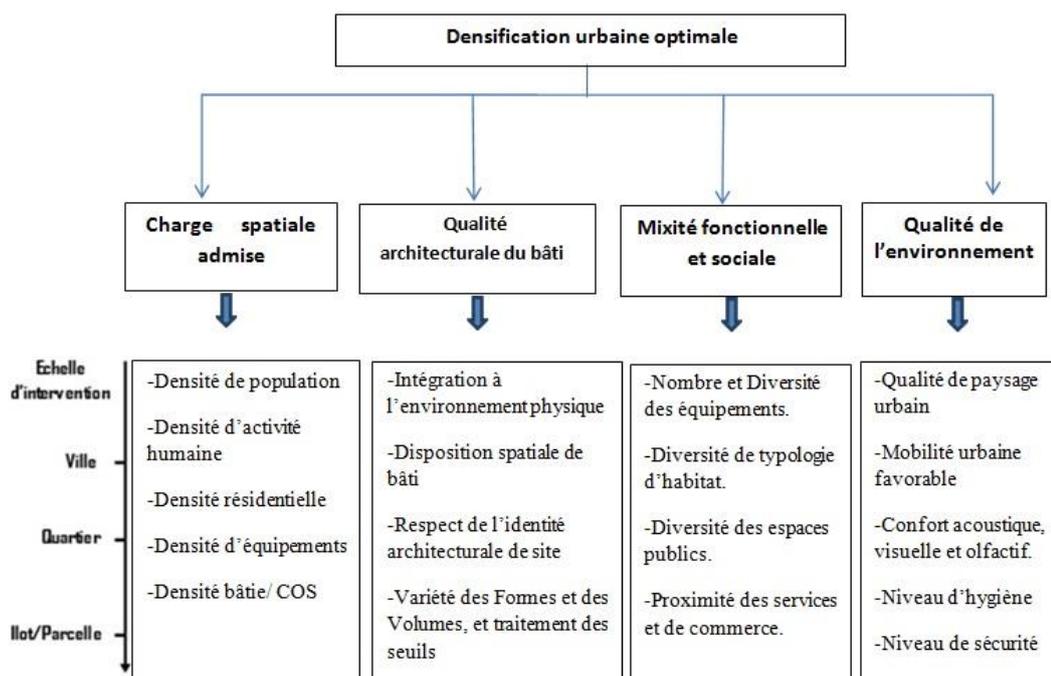
**Tableau IX.1. Différence entre densité perçue et densité réelle** (source : R. ALLOU, 2018)

Densité perçue	De plus dense au moins dense	Densité réelle
+++	Grands ensembles d'habitats collectifs	+
++	Grands immeubles	++
+	Habitat ancien de centre-ville	+++

### b. La densité vécue

Les habitants ont un rapport différent à la densité selon qu'elle appartient ou non à leur vécu, positif ou négatif. La perception de la densité est étroitement liée à l'expérience que le sujet a de la densité. Celui qui aura passé son enfance dans une ville dense aura probablement un seuil de tolérance plus élevée à l'égard de la densité que celui qui aura vécu une enfance à la campagne.

De même, celui qui a l'expérience de vastes pièces avec de grandes hauteurs sous-plafonds appréciera plus aisément les fortes densités urbaines qui lui mettent à portée de main une grande diversité d'équipement et d'activités, que celui qui est à l'étroit dans un appartement de petite dimension.



**Figure IX.7. Critères pour un processus de densification urbaine optimale** (R. ALLOU, 2018)

Tenant compte de toutes les notions relatives à la densité, une classification 'temporelle' des tissus urbains en Algérie et leurs densités fait apparaître trois catégories différentes:

- Les tissus caractérisés par de fortes densités sont les tissus des anciennes villes comme la casbah et les tissus de l'époque coloniale.
- Les densités moyennes correspondent aux ensembles d'habitats durant la période coloniale et la période postcoloniale.
- Les tissus ayant des densités faibles sont les tissus pavillonnaires coloniale et postcoloniale.

**Tableau IX.2. Degrés de la densité bâtie en fonction des types d'habitat des villes algériennes (R. ALLOU, 2018)**

Degré de densité bâtie	Type d'habitat dans les villes algériennes	CES	COS	Principales caractéristiques spatiales
<b>Faible</b>	Lotissements pavillonnaires pour cadre de l'état	0.10	0.10	Très grandes parcelles avec jardins réalisées sans mitoyenneté sur de très grands terrains libres.
	Banlieues pavillonnaires des Années 1970	0.15	0.30	lotissements pavillonnaires dont habitations individuelles (300 à 350 m <sup>2</sup> en moyenne par parcelle) avec jardins
	Lotissements publics, moyennes et petites agglomérations	0.20	0.40	construction à 2 niveaux, présence d'espaces extérieurs privatifs
	Habitat illicite (bidonvilles), périphérie des grandes villes	0.70	0.70	très petites parcelles, tissu serré, voies étroites, forte densité de population.
	Grands ensembles : années 1970-80	0.15	0.75	immeubles d'habitat collectif en R+4, autour de trop grands espaces vides.
<b>Moyenne</b>	Maisons de ville, dans ou à près des centres urbains	0.50	1.50	maisons accolées, longeant les voies, activités commerciales au RDC.
	habitations hautes le long des grands axes urbains	0.30	1.50	habitations individuelles à hauteur, alignés sur rue, commerces au RDC.
	Ensembles d'habitat promotionnel et logements sociaux	0.30	1.80	implantés à l'alignement sur rues bordant l'îlot, les RDC sont des commerces
	Vielles villes sahariennes, intérieures et côtières	0.70	1.90	maisons traditionnelles, chacune mitoyenne voies sinueuses et étroites,

<b>Forte</b>				tissus urbain resserré et dense
	Opérations haussmannienne, dans les centres villes	0.75	4.50	tissus urbain de type colonial, multiplication de constructions mitoyennes ; unité de hauteur (R+5 + parfois combles) génèrent des densités très élevées
	Grands ensembles coloniaux	0.35	4.90	bâtiments barres de 14 étages, de 100 à 400m de longueur et jusqu'à 300 appartements (F3 à F5) et 2 000 habitants / ha.

### IX.3. Conception d'un modèle d'apprentissage dédié à la cartographie de la densité à Mostaganem

#### IX.3.1. Typologie des tissus urbains de la ville de Mostaganem et leurs variabilités spectrales associées

Les tableaux IX.2 et IX.3 illustrent des exemples de la variabilité spectrale des différents types du bâti selon quatre critères : la différence des matériaux de construction, la différence de toiture, la vétusté des bâtiments, et le type du tissu urbain. La compréhension de cette variabilité nous a permis de penser à la maximisation des critères de caractérisation du bâti et passer d'une extraction préliminaire brute basée uniquement sur le calcul des différents niveaux de segmentation à une classification personnalisée en combinant l'outil de traitement d'image avec l'outil SIG.

L'objet de cette analyse détaillée par type ou classe du bâti est d'arriver à construire un arbre ontologique pour permettre la compréhension du raisonnement multi-échelle/multi-résolution et la connaissance des différents paramètres intrinsèques nécessaires à l'extraction des objets de chaque niveau (tableau IX.5).

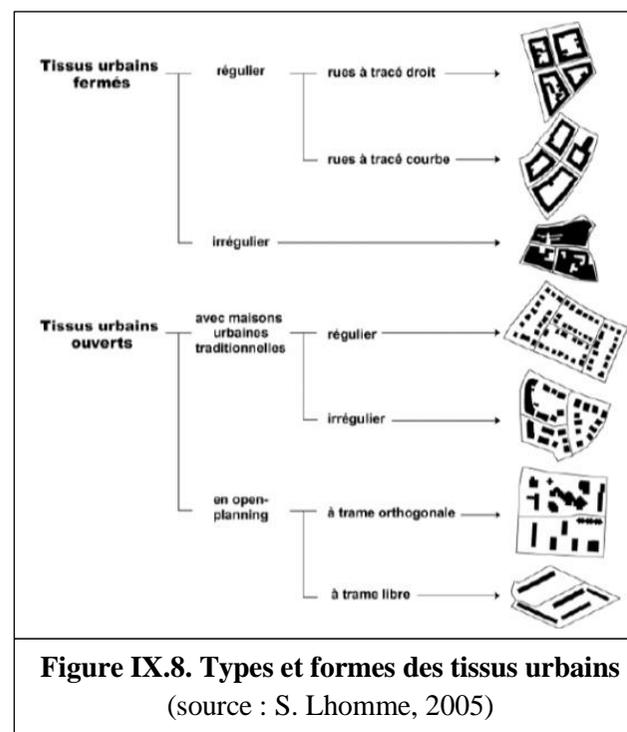
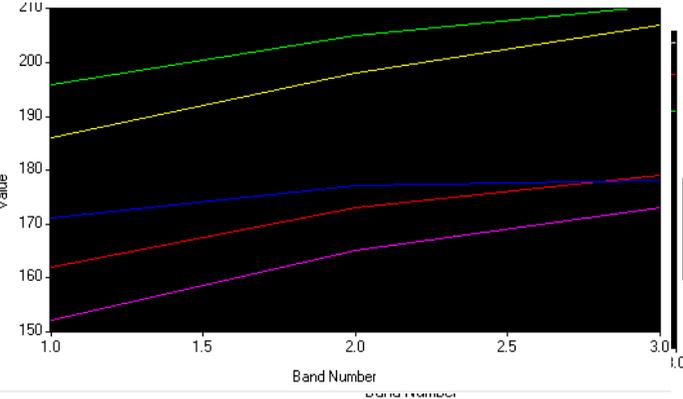
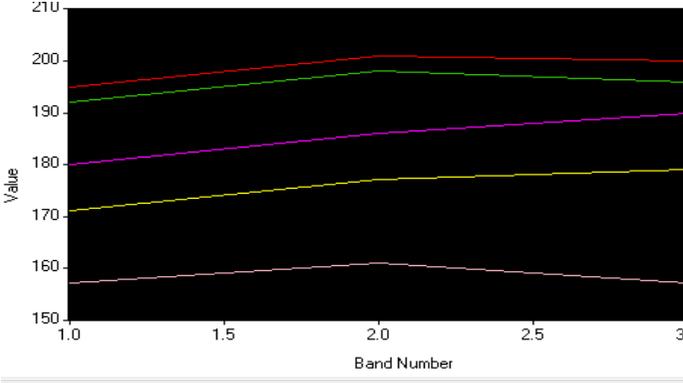
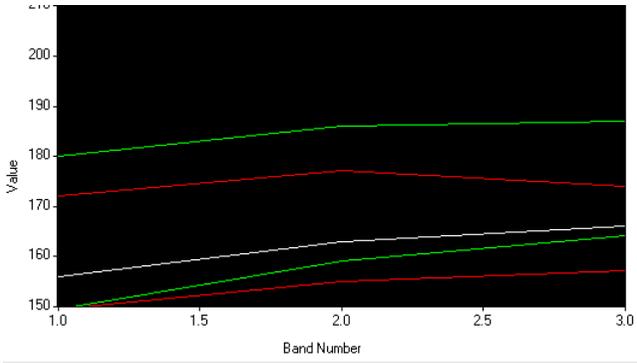
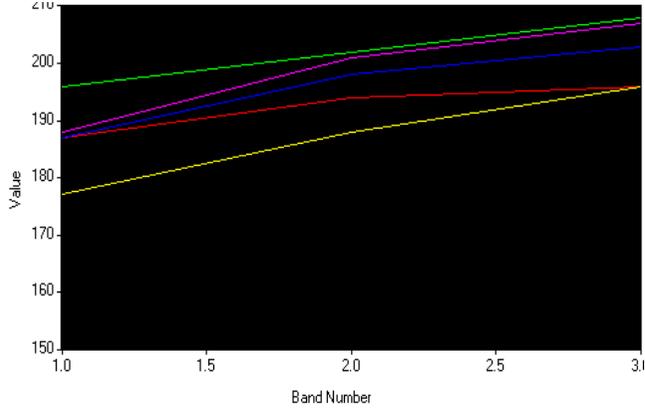
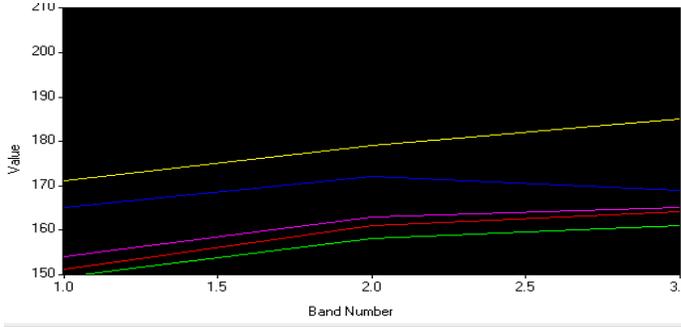
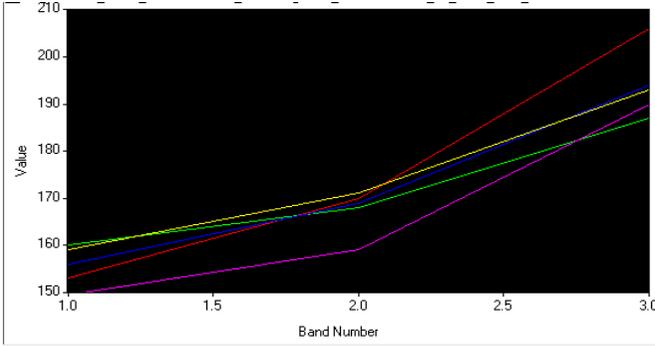


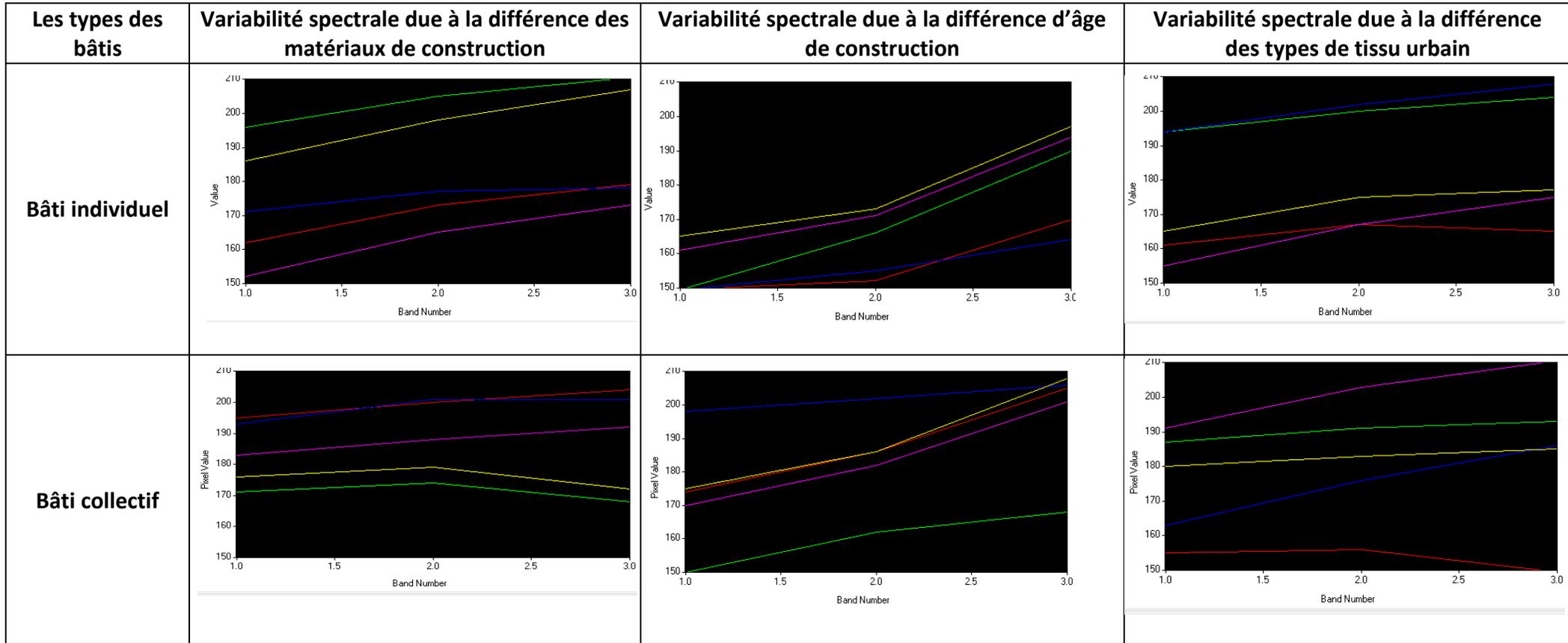
Tableau IX.2. Variabilité spectrale due à la différence de toitures

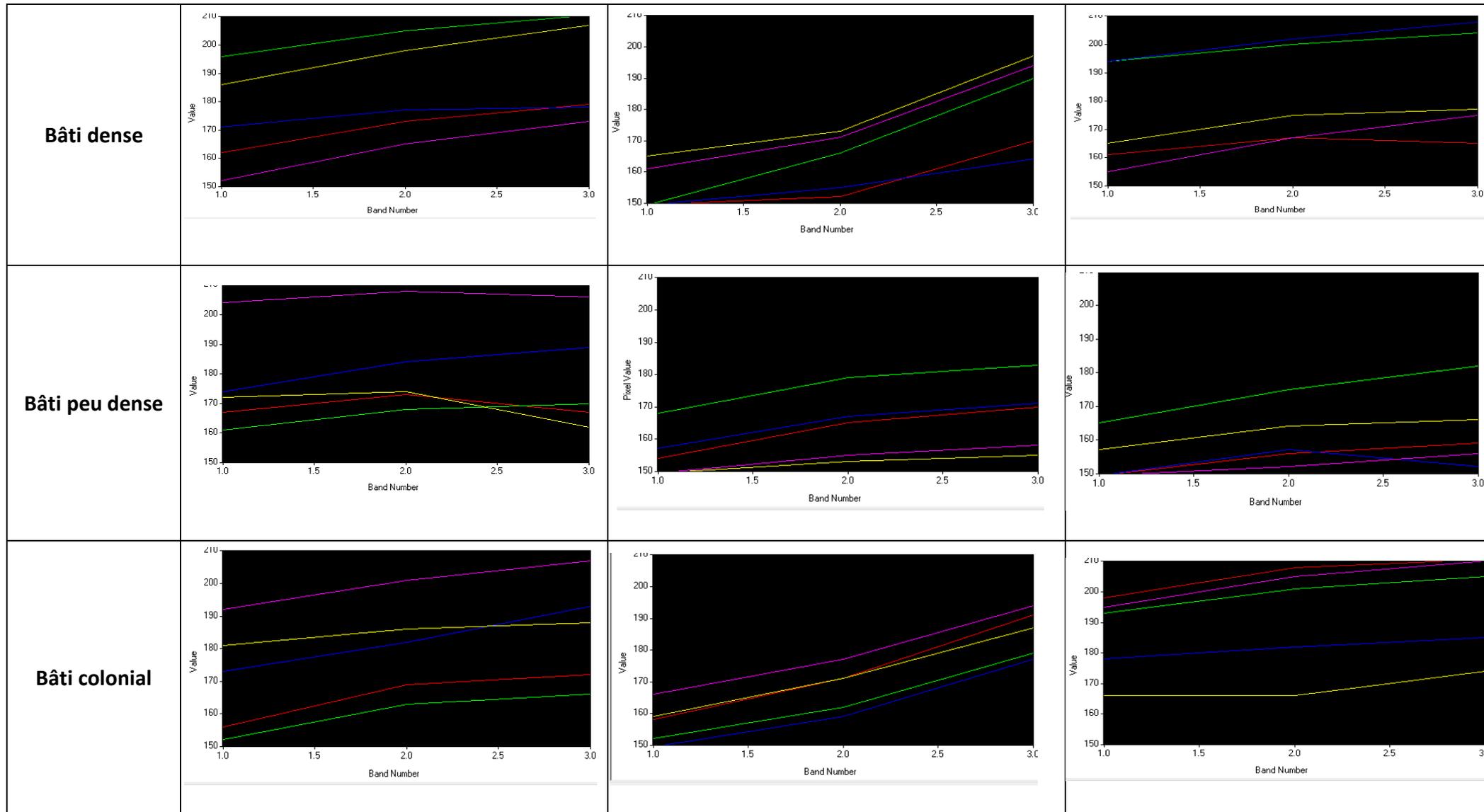
Types du bâti	Sur Quickbird	Les signatures spectrales	Photos prises sur terrain
<b>Bâti individuel</b>			 <p data-bbox="1518 683 2085 707">Mostaganem ville (exemple sur le bâti individuel) , 24/06/2020</p>
<b>Bâti collectif</b>			 <p data-bbox="1518 1106 2063 1129">Cité 20 Août 1956 (exemple sur le bâti collectif) , 24/06/2020</p>

<p><b>Equipements</b></p>			 <p><b>Cité 20 Août 1956 (exemple sur un équipement), 24/06/2020</b></p>
<p><b>Bâti dense</b></p>			 <p><b>Mostaganem ville (exemple sur le bâti dense), 07/07/2020</b></p>

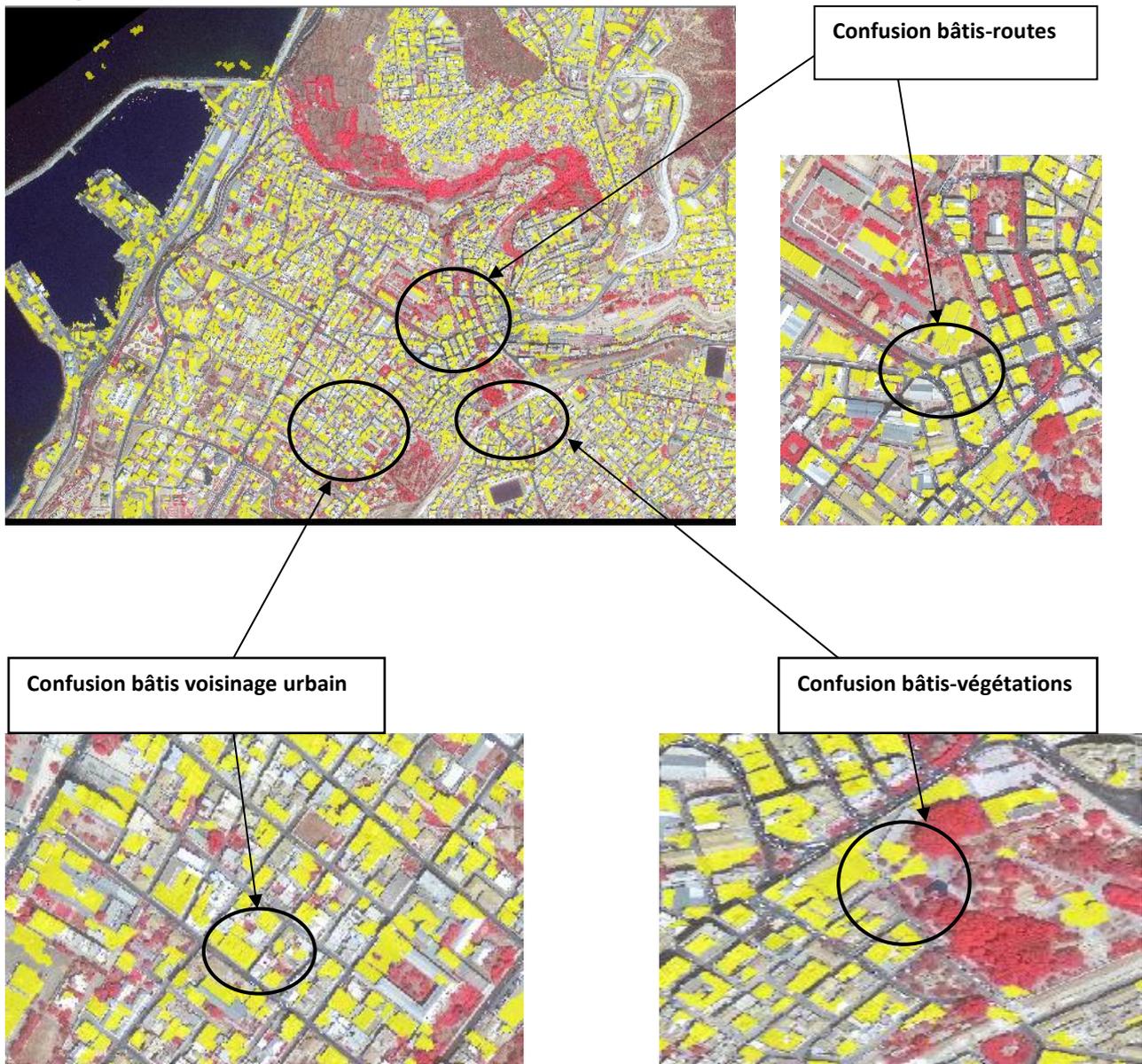
<p><b>Bâti peu dense</b></p>			 <p><b>Colonel Amirouche (exemple sur le bâti peu dense), 07/07/2020</b></p>
<p><b>Bâti colonial</b></p>			 <p><b>Derb (exemple sur le bâti colonial), 07/07/2020</b></p>

**Tableau IX.3. Variabilité spectrale due à la différence des matériaux et l'âge de construction et les types des tissus urbains**





La figure IX.9 présente des cas de confusions thématiques à l'intérieur de trois tissus urbains de la ville de Mostaganem : confusion bâti-routes, bâti-végétation et le bâti avec d'autres objets voisins.



**Figure IX.9. Résultats primitifs d'application de la classification orientée objet sur une zone choisie pour les opérations de nettoyage des erreurs de confusions-zone dans la ville de Mostaganem**

*Plus la résolution spatiale est fine, plus les caractéristiques des objets deviennent plus nombreuses, plus le processus de classification devient plus complexe. L'utilisateur doit étudier minutieusement les propriétés des objets. Cependant, les valeurs relatives aux limites qui cernent les objets sont incertaines ou floues, cela influe directement sur la qualité de l'extraction initiale.*

### IX.3.2. Amélioration de la qualité : approche de reclassification

Afin d'améliorer la qualité d'extraction, nous avons procédé de deux manières : par reclassification et par nettoyage des erreurs. Le nettoyage des erreurs par application des filtres de morphologie mathématique a amélioré significativement le résultat d'extraction mais n'a pas réglé le problème de confusion. Pour cela, la redéfinition des seuils a permis de réduire considérablement les défauts de manque/surplus interclasses.



Figure IX.10. Résultats d'application d'un nettoyage par recalcul d'attributs/reclassification et nettoyage par filtres

### IX.3.3. Amélioration de la qualité : caractérisation du bâti

Bien que les solutions de nettoyage par reclassification présentent l'avantage par rapport à celles usuelles basées sur les filtres de nettoyage par morphologie mathématique et qui permettent de redéfinir les limites initialement floues et imprécises, les résultats obtenus ne répondent pas à nos besoins de cartographie de la densité. Face à cette situation, une approche mixte de segmentation sous Ecognition et de personnalisation sous ArcGIS a été développée. L'idée consiste à intégrer en plus des paramètres calculés spatiaux, spectraux, de forme et de texture, les seuils relatifs aux différents indices de caractérisation du bâti. L'avantage majeur ici, est de cerner les différents types du bâti. En plus des indices intégrés sous Ecognition (de forme, géométrie et compacité), les autres indices calculés sont : L'indice I-Miller, l'indice de caquot, et l'indice de Gravillus.

La figure IX.11 donne l'exemple sur l'extraction de l'objet Bâti individuel d'où les exemples appartiennent à un seul niveau d'analyse de l'arbre ontologique construit (tableau IX.5).

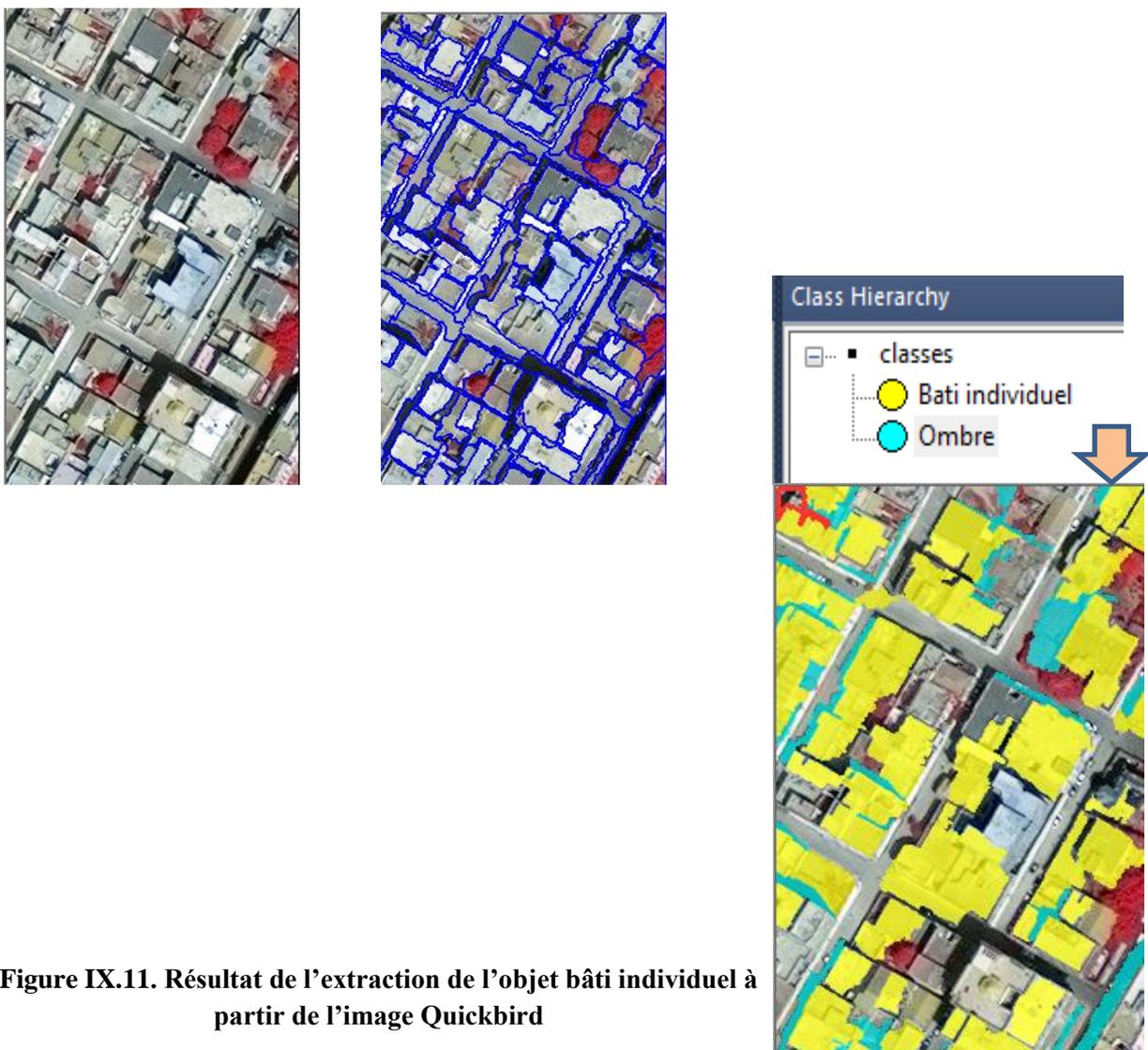


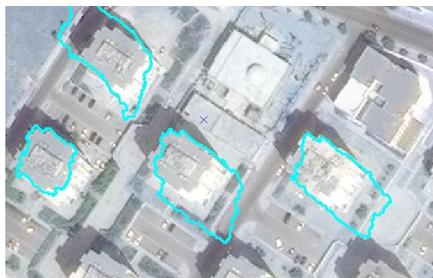
Figure IX.11. Résultat de l'extraction de l'objet bâti individuel à partir de l'image Quickbird

Tableau IX.5. Arbre du raisonnement hiérarchique de caractérisation des objets bâtis

<b>1/50000</b>		
		
<b>Scale=130</b>	<b>Shape=0.9</b>	<b>Compactness=0.3</b>
Géométrie=1.97, Forme=1.81, Compacité=1.53, Asymmetry=0.67, Indice de miller=0.24, Indice de caquot=0.005, Indice de de Gravelius (K)=0.006		
<b>1/25000</b>		
		
<b>Scale=110</b>	<b>Shape=0.9</b>	<b>Compactness=0.6</b>
Géométrie=2.29, Forme=1.60, Compacité=1.76, Asymmetry=0.40, Indice de miller=0.01, Indice de caquot=0.009, Indice de de Gravelius (K)=0.01		

**1/10000****Scale=90****Shape=0.9****Compactness=0.5**

Géométrie=2.27, Forme=1.55, Compacité=1.61, Asymmetry=0.35, Indice de miller=0.47, Indice de caquot=0.007, Indice de de Gravelius (K)=0.006

**1/2500****Scale=70****Shape=0.8****Compactness=0.4**

Géométrie=2.27, Forme=1.48, Compacité=1.43, Asymmetry=0.32, Indice de miller=0.29, Indice de caquot=0.006, Indice de de Gravelius (K)=0.009

Tableau IX.6. Extraits de la base de connaissances (attributs et indices de caractérisation du bâti)

Bâti individuel						Bâti collectif					
Compactnes	Shape	I miller	k	Forme	Caquot	Compactnes	Shape	I miller	Forme	K	Caquot
1,433735	108	0,357503	0,045542	0,423469	0,042169	1,735537	130	0,359707	0,395102	0,037603	0,036157
1,476958	124	0,423949	0,033449	0,621905	0,027831	1,293864	114	0,324728	0,234219	0,0475	0,056362
1,105403	136	0,412193	0,031367	0,814772	0,022483	1,502591	98	0,504806	0,458977	0,035544	0,037565
1,42104	116	0,443371	0,034189	0,366761	0,037882	1,489254	216	0,425881	0,41155	0,019115	0,019595
1,828125	48	0,348889	0,105	0,378698	0,101563	1,520599	226	0,393945	0,476219	0,01975	0,018102
1,949045	114	0,303466	0,050828	0,242284	0,057325	1,633439	142	0,354426	0,544197	0,034938	0,028414
1,606557	110	0,379914	0,042077	0,466837	0,038251	1,920255	164	0,292799	0,339102	0,036619	0,03429
2,470167	150	0,233895	0,050119	0,206914	0,053699	1,588299	180	0,307798	0,323557	0,031738	0,031195
1,788644	168	0,282137	0,037098	0,217421	0,042587	1,784335	142	0,337608	0,418354	0,036679	0,033205
2,236671	218	0,179451	0,044948	0,305429	0,03472	2,089096	172	0,198267	0,182218	0,051563	0,054202
1,247272	98	0,351795	0,051004	0,436083	0,046165	1,982163	176	0,350736	0,360956	0,028486	0,028297
1,869507	192	0,255875	0,035792	0,493754	0,025965	1,997135	170	0,303352	0,415229	0,034097	0,02937
2,576842	158	0,13534	0,08223	0,146222	0,079724	1,376801	266	0,327864	0,413984	0,020162	0,018082
1,28123	140	0,295416	0,042516	0,427959	0,035597	1,5215	228	0,302741	0,553126	0,025475	0,018993
1,582385	166	0,317692	0,033343	0,537355	0,025836	1,459377	112	0,366467	0,374017	0,042842	0,042735
1,978271	154	0,298695	0,038227	0,370676	0,034581	1,755388	322	0,275587	0,405882	0,019815	0,016454
1,303942	272	0,323066	0,020011	0,383443	0,01851	1,526615	250	0,286368	0,601588	0,024561	0,017077

Bâti dense						Bâti peu dense					
Compactnes	Shape	I miller	k	Forme	Caquot	Compactnes	Shape	I miller	Forme	K	Caquot
1,852074	134	0,346946	0,037823	0,435545	0,034018	1,5215	228	0,302741	0,553126	0,025475	0,018993
2,97619	142	0,156969	0,078889	0,28	0,059524	1,459377	112	0,366467	0,374017	0,042842	0,042735
1,428361	104	0,287988	0,05871	0,273868	0,06067	1,755388	322	0,275587	0,405882	0,019815	0,016454
2,291178	220	0,198002	0,040367	0,173684	0,043434	1,526615	250	0,286368	0,601588	0,024561	0,017077
1,487599	186	0,381926	0,024753	0,641513	0,019247	1,983015	146	0,215068	0,281369	0,056	0,049338
1,960854	114	0,271573	0,056797	0,334126	0,051601	1,634237	202	0,206235	0,322142	0,042209	0,034034
1,511401	90	0,47604	0,041042	0,365042	0,047231	1,915384	292	0,235544	0,444338	0,025566	0,018758
1,41651	174	0,321509	0,031432	0,461319	0,026443	1,67666	224	0,21202	0,458961	0,037025	0,025359
1,610404	196	0,256	0,035045	0,25072	0,035686	1,461035	144	0,43066	0,59509	0,028354	0,024308
1,538952	170	0,351158	0,029455	0,411941	0,027406	1,945808	226	0,216645	0,227663	0,035914	0,035305
1,371502	118	0,425763	0,035	0,561915	0,030702	1,419283	148	0,26721	0,294123	0,044464	0,042708
1,33309	90	0,438825	0,044523	0,464182	0,043625	1,459948	252	0,366096	0,596979	0,01906	0,015041
1,633634	150	0,31093	0,037702	0,399959	0,033499	2,113486	128	0,27521	0,306287	0,049916	0,047682
1,26303	68	0,412872	0,062632	0,40587	0,063658	1,599722	280	0,251681	0,407575	0,024952	0,01976
1,341129	208	0,427047	0,019796	0,613512	0,016644	1,290238	132	0,406556	0,469051	0,032766	0,030741
1,621029	88	0,334112	0,059806	0,465039	0,051085	1,76906	126	0,386072	0,344372	0,036148	0,03857
1,402181	78	0,402564	0,056	0,400784	0,056558	1,526821	180	0,273684	0,382241	0,035694	0,030437
1,822365	108	0,250898	0,064893	0,338408	0,056308	1,617964	192	0,23952	0,361475	0,038236	0,031366
1,802555	138	0,281617	0,045246	0,327531	0,04228	1,613817	156	0,356114	0,474891	0,031652	0,027622
1,235982	156	0,401532	0,028072	0,473169	0,02606	1,459353	176	0,389662	0,461493	0,02564	0,023742

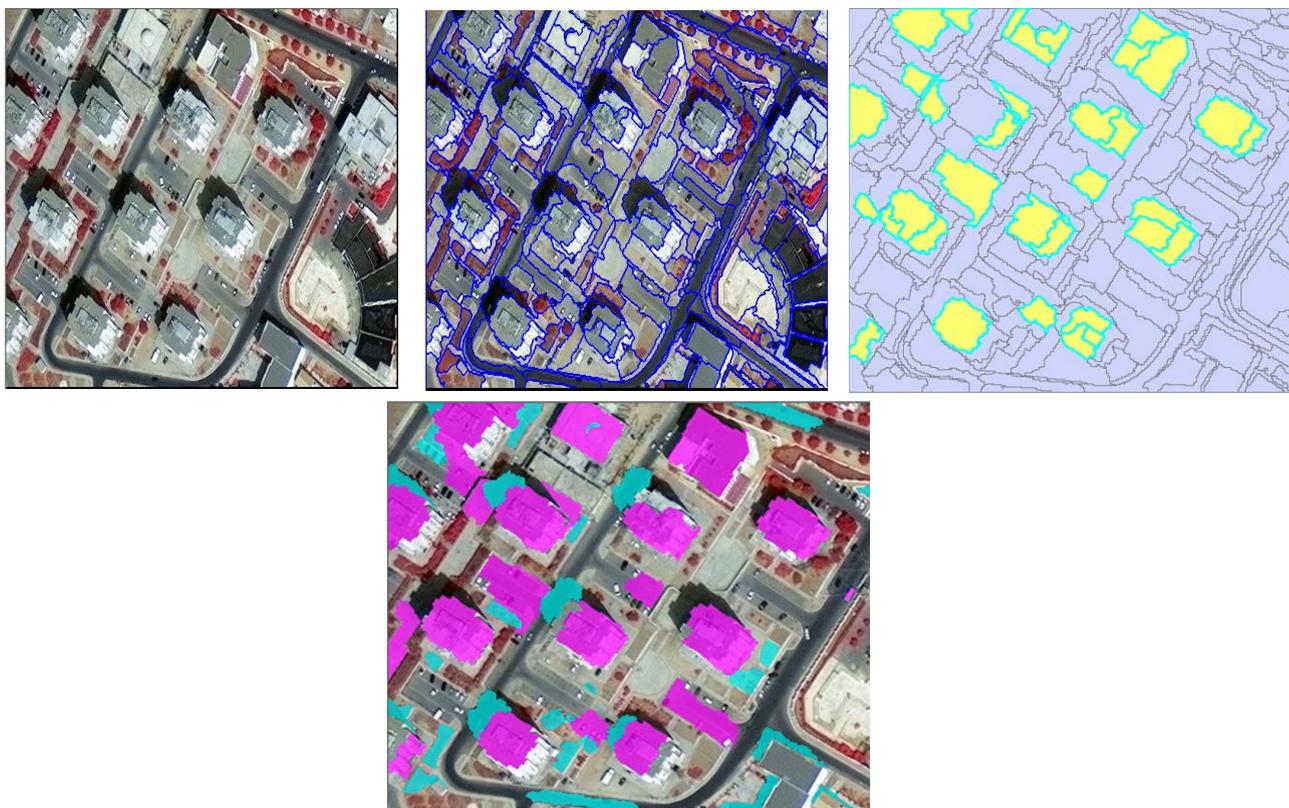
**Objet Bâti collectif :**

Figure IX.12. Résultat de l'extraction de l'objet bâti collectif à partir de l'image Quickbird

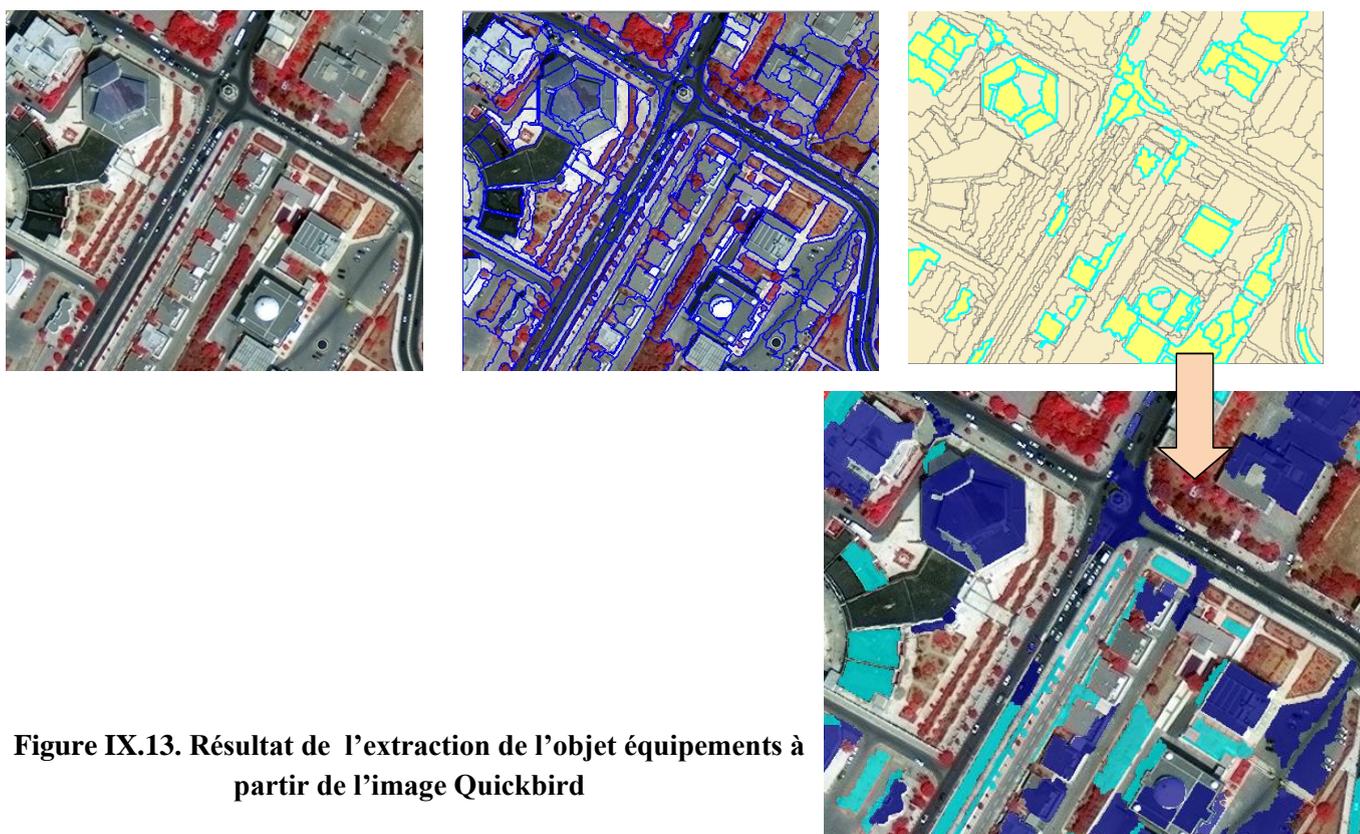
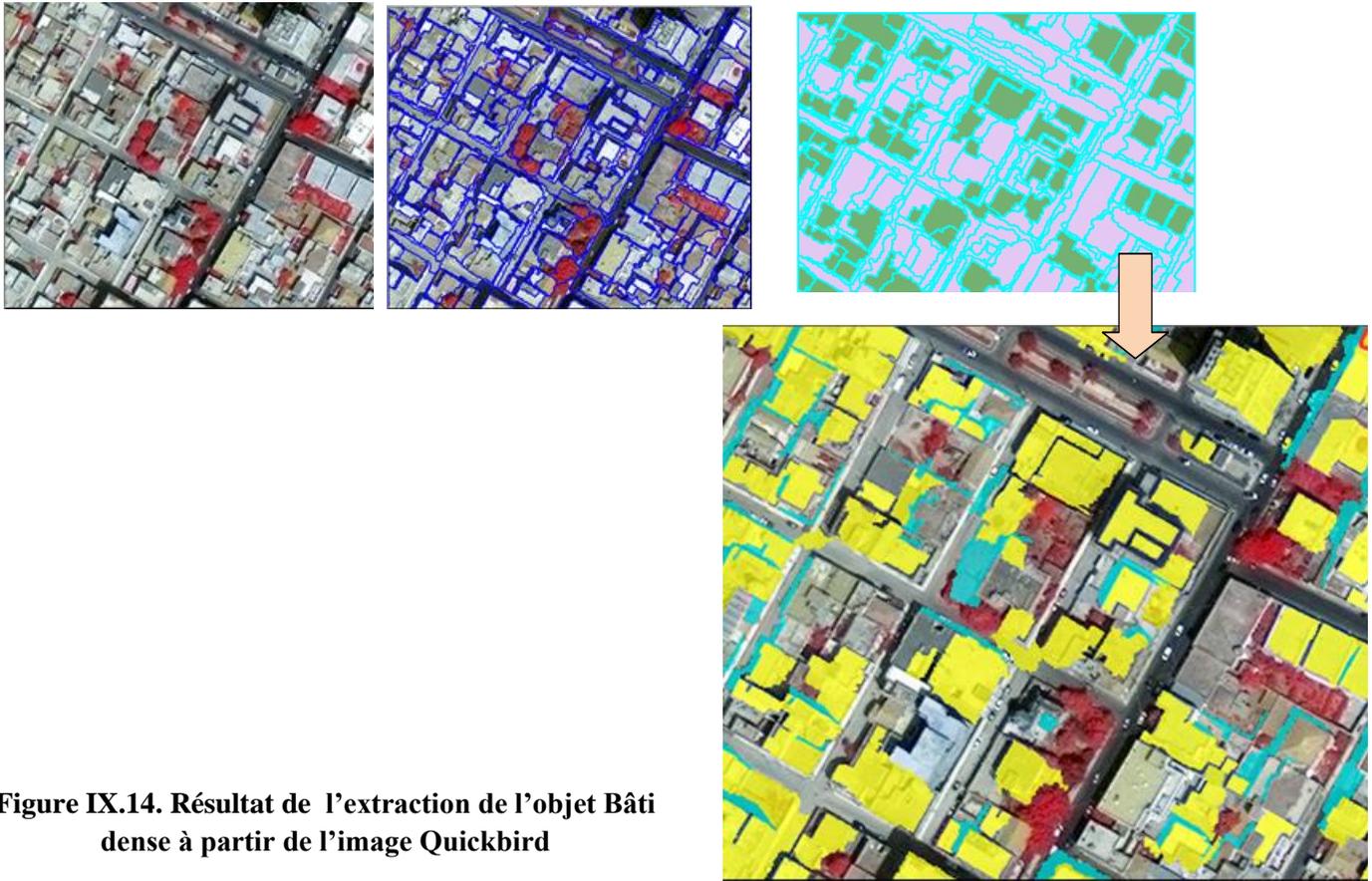
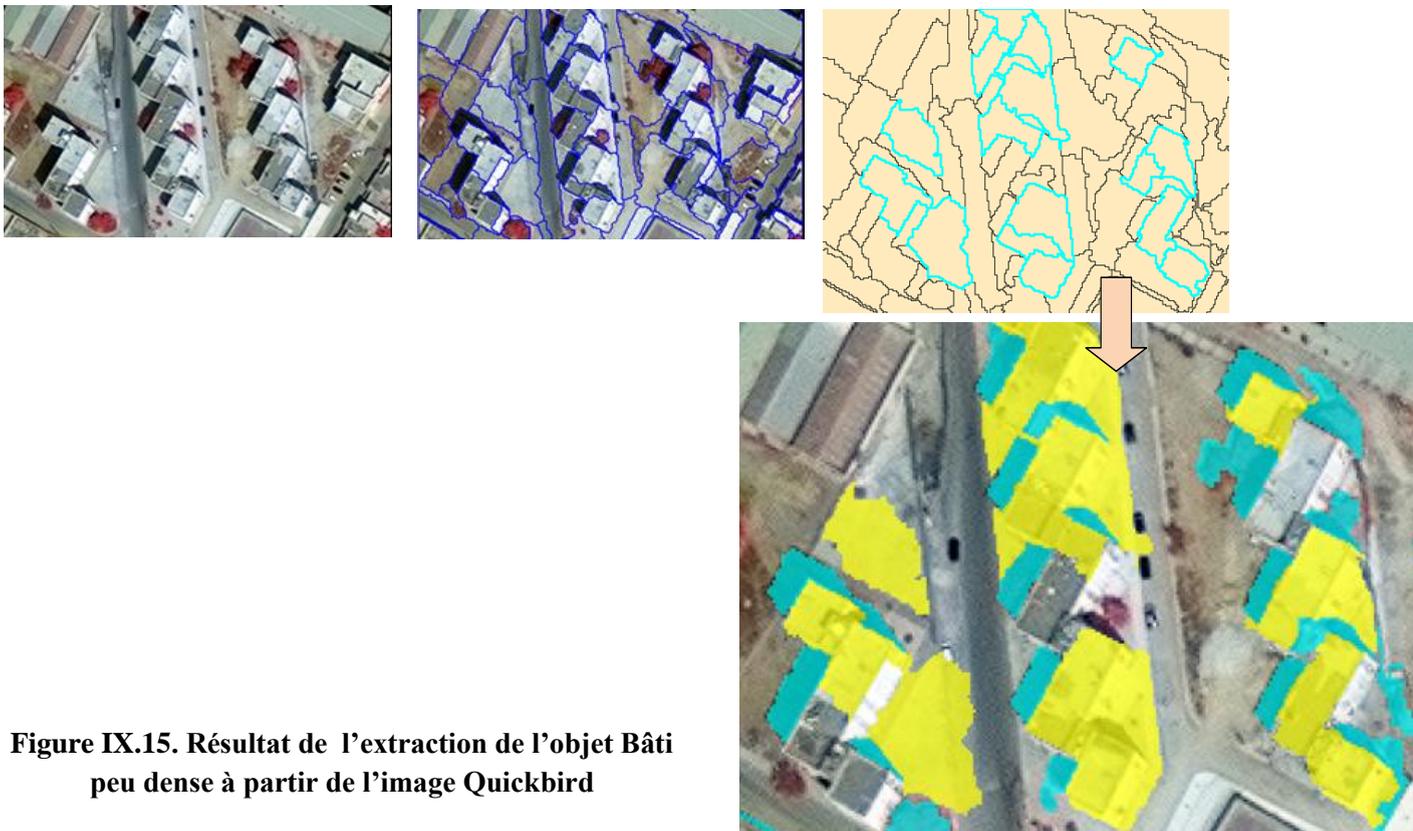
**Objet équipements**

Figure IX.13. Résultat de l'extraction de l'objet équipements à partir de l'image Quickbird

**Objet Bâti dense**

**Figure IX.14.** Résultat de l'extraction de l'objet Bâti dense à partir de l'image Quickbird

**Objet Bâti peu dense**

**Figure IX.15.** Résultat de l'extraction de l'objet Bâti peu dense à partir de l'image Quickbird

### Objet Bâti colonial

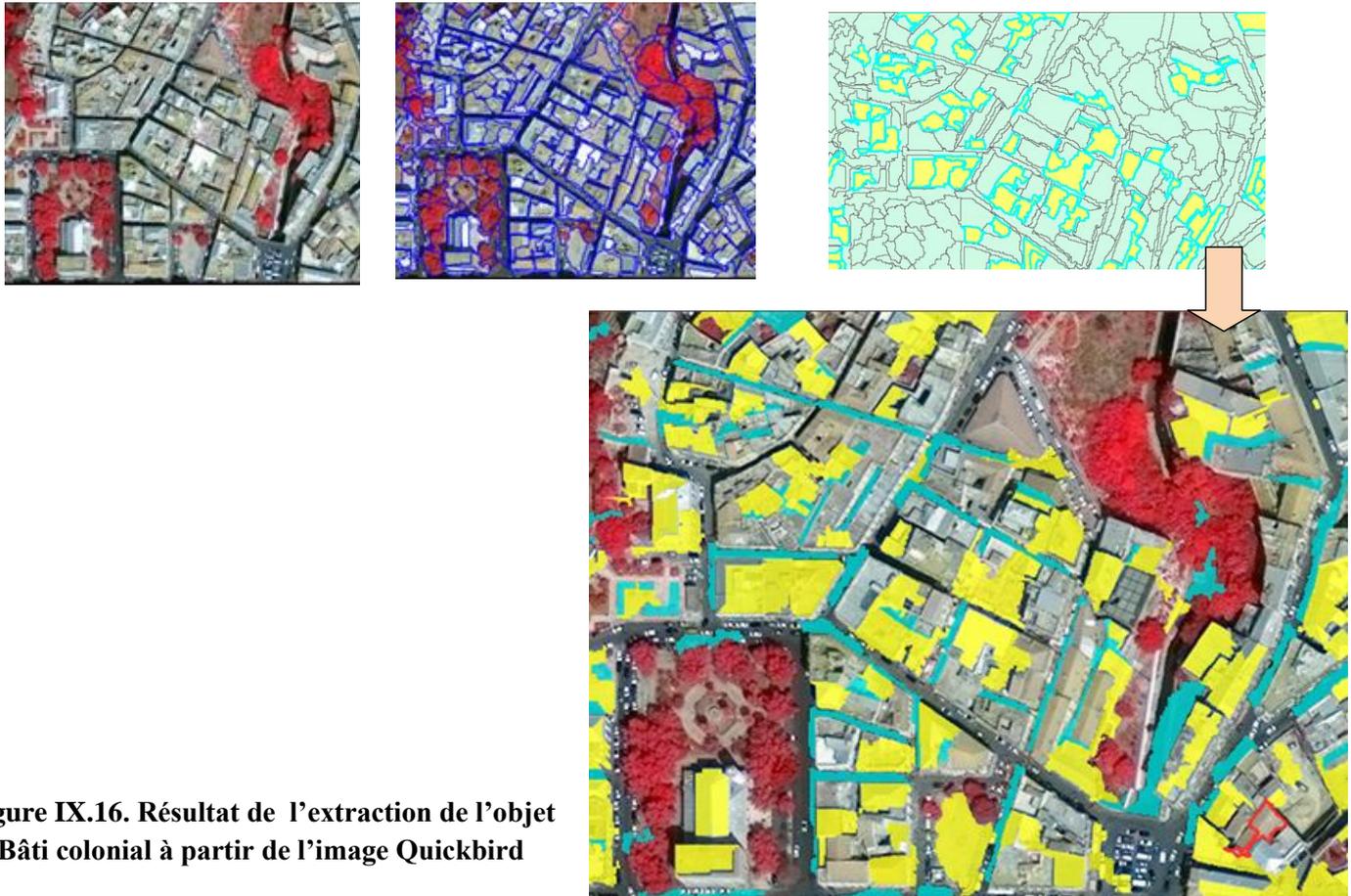


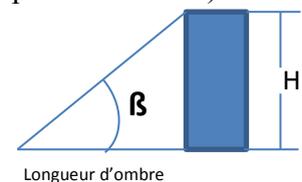
Figure IX.16. Résultat de l'extraction de l'objet Bâti colonial à partir de l'image Quickbird

## IX.4. Cartographie de la densité urbaine et de population

Dans cette section, nous présentons la procédure des calculs effectués pour la cartographie de la densité de population. L'extraction précise des différents types du bâti nous a permis de calculer leurs dimensions qui ont été comparés avec les valeurs données par le PDAU relatives aux emprises au sol, d'où la différence entre les valeurs comparées varie entre 5 m<sup>2</sup> et 20 m<sup>2</sup> quel que soit l'échantillon de comparaison. Aussi, nous avons comparé les hauteurs calculées en appliquant l'équation 01 ci-dessous avec les hauteurs extraites du PDAU d'où les différences varient entre 1,5m et 3,5m à l'exception de quelques valeurs du PDAU qui ne reflètent pas la réalité (changement dans les études des Plans d'occupation des Sols).

$$\text{Hauteur} = \text{longueur d'ombre} / \tan \beta \quad \dots\dots\dots \text{équation 01}$$

Avec :  $\beta = 17.975^\circ$  et l'heure d'acquisition : 10 h 48 m 06 s



En connaissant les taux d'occupation par logement TOL et en déduisant d'autres paramètres (tableaux ci-dessous), nous pouvons estimer la population par immeuble et par îlot urbain.

Tableau IX.7. Paramètres d'estimation de la population pour le Bâti individuel

Type	individuel
Terrain	R+1 → R+3
Emprise au sol	250 m <sup>2</sup> → 500 m <sup>2</sup>

Autres caractéristiques/données :

Bâtis	Longueur d'ombre (m)	Hauteur (m)
1	1.71	5.30
2	2.18	6.72
3	2.61	8.04
4	2.79	8.60
5	2.54	7.82
6	3.30	10.17
7	2.69	8.30

Nombre d'étages : 2 à 3 étages par immeuble.

Taux d'Occupation par Logement = 5

Superficie totale d'un îlot urbain échantillon= 21 146.95 m<sup>2</sup>

Tableau IX.8. Paramètre d'estimation de la population pour le Bâti collectif

Type	collectif
Terrain	R+1 → R+10
Emprise au sol	250 m <sup>2</sup> → 600 m <sup>2</sup>

Autres caractéristiques/données :

Bâtis	Longueur d'ombre (m)	Hauteur (m)
1	8.17	25.18
2	8.93	27.50
3	8.80	27.12
4	8.63	26.60
5	8.75	26.90
6	8.46	24.80
7	8.10	24.96
8	8.53	26.30
9	8.16	25.15
10	8.21	25.30

Nombre d'étages : 10 étages par immeuble (échantillon).

L'emprise au sol = 425 m<sup>2</sup>

Le pourcentage des parties communes= 25 %

Taux d'Occupation par Logement = 5

Superficie totale d'un îlot urbain échantillon= 23 271.38 m<sup>2</sup>

Tableau IX.9. Paramètre d'estimation de la population pour le Bâti peu dense

Type	Bâti peu dense
Terrain	R+1 → R+5
Emprise au sol	250 m → 550 m <sup>2</sup>

Autres caractéristiques/données :

Bâtis	Longueur d'ombre (m)	Hauteur (m)
1	3.59	11.06
2	3.44	10.60
3	3.90	12.00
4	3.05	9.40
5	3.45	10.63
6	3.30	10.17
7	3.14	9.68

Nombre d'étages : 3 à 4 étages par immeuble.

L'emprise au sol = 190 m<sup>2</sup>

Le pourcentage de la partie commune = 25 %

Taux d'Occupation par Logement = 5

Tableau IX.10. Paramètre d'estimation de la population pour le Bâti dense

Type	Bâti dense	
Terrain	R+1 → R+3	
Emprise au sol	250 m <sup>2</sup> → 500 m <sup>2</sup>	
Bâtis	Longueur d'ombre (m)	Hauteur (m)
1	1.71	5.30
2	2.18	6.72
3	2.61	8.04
4	2.79	8.60
5	2.54	7.82
6	3.30	10.17
7	2.69	8.30

Autres caractéristiques/données :

Nombre d'étages : 2 à 3 étages par immeuble.

L'emprise au sol = 260 m<sup>2</sup>

Le pourcentage de la partie commune = 25 %

Taux d'Occupation par Logement = 7

Superficie totale d'un îlot urbain échantillon = 7 318.28 m<sup>2</sup>

Tableau IX.11. Paramètre d'estimation de la population pour le Bâti colonial

Type	Bâti colonial	
Terrain	R+1 → R+3	
Emprise au sol	250 m <sup>2</sup> → 500 m <sup>2</sup>	
bâtis	Longueur d'ombre (m)	Hauteur (m)
1	4.39	13.53
2	3.22	9.92
3	3.08	9.49
4	3.59	11.06
5	2.43	7.48
6	4.68	14.42

Autres caractéristiques/données :

Nombre d'étages : 2 à 3 étages par immeuble.

L'emprise au sol = 650 m<sup>2</sup>

Le pourcentage de la partie commune = 25 %

Taux d'Occupation par Logement = 5

Superficie totale d'un îlot urbain échantillon = 14 807.38 m<sup>2</sup>

Entre les méthodes d'interpolation existantes sous ArcGIS inverse de la distance pondérée IDW et krigeage, nous avons opté pour le krigeage sous condition d'intensifier le nombre d'immeubles échantillon. La cartographie de la densité de population résultante se rapproche à la réalité comparativement à notre enquête sur terrain.

Les figures IX.17 et IX.18 représentent respectivement les cartes de la densité résidentielle obtenue, et la densité de la population en appliquant l'interpolation de Krigeage affectée par îlots urbains. L'unité des cartes produites est le nombre de population par hectare (ha).

Comparativement aux chiffres théoriques du PDAU de 2015 (voir chapitre 08, page 317), les chiffres ne se rapprochent pas, cela est évident puisqu'il existe toujours une différence entre des estimations théoriques et une cartographie à base d'échantillons terrain.

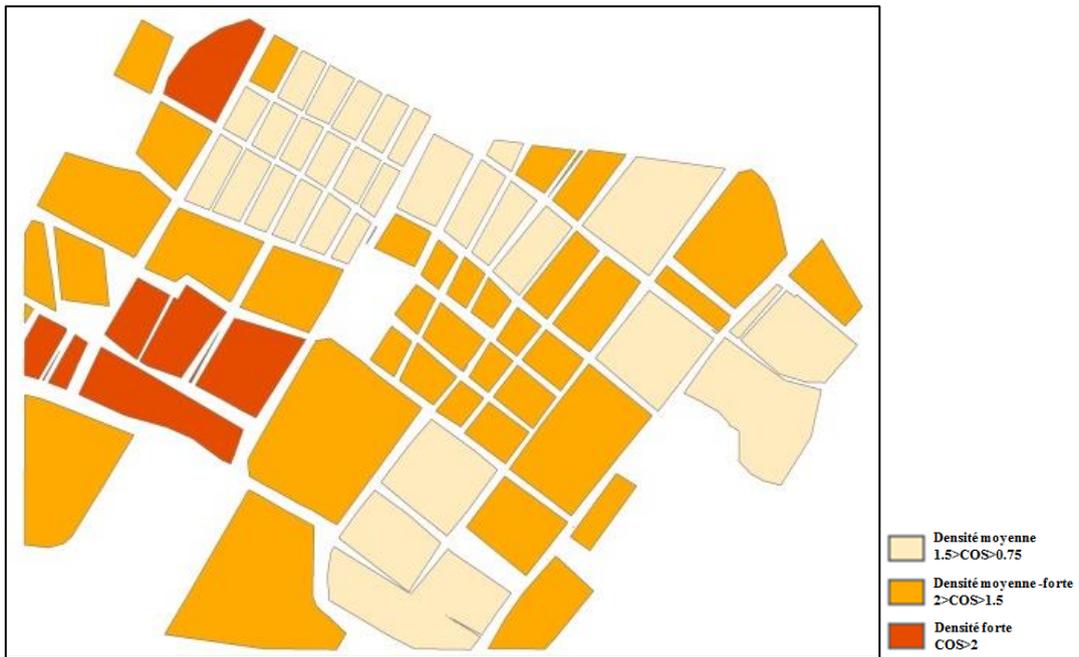


Figure IX.17. Carte de la densité résidentielle (nombre de logements par ha)

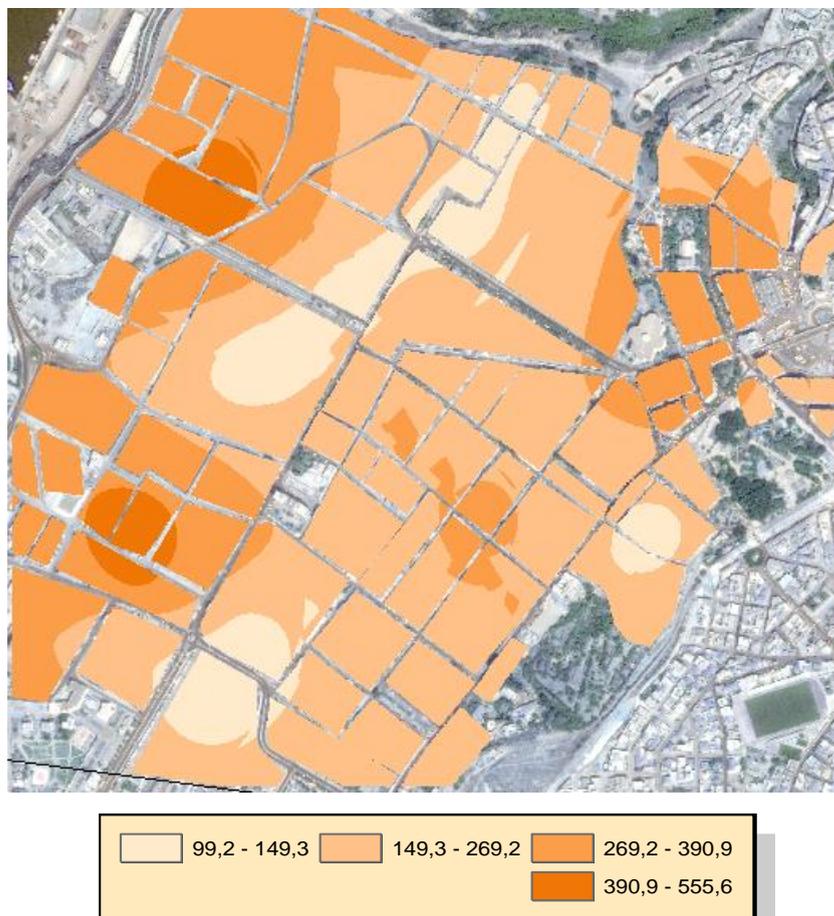


Figure IX.18. Densité de population par îlots urbains (unité nombre de personnes par ha).

## **IX.4. Notions liées aux modèles d'apprentissage profond**

Pour rappel, L'intelligence artificielle IA, consiste à mettre en œuvre un certain nombre de techniques visant à permettre aux machines d'imiter une forme d'intelligence réelle. L'IA se retrouve implémentée dans un nombre grandissant de domaine d'application.

La notion voit le jour dans les années 1950 grâce au mathématicien Alan Turing. Dans son livre « *Computing Machinery and Intelligence* », ce dernier soulève la question d'apporter aux machines une forme d'intelligence. Il décrit alors un test aujourd'hui connu sous le nom « Test de Turing » dans lequel un sujet interagit à l'aveugle avec un autre humain, puis avec une machine programmée pour formuler des réponses sensées. Si le sujet n'est pas capable de faire la différence, alors la machine a réussi le test et, selon l'auteur, peut véritablement être considérée comme « intelligente ». (J. Heudin, 2015).

### **IX.4.1. L'apprentissage automatique (Machine learning)**

Le Machine Learning est une technologie d'intelligence artificielle permettant aux ordinateurs d'apprendre sans avoir été programmés explicitement à cet effet. Pour apprendre et se développer, les ordinateurs ont toutefois besoin de données à analyser et sur lesquelles s'entraîner. De fait, le Big Data est l'essence du Machine Learning, et c'est la technologie qui permet d'exploiter pleinement le potentiel du Big Data. (L. Bastien, 2021).

### **IX.4.2. L'apprentissage profond (deep learning)**

Le '*deep learning*' ou apprentissage profond est un type d'intelligence artificielle dérivé du '*machine learning*' (apprentissage automatique), on peut dire que l'apprentissage profond est une évolution du *Machine learning* lorsque ce dernier était incapable de résoudre quelques problèmes majeurs de l'IA telle que la reconnaissance vocale et la reconnaissance d'objets.

Le *deep learning* s'appuie sur un réseau de neurones artificiels s'inspirant du cerveau humain. Ce réseau est composé de dizaines voire de centaines de « couches » de neurones, chacune recevant et interprétant les informations de la couche précédente. Le système apprendra par exemple à reconnaître les lettres avant de s'attaquer aux mots dans un texte, ou détermine s'il y a un visage sur une photo avant de découvrir de quelle personne il s'agit. (J. Heudin, 2015).

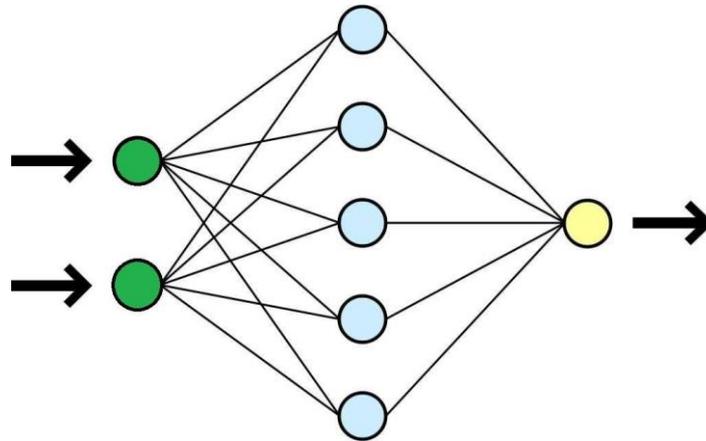


Figure IX.19. Schéma très simplifié d'un réseau neuronal (Source : C. Durand, 2017)

Les deux neurones de gauche (en vert) reçoivent les informations. Le traitement de ces données est déterminé par leurs connexions avec les neurones internes (en bleu). Les neurones qui reçoivent une donnée sont activés. L'information finale est envoyée sur le dernier neurone (en jaune) ou sur l'organe effecteur (un moteur par exemple). (C. Durand, 2017).

Les concepts de l'intelligence artificielle et les réseaux neuronaux sont un peu vieux revient à ~1950, mais ils n'ont été exploités que ces dernières années et cela dû à :

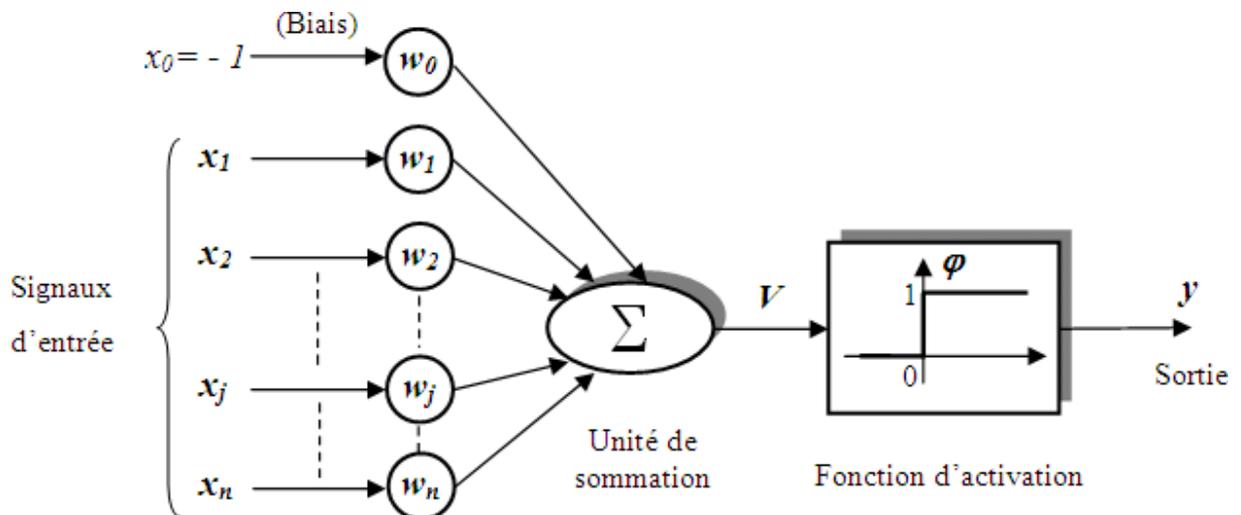
- L'explosion quantitative des données numériques qui sont l'essence de l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond plus il y a des données, plus il est précis le modèle, entrainer un modèle nécessite toujours un minimum de données qui ne devrait pas descendre.
- L'évolution du matériel informatique '*hardware*' parce que gère le Big Data nécessite des machines trop puissantes.
- L'évolution des logiciel et les bibliothèques informatiques qui permirent de créés et entraînait les modèles.

#### IX.4.3. Structure d'un réseau de neurones

Un réseau de neurones est en général composé d'une succession de couches dont chacune prend ses entrées sur les sorties de la précédente. Chaque couche ( $i$ ) est composée de ( $N_i$ ) neurones, prenant leurs entrées sur les  $N_{i-1}$  neurones de la couche précédente. À chaque synapse est associé un poids synaptique ( $W_{ij}$ ), de sorte que les  $N_{i-1}$  sont multipliés par ce poids, puis additionnés par les neurones de niveau  $i$ , ce qui est équivalent à multiplier le vecteur d'entrée par une matrice de transformation. Mettre l'une derrière l'autre les différentes couches d'un réseau de neurones reviendrait à mettre en cascade plusieurs matrices de

transformation et pourrait se ramener à une seule matrice, produit des autres, s'il n'y avait à chaque couche, la fonction de sortie qui introduit une non linéarité à chaque étape. Ceci montre l'importance du choix judicieux d'une bonne fonction de sortie : un réseau de neurones dont les sorties seraient linéaires n'aurait aucun intérêt. (C. Touzet, 2016).

- Au-delà de cette structure simple, le réseau de neurones peut également contenir des boucles qui en changent radicalement les possibilités mais aussi la complexité. De la même façon que des boucles peuvent transformer une logique combinatoire en logique séquentielle, les boucles dans un réseau de neurones transforment un simple dispositif de reconnaissance d'entrées en une machine complexe capable de toutes sortes de comportements. (A. Tiguercha, 2019).



**Figure IX.20. Structure d'un neurone artificiel. Le neurone calcule la somme de ses entrées puis cette valeur passe à travers la fonction d'activation pour produire sa sortie. (J. Lecoer, 2007)**

- **Fonction d'activation :** Dans le domaine des réseaux de neurones artificiels, la fonction d'activation est une fonction mathématique appliquée à un signal en sortie d'un neurone artificiel. Le terme de "fonction d'activation" vient de l'équivalent biologique "potentiel d'activation", seuil de stimulation qui, une fois atteint entraîne une réponse du neurone. La fonction d'activation est souvent une fonction non linéaire. Des exemples classiques de fonctions d'activation sont : la fonction sigmoïde, la fonction tangente hyperbolique, et la fonction de Heaviside.

#### **IX.4.4. Entraînement d'un Modèle**

Lorsque nous formons un modèle, nous essayons essentiellement de résoudre un problème d'optimisation. Nous essayons d'optimiser les poids dans le modèle. Notre tâche est de trouver les poids qui relient le plus précisément nos données d'entrée à la bonne classe de sortie. Ce mappage est ce que le réseau doit apprendre.

#### **IX.4.5. Initialisation d'un modèle**

Lorsque le modèle est initialisé, les poids de réseau sont définis sur des valeurs arbitraires, à la fin du réseau, le modèle fournira la sortie pour un input donné.

Une fois la sortie obtenue, la perte (Loss) peut être calculée pour cette sortie spécifique en regardant ce que le modèle prédit par rapport à le label vraie. Le calcul du Loss dépend de la fonction de perte choisie.

##### **IX.4.5.1. Gradient de la fonction de la perte**

Après le calcul de la perte, le gradient de cette fonction est calculé par rapport à chacun des poids dans le réseau. Note, gradient est juste un mot pour la dérivée d'une fonction de plusieurs variables. Une fois que nous avons la valeur pour le gradient de la fonction de perte, nous pouvons utiliser cette valeur pour mettre à jour le poids du modèle. Le gradient nous indique quelle direction va déplacer la perte vers le minimum, et notre tâche est de déplacer dans une direction qui abaisse la perte et se rapproche de cette valeur minimale.

##### **IX.4.5.2. Le taux d'apprentissage**

Le taux d'apprentissage nous indique l'ampleur d'un pas que nous devrions faire dans la direction duminimum.

##### **IX.4.5.3. Mise à jour des poids**

Il s'agit de la multiplication du gradient avec le taux d'apprentissage, et on soustrait ce produit du poids, ce qui nous donnera la nouvelle valeur mise à jour pour ce poids.

$$\text{Nouveau poids} = \text{ancien poids} - (\text{taux d'apprentissage} * \text{gradient})$$

Cette mise à jour des poids est essentiellement ce que nous voulons dire lorsque nous disons que le modèle apprend. Il apprend quelles valeurs attribuer à chaque poids en fonction de la manière dont ces changements incrémentiels affectent la fonction de perte. Au fur et à mesure que les poids changent, le réseau devient plus intelligent en termes de mappage précis des entrées vers la sortie correcte.

### **IX.4.6. Type de réseau de neurones**

Le type de réseau neuronal utilisé peut varier selon l'application et le type des données de l'input en distinguant 3 types majeurs :

#### **IX.4.6.1. Réseau de neurones artificiel (ANN)**

Est un groupe de plusieurs perceptrons ou neurones à chaque couche. ANN est également connu comme un réseau de neurones de '*feed-forward*' parce que les entrées sont traitées uniquement dans la direction directe. Ce type de réseaux neuronaux est l'un des variantes les plus simples des réseaux neuronaux. Ils transmettent l'information dans une direction, par différents nœuds d'entrée, jusqu'à ce qu'elle atteigne le nœud de sortie. Ce type est utilisé souvent quand les données sont simples (par ex : texte data) et l'application n'est pas compliquée (simple classification). (L. Bastien, 2019).

#### **IX.4.6.2. Réseau neuronale récurrent (RNN)**

Les réseaux de neurones récurrents (RNN) sont plus complexes. Ils enregistrent la sortie des nœuds de traitement et réintroduisent le résultat dans le modèle (ils ne transmettent pas les informations dans une seule direction). C'est ainsi que le modèle apprend à prédire le résultat d'une couche. Chaque nœud du modèle RNN agit comme une cellule mémoire, poursuivant le calcul et la mise en œuvre des opérations. Si la prédiction du réseau est incorrecte, le système s'auto-apprend et continue de travailler à la bonne prédiction pendant la rétropropagation ce type est utilisé quand les données sont de type séquentiel (données sonore). (G. Gelly, 2017).

#### **IX.4.6.3. Réseau neuronal convolutif (CNN)**

Les réseaux convolutifs sont une forme particulière de réseau neuronal multicouches dont l'architecture des connexions est inspirée de celle du cortex visuel des mammifères. Leur conception suit la découverte de mécanismes visuels dans les organismes vivants. Ces réseaux de neurones artificiels (aussi baptisés réseau de neurones à convolution, ou CNN) sont capables de catégoriser les informations des plus simples aux plus complexes. Ils consistent en un empilage multicouche de neurones, des fonctions mathématiques à plusieurs paramètres ajustables, qui prétraitent de petites quantités d'informations. Les réseaux convolutifs sont caractérisés par leurs premières couches convolutionnelles (généralement une à trois). Une couche convolutive, est basée comme son nom l'indique sur le principe mathématique de convolution, et cherche à repérer la présence d'un motif (dans un signal ou dans une image par exemple). (M. Chane, 2021).

Pour une image, la première couche convolutionnelle peut détecter les contours des objets (par exemple un cercle), la seconde couche convolutionnelle peut combiner les contours en objets (par exemple une roue), et les couches suivantes (non nécessairement convolutionnelles) peuvent utiliser ces informations pour distinguer une voiture d'une moto. Une phase d'apprentissage sur des objets connus permet de trouver les meilleurs paramètres en montrant par exemple à la machine des milliers d'images d'un chien, d'une voiture ou d'un sport... L'un des enjeux est de trouver des méthodes pour ajuster ces paramètres le plus rapidement et le plus efficacement possible. Les réseaux neuronaux convolutifs ont de nombreuses applications dans la reconnaissance d'images, de vidéos ou le traitement du langage naturel. (C'est le type qu'en va utiliser dans notre application). (N. Vayatis Et al, 2020).

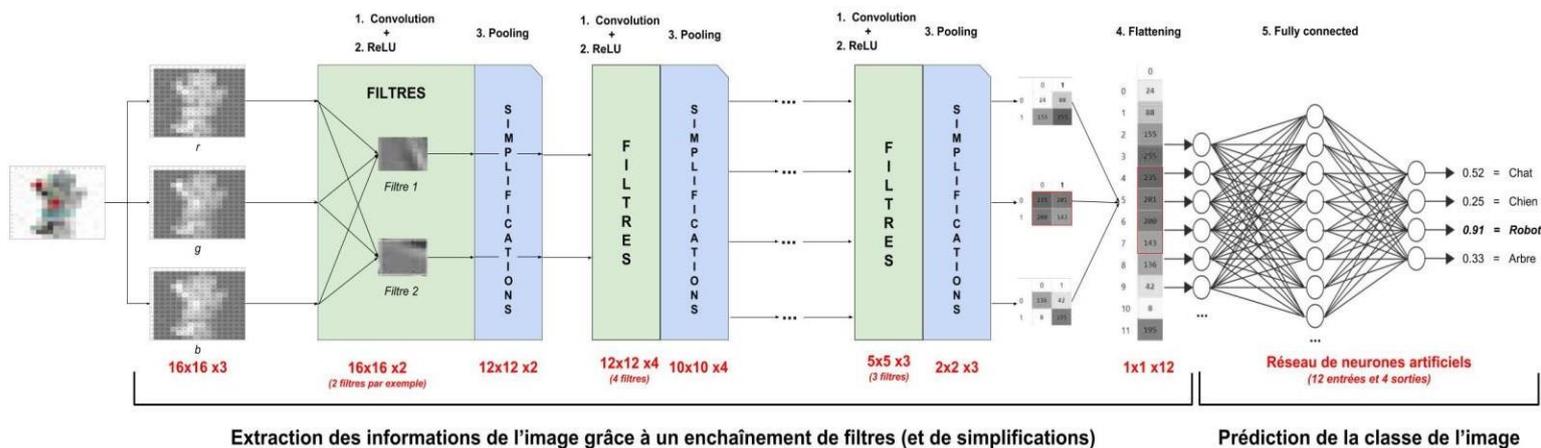


Figure IX.21. Architecture d'un réseau de neurone convolutif (Lambert R, 2019)

Lors de la programmation d'un CNN, l'entrée est un tenseur avec forme (nombre d'images) x (hauteur de l'image) x (largeur de l'image) x (profondeur de l'image). Ensuite, après avoir traversé une couche convolutionnelle, l'image est abstraite vers une carte de caractéristiques, avec la forme (nombre d'images) x (hauteur de la carte de caractéristiques) x (largeur de la carte de caractéristiques) x (canaux de la carte de caractéristiques). (Lambert R, 2019)

Un CNN est composé de plusieurs types de couches :

- **La couche convolutionnelle** : crée une carte de caractéristiques pour prédire les probabilités de classe pour chaque caractéristique en appliquant un filtre qui scanne l'image entière, quelques pixels à la fois.
- **La couche Pooling** : réduit la quantité d'information générée par la couche

convolutionnelle pour chaque caractéristique et maintient l'information la plus essentielle (le processus des couches de convolution et de mise en commun se répète habituellement plusieurs fois).

- **La couche Flatten** : les sorties générées par les couches précédentes pour les transformer en un seul vecteur qui peut être utilisé comme entrée pour la couche suivante.
- **Couche entièrement connectée** : applique des poids sur l'entrée générée par l'analyse des caractéristiques pour prédire une étiquette précise.
- **La couche de sortie entièrement connectée** : génère les probabilités finales pour déterminer une classe pour l'image. (Lambert R, 2019).

## **IX.5. Développement d'un modèle d'apprentissage profond dédié à la cartographie de la densité à Mostaganem**

Le but de ce travail est de créer une carte de la densité urbaine à l'aide des techniques de l'apprentissage profond, pour ce but on a développé un système intelligent sous langage Python qui classifie des imagerie (de ~3 hectares de surface) en trois classes, densité faible, densité moyenne et densité forte. Le système consiste en deux parties principales. La première partie contient le modèle intelligent qui fait la classification des imagerie. Dans la deuxième partie l'image de la zone de travail va être traitée. Une fenêtre de même taille que le modèle a été entraîné va balayer l'image entière, et classifie zone par zone.

### **IX.5.1. Ressources matérielles**

Notre système est développé dans un ordinateur dont les caractéristiques :

- Processeur « Ryzen 5 3600 »
- Ram 16GB
- Carte graphique « AMD RX 580 8GB »

### **IX.5.2. Ressources logicielles**

**Python 3** : est un langage de script de haut niveau, structuré et open source. Développé à l'origine par Guido van Rossum en 1989, il est, comme la plupart des applications et outils open source, maintenu par une équipe de développeurs un peu partout dans le monde. Conçu pour être orienté objet, il n'en dispose pas moins d'outils permettant de se livrer à la programmation fonctionnelle ou impérative ; c'est d'ailleurs une des raisons qui lui vaut son appellation de « langage agile ». Parmi les autres raisons, citons la rapidité de développement

(qualité propre aux langages interprétés), la grande quantité de modules fournis dans la distribution de base ainsi que le nombre d'interfaces disponibles avec des bibliothèques écrites en C, C++ ou Fortran. Il est également apprécié pour la clarté de sa syntaxe, ce qui l'oppose au langage Perl.

**Tensorflow** : TensorFlow est une bibliothèque open source de Machine Learning, créée par Google, permettant de développer et d'exécuter des applications de Machine Learning et de Deep Learning. Découvrez tout ce que vous devez savoir à son sujet.



**Keras** : est une API de réseaux de neurones de haut niveau, écrite en Python et interfaçable avec TensorFlow, CNTK et Theano. Elle a été développée pour objectif de permettre des expérimentations rapides. Être capable d'aller de l'idée au résultat avec le plus faible délai possible étant la clef d'une recherche efficace.



**Pycharm** : est un environnement de développement intégré (IDE) utilisé pour programmer en Python, il permet l'analyse de code et contient un débogueur graphique. Il permet également la gestion des tests unitaires.



### IX.5.2. Création et entraînement du modèle

Les données que nous avons utilisé pour l'entraînement de notre système sont des imagerie créées manuellement de 300\*200 pixels qui couvrent une surface de ~3hectares. Le choix de la surface de 3 hectares a été fait par ce que les images qui couvrent des surfaces de 1 ou 2 hectares ne sont pas soumis à la différentiation. Les images sont classées en trois classes selon leur densité (faible, moyenne, fort), et la classification a été faite on se basant sur les coefficients COS et CES :

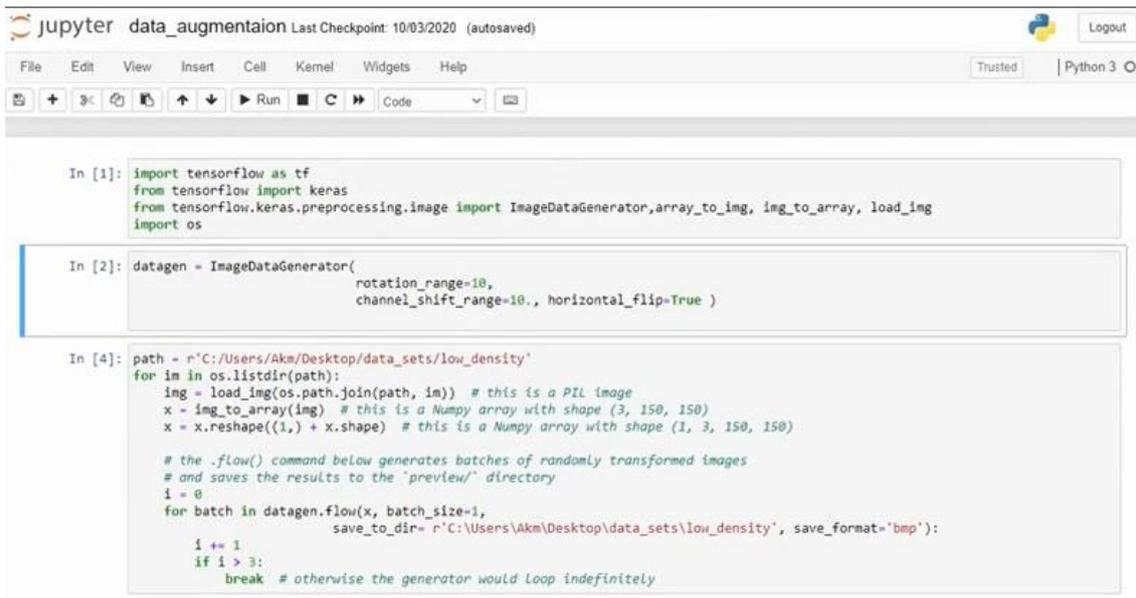
- Faibles (de 0 à 0,75)
- Moyennes (de 0,75 à 1,50)
- Fortes (plus de 1,50)

Chaque classe contient 50 images prises de différentes villes de l'Algérie pour la généralisation du modèle (modèle valable pour toutes les villes Algériennes dont les tissus urbains se ressemblent). Les images ont été augmentées, générons trois images de chaque une par l'application de rotation et un effet de miroir, on peut générer des images jusqu'à la

précision du modèle atteint un maximum (3 images pour notre cas).

### IX.5.3. Architecture du modèle d'apprentissage profond

Le système se compose de deux parties principales. La première partie contient le modèle intelligent qui fait la classification des images. Dans la deuxième partie l'image de la zone de travail va être traitée. Une fenêtre de même taille que le modèle a été entraînée et va balayer l'image entière, et faire la classification zone par zone.



```

jupyter data_augmentaion Last Checkpoint: 10/03/2020 (autosaved)
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 3
+ % % Run Code

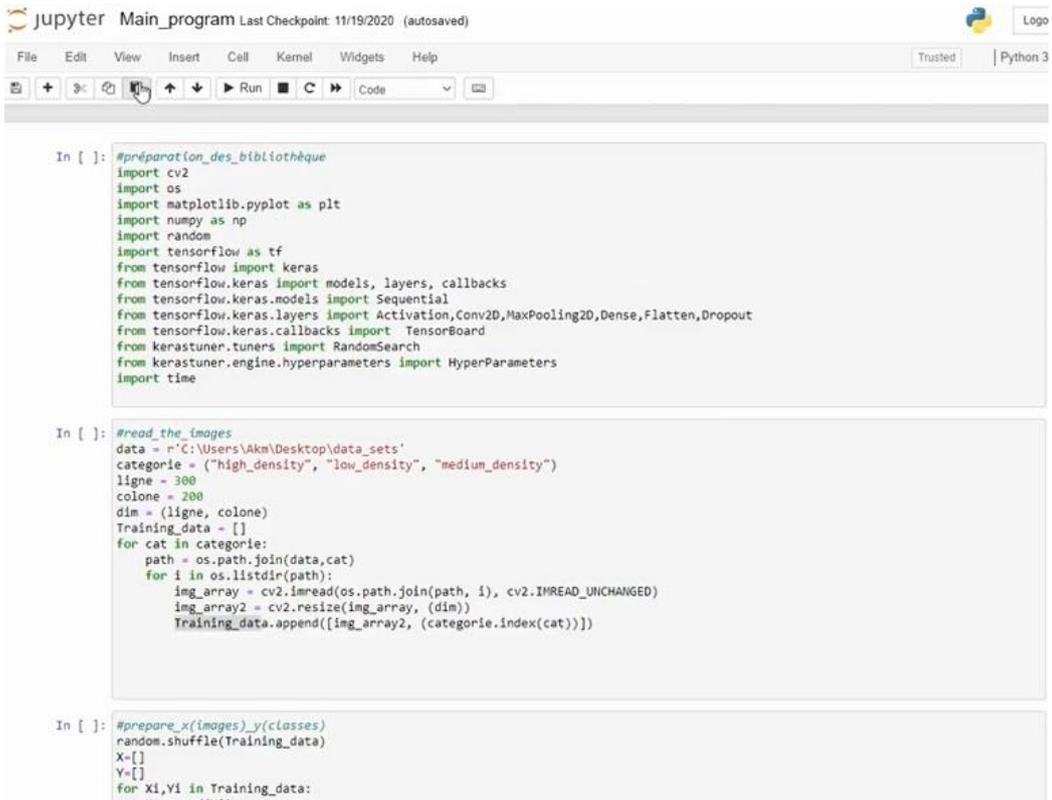
In [1]: import tensorflow as tf
        from tensorflow import keras
        from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator,array_to_img, img_to_array, load_img
        import os

In [2]: datagen = ImageDataGenerator(
        rotation_range=10,
        channel_shift_range=10., horizontal_flip=True )

In [4]: path = r"C:\Users\Akm\Desktop\data_sets/low_density"
        for im in os.listdir(path):
            img = load_img(os.path.join(path, im)) # this is a PIL image
            x = img_to_array(img) # this is a Numpy array with shape (3, 150, 150)
            x = x.reshape((1,) + x.shape) # this is a Numpy array with shape (1, 3, 150, 150)

            # the .flow() command below generates batches of randomly transformed images
            # and saves the results to the 'preview/' directory
            i = 0
            for batch in datagen.flow(x, batch_size=1,
                                     save_to_dir= r"C:\Users\Akm\Desktop\data_sets\low_density", save_format='bmp'):
                i += 1
                if i > 3:
                    break # otherwise the generator would loop indefinitely
  
```

Figure IX.22. Exemple du premier composant "augmentation des images"



```

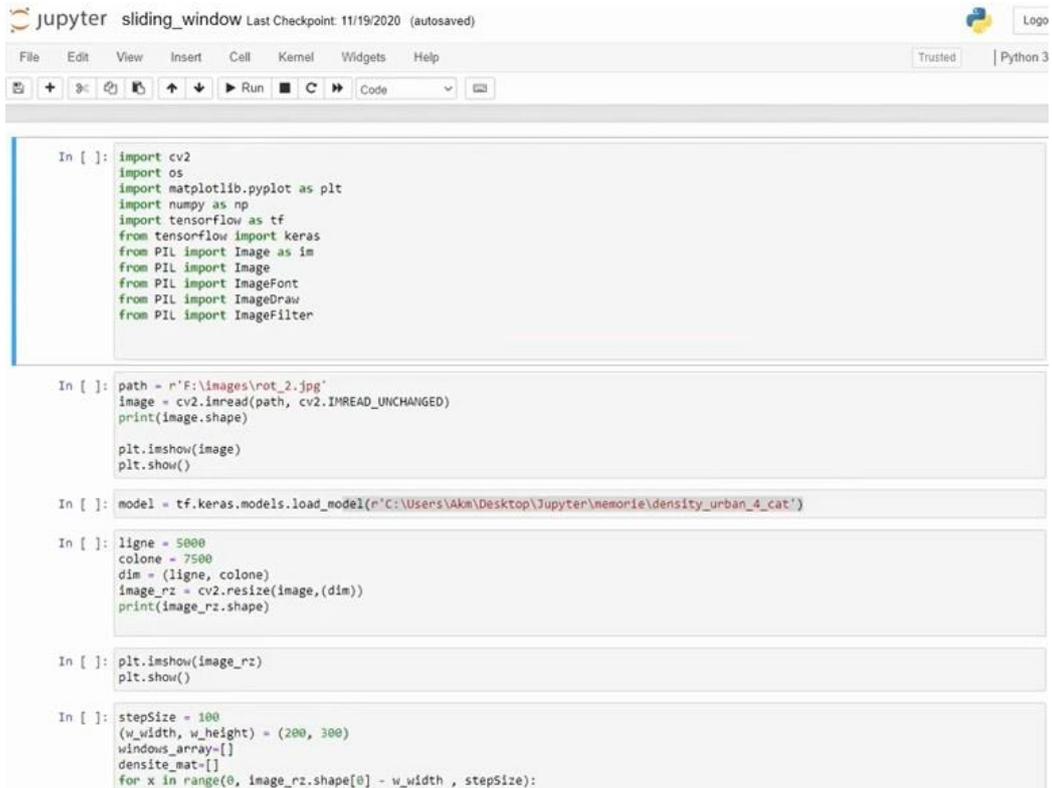
In [ ]: #préparation_des_bibliothèque
import cv2
import os
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import random
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import models, layers, callbacks
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Activation,Conv2D,MaxPooling2D,Dense,Flatten,Dropout
from tensorflow.keras.callbacks import TensorBoard
from kerastuner.tuners import RandomSearch
from kerastuner.engine.hyperparameters import HyperParameters
import time

In [ ]: #read_the_images
data = r'C:\Users\Akm\Desktop\data_sets'
categorie = ("high_density", "low_density", "medium_density")
ligne = 300
colone = 200
dim = (ligne, colone)
Training_data = []
for cat in categorie:
    path = os.path.join(data,cat)
    for i in os.listdir(path):
        img_array = cv2.imread(os.path.join(path, i), cv2.IMREAD_UNCHANGED)
        img_array2 = cv2.resize(img_array, (dim))
        Training_data.append([img_array2, (categorie.index(cat))])

In [ ]: #prepare_x(images)_y(classes)
random.shuffle(Training_data)
X=[]
Y=[]
for Xi,Yi in Training_data:

```

Figure IX.23. Exemple de la deuxième composante "programme principal"



```

In [ ]: import cv2
import os
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import tensorflow as tf
from PIL import Image as im
from PIL import ImageFont
from PIL import ImageDraw
from PIL import ImageFilter

In [ ]: path = r'F:\images\not_2.jpg'
image = cv2.imread(path, cv2.IMREAD_UNCHANGED)
print(image.shape)

plt.imshow(image)
plt.show()

In [ ]: model = tf.keras.models.load_model(r'C:\Users\Akm\Desktop\jupyter\memorie\density_urban_4_cat')

In [ ]: ligne = 5000
colone = 7500
dim = (ligne, colone)
image_rz = cv2.resize(image,(dim))
print(image_rz.shape)

In [ ]: plt.imshow(image_rz)
plt.show()

In [ ]: stepSize = 100
(w_width, w_height) = (200, 300)
windows_array=[]
densite_mat=[]
for x in range(0, image_rz.shape[0] - w_width , stepSize):

```

Figure IX.24. Exemple de la troisième composante 'sliding window'

### IX.5.4. Création et entraînement du modèle

Les données utilisées pour l'entraînement de notre système sont des imagerie créées manuellement de 300\*200 pixels qui couvrent une surface de ~3hectares. Le choix a porté sur une surface de 3 hectares, car les images qui couvrent des surfaces de 1 ou 2 hectares ne répondent pas favorablement à nos besoins d'extraction.

Les images sont classées en trois classes selon leur densité (faible, moyenne, forte), et la classification a été faite en tenant compte des données du cadastre 3D avec les coefficients COS et CES. Chaque classe contient 50 images des différentes villes de l'Algérie pour la généralisation du modèle. Les images ont été augmentées, par la génération de trois images de chacune et ce par application de rotation, un effet de miroir. Nous pouvons générer des images jusqu'à l'obtention d'une précision dont le modèle atteint un maximum (3 images pour notre cas). Les images utilisées sont des images de MAXAR technologie avec une résolution spatiale de 0.5m.



Echantillons des images utilisées pour l'entraînement du modèle 'densité faible'



Echantillon des images utilisées pour l'entraînement du modèle 'densité moyenne'



Echantillons des images utilisées pour l'entraînement du modèle 'densité forte'

**Figure IX.25. Exemples d'échantillons des images utilisées pour entraîner le modèle**

Notre modèle est initialisé avec un nombre de couches et un nombre de nœuds arbitraires. Le modèle comprend 3 couches convolutionnelles, une couche flatten, une couche dense, et une couche de sortie.

```
model = Sequential()

model.add(Conv2D(128, (3, 3), activation='relu', input_shape=(300, 200, 3)))
model.add(MaxPooling2D(2, 2))

model.add(Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(2, 2))

model.add(Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'))
model.add(MaxPooling2D(2, 2))

model.add(Flatten())

model.add(Dense(128, activation='relu'))
model.add(Dense(3, activation='softmax'))
```

**Figure IX.26. Paramètres du modèle d'apprentissage profond initial**

La première chose à faire est de créer un tableau de deux colonnes, une contient les images et l'autre contient leurs classes. La classe doit être un entier (Integer) (0 pour la densité faible, 1 pour la densité moyenne, et 2 pour la densité forte). Après, l'entraînement du modèle doit être lancé en affectant un nombre d'itération et en vérifiant à la fin de chaque opération la perte de la précision d'entraînement et de validation. Si nous aurons une augmentation de la précision et une diminution dans la perte (convergence) en passe à l'étape de l'optimisation, mais dans

le cas contraire (mauvaise précision et perte 'divergence') on est appelé à changer les fonctions d'activation et les fonctions de perte.

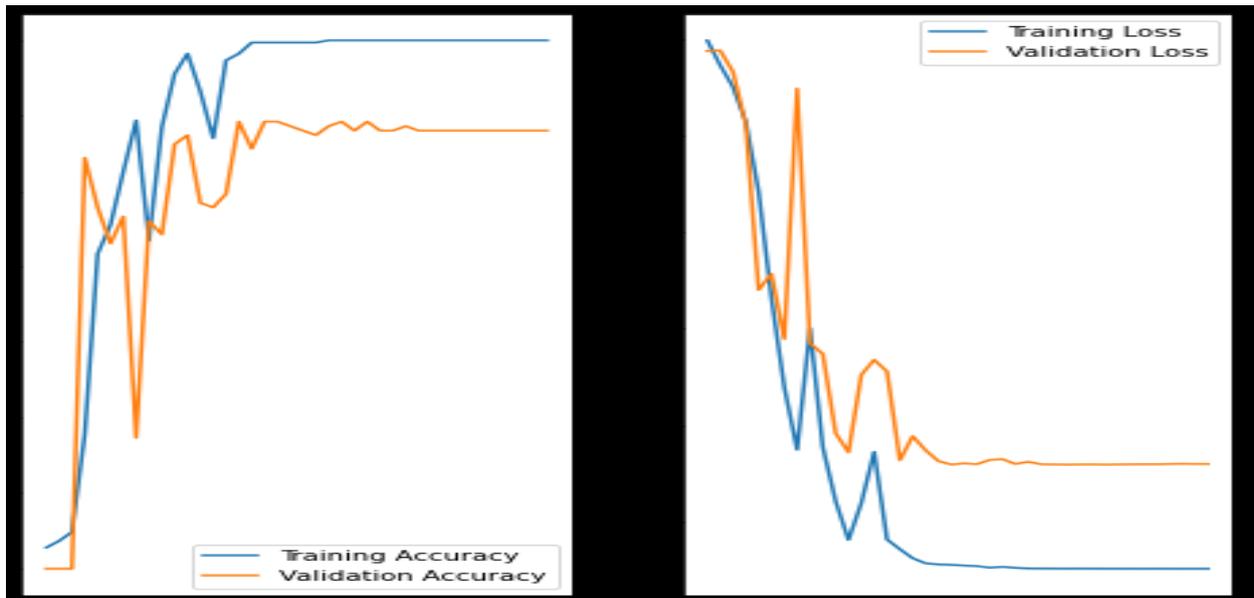


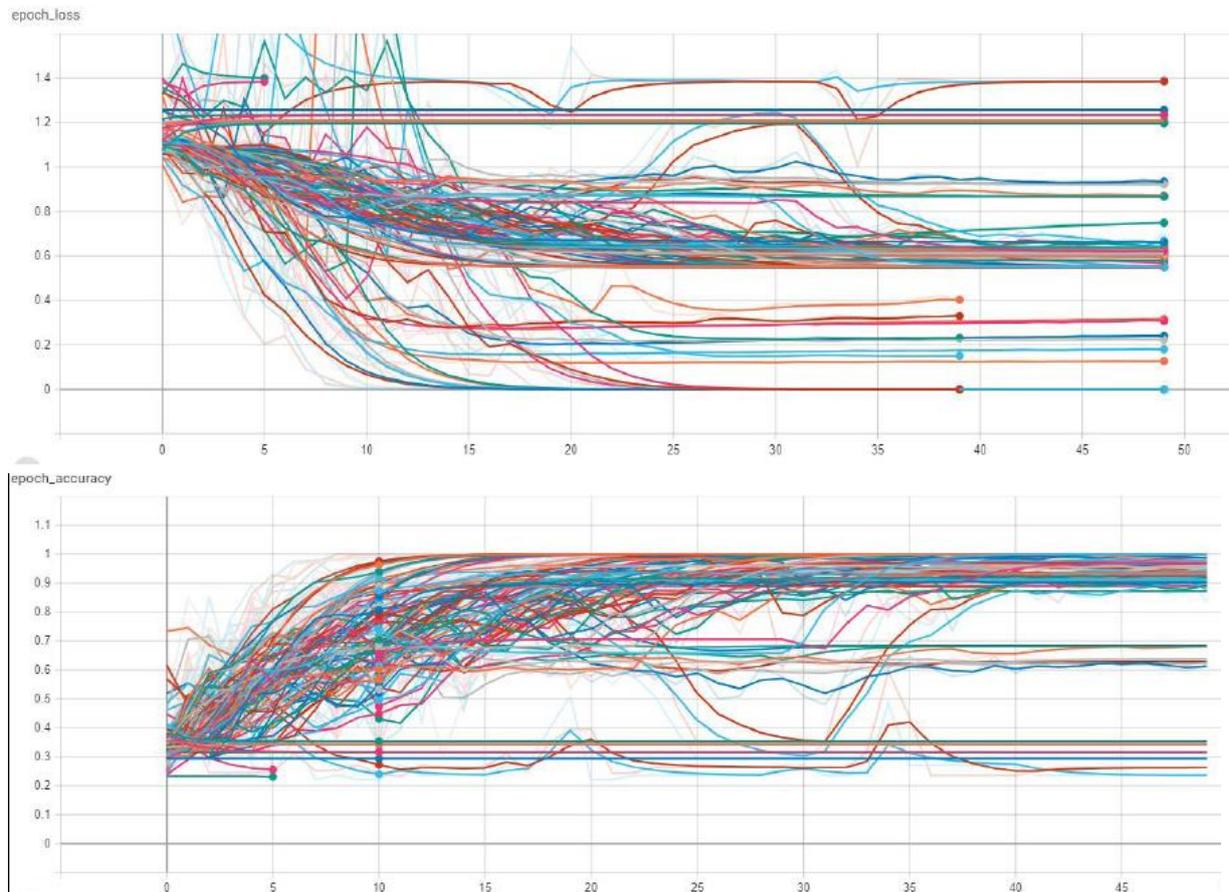
Figure IX.27. Exemple des graphes de la perte et la précision d'entraînement d'un modèle qui converge.

### IX.5.5. Optimisation du modèle

Dans cette phase nous avons utilisé l'utilitaire TensorBoard qui est un outil de visualisation pour mieux évaluer un modèle. Il permet :

- Le suivi et la visualisation des métriques telles que la perte et la précision.
- La visualisation du graphe du modèle (opérations et couches)
- L'affichage d'histogrammes de poids, biais ou autres tenseurs au fur et à mesure de leur évolution

L'optimisation d'un modèle signifie le choix des meilleurs nombre de couches et de nœuds, Pour cela, nous avons entraîné le modèle dans une boucle triple où nous changeons le nombre de couche Convolutionnelles, le nombre des nœuds, et le nombre des couches dense. Dans notre cas, nous allons créer une combinaison de 27 modèles possibles visualisés avec TensorBoard.



**Figure IX.28. Représentation graphique de toutes les combinaisons avec TensorBoard**

D'après ces graphes, le modèle qui a donné les meilleures performances est celui avec 3 couches Conv, 2 couches MaxPooling, 32 nœuds, et une couche dense, avec une précision de : 100% pour les données d'entraînement et 92% pour les données de validation et une perte de : 0.0% pour les données d'entraînement et 24% pour les données de validation.

Avec :

**Précision=prediction correcte/nombre de données.**

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 198, 298, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 99, 149, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 97, 147, 32)	9248
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 48, 73, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 46, 71, 32)	9248
flatten (Flatten)	(None, 104512)	0
dense (Dense)	(None, 32)	3344416
dense_1 (Dense)	(None, 4)	132
Total params: 3,363,940		
Trainable params: 3,363,940		
Non-trainable params: 0		

Figure IX.29. Sommaire du modèle utilisé

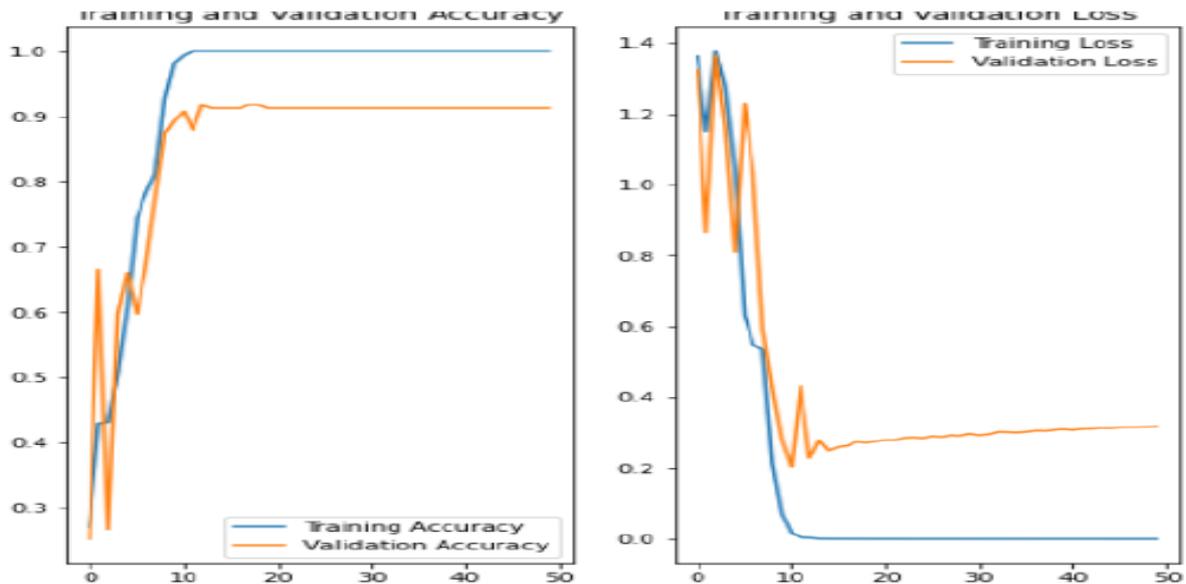


Figure IX.30. Graphe de la perte et de la précision du modèle

### IX.5.6. Reconstruction 3D

Les informations sur la hauteur des îlots sont dérivées de la base de données du cadastre 3D ou des COS, permettent de fabriquer des modèles numériques d'élévation et la reconstruction 3D qui peut être intégrée dans un projet de mise en place d'un 'Full cadastre'.

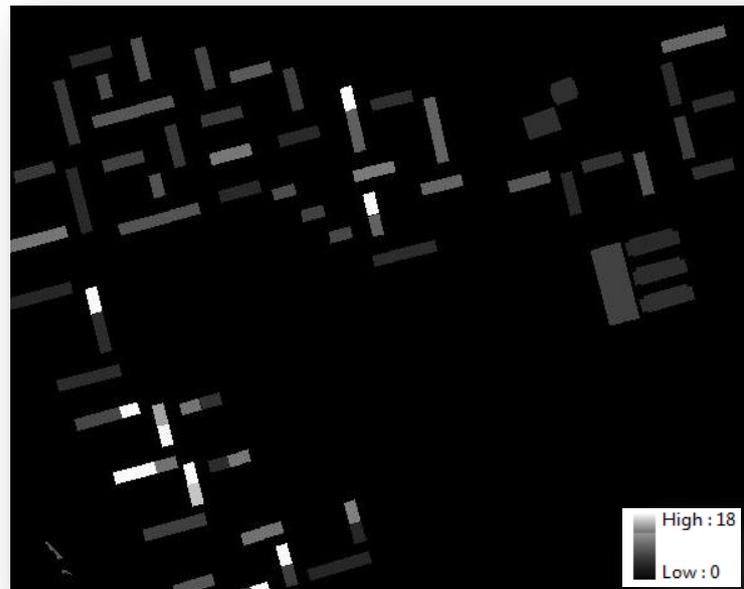


Figure IX.31. Exemple d'un MNE dérivé

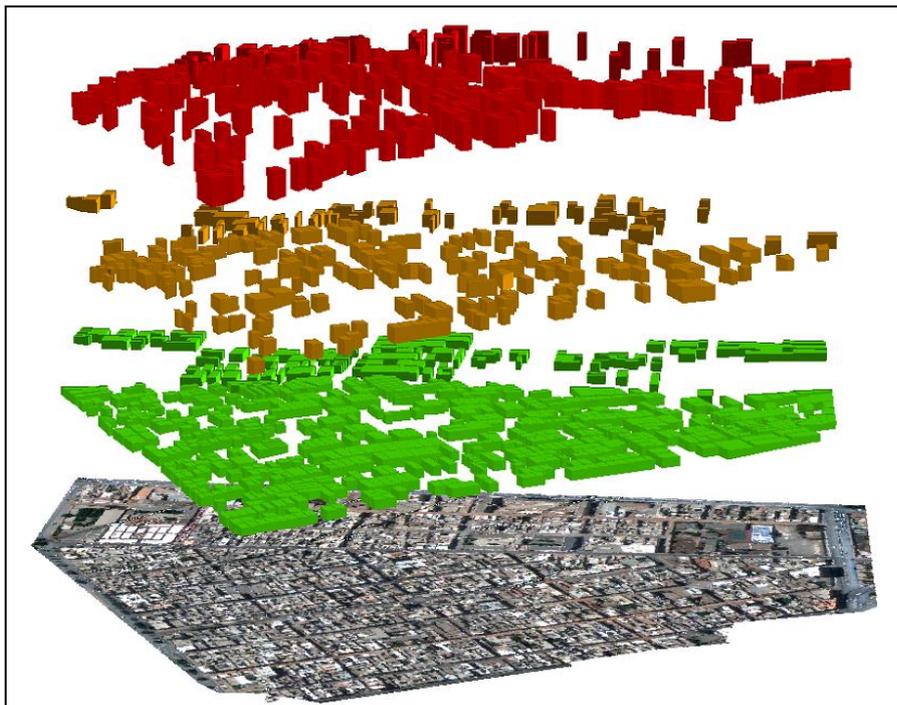


Figure IX.33. Exemple de couches 3D reconstruites à partir des MNE à des hauteurs différentes

Le modèle permet aussi de réer la carte de de densité urbaine d'une manière automatique.

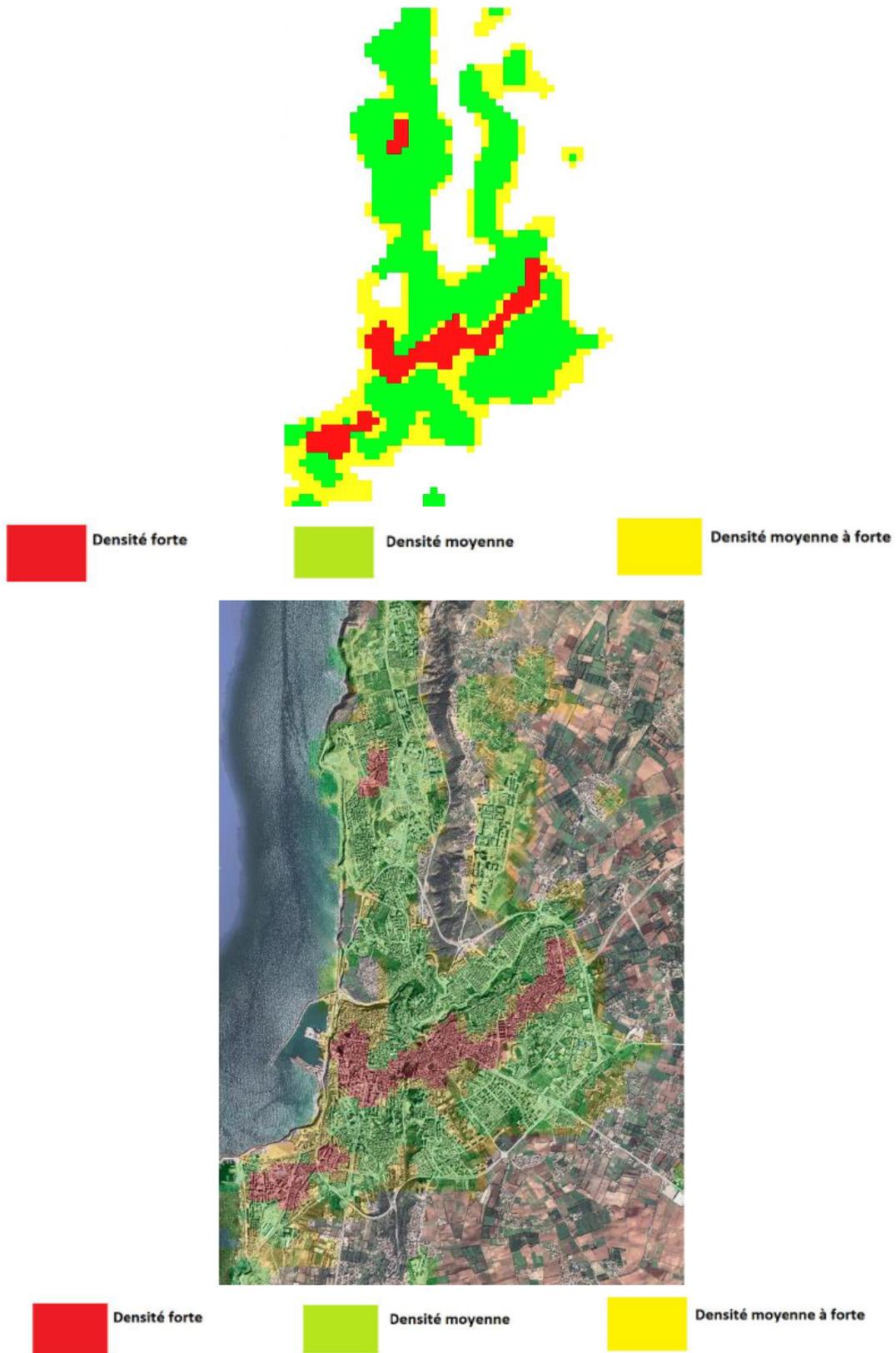
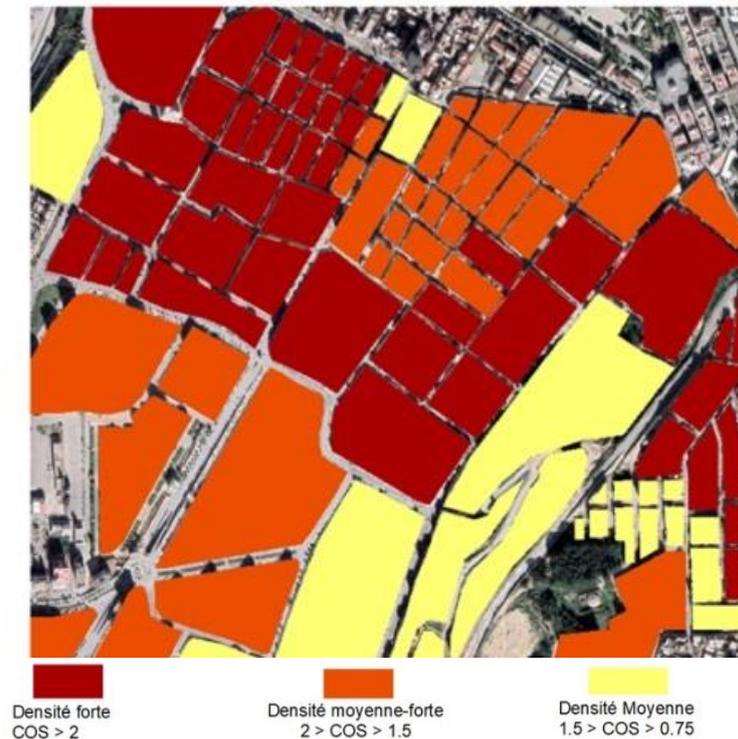


Figure IX.34. Résultats de l'application du modèle de Dee Learning avec les classes de la densité urbaine -présentation sur la ville de Mostaganem-



**Figure IX.35. Résultats de l'application du modèle du Deep Learning avec les classes de la densité urbaine intégrée par îlots urbains.**

## IX.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons développé une approche de cartographie de la densité de population basée sur l'imagerie Quickbird. Nous avons consacré un temps important à l'opération d'extraction de l'information sur le bâti dans toutes ses formes car, le résultat final de la densité dépend de la qualité de cette extraction (mesure du nombre d'étages est en fonction de l'ombre extraite et le nombre d'appartements est en fonction de l'emprise au sol ou dimensions du bâti). Nous soulignons qu'avec les taux d'occupation par logement, les valeurs de densité se rapprochent de la réalité mais si on les remplace par les données du cadastre (issues de l'enquête foncière 'fiche du propriétaire modèle T5') l'estimation devient plus précise et la carte reflète mieux la réalité.

Les résultats obtenus en développant un modèle d'apprentissage profond permettent d'avoir des résultats similaires à ceux obtenus par apprentissage manuel, l'avantage majeur est le gain du temps et du coût mais. Sur le plan cartographie de la densité et préparation du projet de recensement, ça reste toujours des modèles d'estimation dont les résultats nécessitent une validation sur terrain.

Le travail mené dans le cadre de cette thèse avait pour objectif d'étudier les possibilités offertes par les techniques de combinaison des données multi sources pour concevoir un système d'information foncière basé dans sa composition architecturale sur les données d'appropriation du foncier et son utilisation dans le domaine de l'urbanisme. Ce travail s'inscrit, également, dans le cadre de projets d'envergure nationale tels que le cadastre multifonctionnel en cours d'installation par l'Agence Nationale du Cadastre et la création d'une infrastructure nationale des données géographiques (INDG) qui a été initiée par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT). Dans les deux cas, les objectifs convergent dans le même sens : la maîtrise de la donnée foncière pour une bonne gouvernance territoriale.

Sur le plan technique, le travail qui utilise les ortho images spatiales à très haute résolution spatiale (notamment Quickbird et ALSAT2), est basé sur un recoupement de deux bases de données, l'une cadastrale et l'autre d'aménagement, en s'appuyant fortement sur les données foncières. Cependant, *l'hétérogénéité, la fréquence de mise à jour, les échelles d'utilisation des données ou les difficultés d'harmonisation des nomenclatures* sont autant de facteurs limitant dans la conception d'un tel système qui doit satisfaire les besoins actuels et fréquents. Les problèmes d'intégration des données exploitées dans la **ville de Mostaganem** peuvent être résumés dans les points suivants :

1. **L'hétérogénéité des données** : la nature et les différentes sources de données, en l'absence des métadonnées, rendent la problématique de fusion des données difficile, voire impossible à réaliser dans certains cas.
2. **Absence des normes dans la gestion du foncier** : l'absence des règles techniques et des standards relatifs à la définition précise des données foncières, leurs représentations, leurs contenus et leurs métadonnées est l'une des contraintes techniques rencontrées lors de la modélisation. Malgré la présence des deux fascicules de normalisation graphique du cadastre et de l'urbanisme, les bases construites au niveau des deux services ne font pas référence à ces documents. En outre, la différence au niveau de la symbologie, de la syntaxe et par rapport aux objets à représenter s'est soldée par un résultat négatif lors des tests de datamining effectués malgré que la redondance d'information qui a été mise en évidence par la solution d'appariement spatial.
3. **Précision de la position** : pour trois sources différentes, il faut signaler au moins trois précisions différentes, sachant que la résolution de ce problème nécessite une

normalisation géométrique par recalage par rapport à un jeu de données de référence. Il est, tout aussi, important de signaler ici que la résolution définitive du problème de chevauchement des limites n'est pas toujours évidente.

4. **Exhaustivité et temporalité** : nous avons démontré l'efficacité de l'imagerie haute résolution Alsat2 et celle à très haute résolution de Quickbird en matière d'extraction d'information complémentaire à la donnée cadastrale et d'urbanisme. Cependant, certains points conditionnent cette utilisation, notamment la détermination de l'échelle d'intégration et les techniques d'extraction assurant la qualité requise. Le recours à la constitution des arbres ontologiques d'objets par calculs des segmentations multi-résolutions n'a pas apporté de résultats probants et significatifs.

Nous soulignons aussi, qu'un soin particulier doit être apporté par l'utilisateur quand il s'agit de l'utilisation de produits dérivés de l'imagerie satellite, l'exemple donné c'était le calcul des NDVI pour avoir l'information sur la biomasse végétale selon plusieurs périodes d'acquisition. Les limites incertaines qui séparent les classes thématiques peuvent altérer la qualité des attributs et par conséquent fragiliser les décisions. La documentation cadastrale peut constituer une alternative à condition qu'elle soit complète et mise à jour régulièrement.

En résolvant ces problèmes, les apports de la mise en place d'un tel système ne sont plus à démontrer, les expériences menées sur de vastes territoires tels que la **steppe** et à l'échelle des agglomérations urbaines (villes de **Mostaganem et d'Oran**), la réalisation des différentes cartes d'aptitude à l'aménagement par fusion d'indicateurs (exemple des indicateurs législatifs relatifs à la préservation des terres agricoles ou à vocation agricole) et la programmation d'aménagements dans les territoires relevant du Domaine de l'Etat, ont prouvé l'efficacité de ce système pour aider les autorités dans le sens d'une bonne gouvernance foncière, notamment dans le cadre de l'élaboration ou de la révision des instruments d'aménagement et d'urbanisme.

### **Le problème du foncier en milieu steppique**

Si l'utilisation des données de la télédétection offre des avantages évidents au niveau de la classification de l'occupation du sol, la précision de ces données dépend de la qualité de l'extraction de l'information thématique, sachant que les techniques traditionnelles de la classification se basent sur l'information spectrale contenue dans les pixels des images observées.

Les classifieurs traditionnels qui incluent l'algorithme à maximum de ressemblance ou d'autres non supervisés, ont par contre un succès limité, voire peu performants, dans la classification de certaines catégories de l'occupation du sol, tel les grands espaces urbains, et le couvert végétal de grande superficie.

Le paysage steppique est marqué par la présence des détails inférieurs au seuil théorique d'extraction de certains objets (tel que le bâti isolé), qui est au même temps, un élément pertinent d'indication sur la présence des propriétés omises recherchées. A cet effet, nous avons opté pour des méthodes qui intègrent, en sus des valeurs spectrales, les informations texturales et géométriques, parmi lesquelles, figure l'approche orientée objet basée sur les règles d'apprentissage. La méthodologie suivie dans le cadre de cette thèse (sur toutes les zones étudiées, côtières et intérieures), repose sur le principe que chacun des classifieurs testés donne des informations certaines et d'autres introduisent des confusions, alors que l'avantage est la constitution d'une base de connaissances structurées comme règle de décision dans l'approche orientée objet.

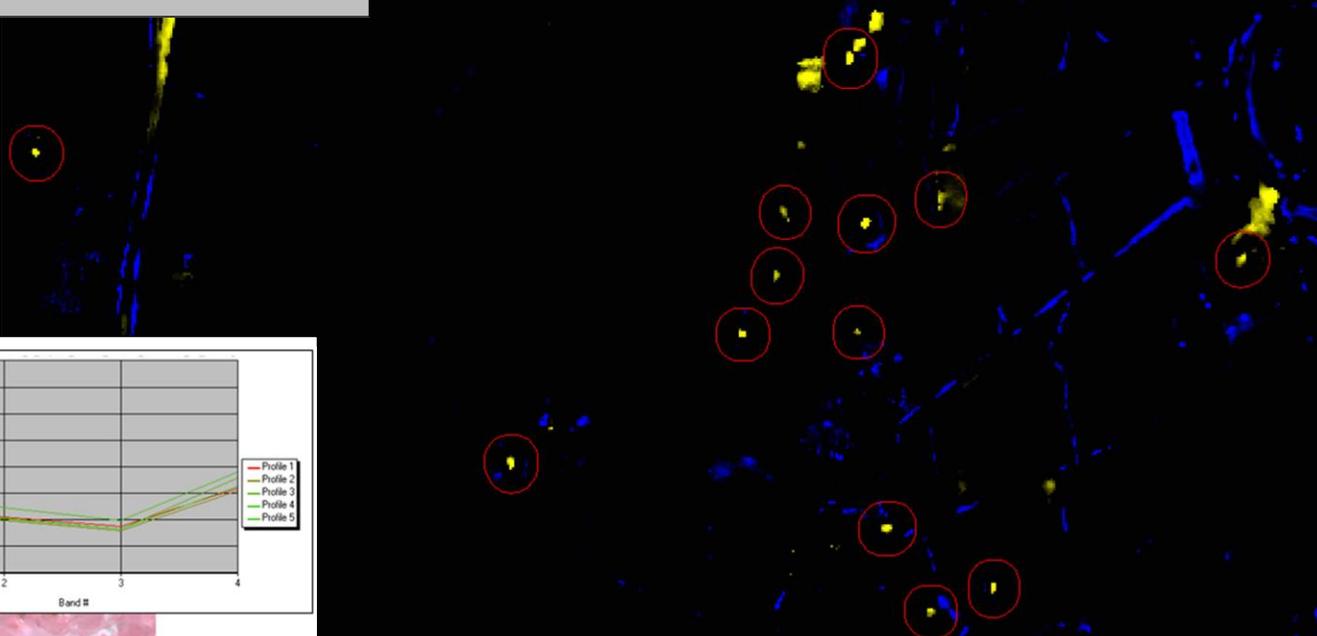
Durant tous les traitements, le choix des échantillons était en adéquation avec la nomenclature Spot Théma définie à une résolution spatiale équivalente à l'image support d'étude (ALSAT2), *ce qui rend le système de règles d'apprentissage développé transposable sur n'importe quelle zone du territoire national en l'alimentant par le même type d'images*. Ainsi la notion de zone à exclure a été redéfinie de manière à intégrer toute possibilité d'existence de propriété privée dans le territoire cadastré. L'évaluation du système mis en place dans la zone d'El Bayadh se situe sur plusieurs niveaux :

**Précision géométrique** : bien qu'elle ne constitue pas une priorité, puisqu'il s'agit de traitements pour l'extraction d'information et non pas de mesures de dimensions, raison pour laquelle on a appliqué la norme NMAS de détermination de l'échelle sans éventuel contrôle par des mesures de distances et de surfaces sur terrain. Aussi, la précision de recalage des bandes n'a pas été vérifiée.

**Capacité informative** : l'approche suivie pour extraire les informations utiles comprend trois phases :

- Identification des échantillons,
- Extraction et amélioration,
- Validation par des sorties terrain, en menant en même temps enquête et délimitation (croquis de conservation ou document d'arpentage) ensuite l'application des cas de mise à jour.

Extraction/amélioration

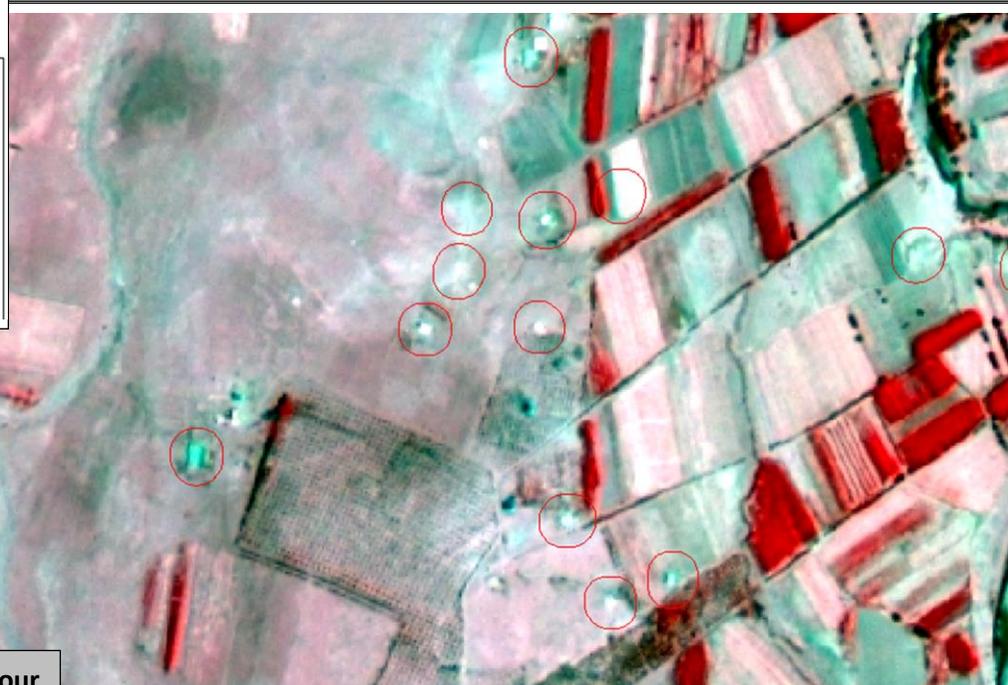
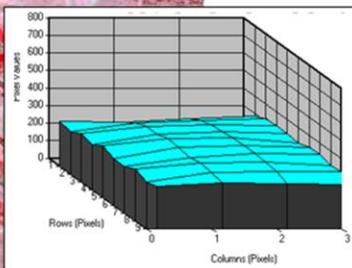
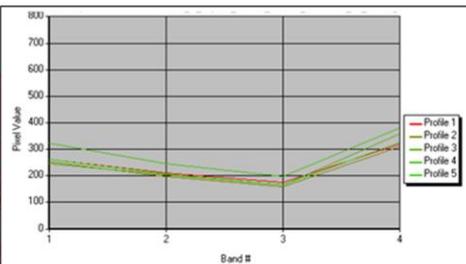
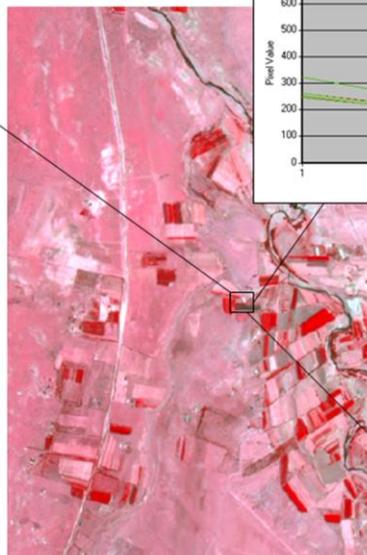


Identification des échantillons

Objet : D3  
Superficie : 0.0432 hectares  
Propriété : relativement homogène



Sur image THRS



Validation/enquête/mise à jour



L'étude des propriétés spectrales nous a permis d'affiner la précision des choix des échantillons et de réduire la marge d'incertitude.

Contrairement au cas de la détermination de l'échelle de l'image par approche géométrique qui a donné une valeur de  $1/E=1/9000$ , l'analyse thématique en utilisant la nomenclature de 13 objets sélectionnés à partir de Spot Théma, montre qu'une cartographie exhaustive à l'échelle 1/10000 n'est pas possible, alors qu'on peut atteindre le 1/25000 sans grande difficulté.

L'imagerie Alsat2 peut satisfaire efficacement les attentes du cadastre en zone steppique pour tout ce qui concerne l'identification des zones à exclure et même la cartographie à l'échelle du 1/25000. A une échelle plus grande, il faut vérifier s'il y a la possibilité d'intégration des objets extraits directement dans les bases graphiques.

### **Usage du foncier urbain : le cadastre 3D support de base de la fiscalité immobilière**

L'intérêt grandissant pour l'exploitation d'une représentation en 3D du cadastre a trois causes principales : l'augmentation de la valeur des biens immobiliers, le nombre grandissant de réseaux techniques et infrastructures enfouis sous nos villes (câbles, tuyaux, tunnels) et du nombre de cas de superposition de la propriété de manière générale, et enfin une utilisation de plus en plus large de la 3D, notamment en ce qui concerne les systèmes d'information géographique (SIG), qui rend envisageable une approche en 3D de l'enregistrement de la propriété. Les villes, et en particulier les centres des grandes métropoles, voient donc les situations de superposition de la propriété se multiplier, le dynamisme de ces centres engendrant une stratification de la propriété. (Stoter, 2004).

La revue de littérature effectuée dans le cadre de cette thèse a permis de mettre en avant le contenu attendu d'une représentation cadastrale si on vise l'instauration d'un système de fiscalité foncière en Algérie. Si les instruments traditionnels (distancemètre, chaîne, ruban, station totale) sont prédominants pour les levés urbains, il semble très important de recourir à l'utilisation des techniques d'acquisition LiDAR lors des enquêtes foncières menées par les agents du cadastre en milieu urbain.

Les expérimentations d'acquisition de données par la technologie du scanner 3D dans la **ville d'Oran** (chapitre 06), sur des copropriétés, à des fins de production de représentation 2D et 3D ont démontré leur efficacité pour passer à un cadastre volumique ou « full 3D

cadastre » ce qui va permettre de représenter toutes les situations de superposition de la propriété, puisqu'il s'agirait d'un cadastre pour lequel l'unité de base n'est pas la surface de l'îlot, mais plutôt son volume. Il est également possible d'adopter un système cadastral hybride : dans ce type de solution, le plan cadastral 2D est conservé, mais des situations en 3D peuvent tout de même être enregistrées et représentées d'une façon ou d'une autre sur le plan 2D. Pour la partie évaluation immobilière qui rentre dans le cadre de la préparation d'un support du cadastre multifonctionnel avec une emphase fiscale, plusieurs points sont à souligner :

- La valeur d'un bien immobilier est difficile à appréhender, car elle est évolutive, subjective, technique, juridique et fiscale mais jamais purement mathématique.
- La valeur vénale doit être théoriquement déterminée par référence au marché immobilier, autrement dit par rapport à des transactions locales récentes sur des biens comparables. En comparant par rapport à la fourchette des prix estimés par les services des domaines à Oran Est, les estimations sont bien souvent faussées par la crainte de l'impôt, aussi la sous-déclaration est-elle présente dans la plupart des cas, ce qui n'est pas sans conséquences dans la juste appréciation des prix du marché immobilier et demeure très dommageable dans la mise en place d'un véritable cadre référentiel.
- Le recours aux tests de deux modèles d'évaluation appelés « théoriques » et du « marché local » se justifie par les difficultés de la modélisation qui sont liées aux mauvaises spécifications des variables. Cette situation peut être rencontrée lorsqu'une variable peu pertinente est introduite dans la modélisation, elle peut en effet apporter une significativité plus importante au modèle sans être directement corrélée au prix que l'on cherche à analyser.
- L'estimation des prix de l'immobilier par analyse multicritères peut être réalisée par différentes méthodes suivant l'échelle selon laquelle on se place. Cette méthode repose sur l'hypothèse principale que les consommateurs accordent de l'importance au prix renseignée par des attributs composant le bien plutôt qu'au bien en lui-même.

Dans notre cas, l'enquête effectuée dans la zone d'étude a permis de déterminer la contribution de différents facteurs tels que l'accessibilité, les endroits moins sécurisés (risque d'agression), la proximité à l'activité du

commerce, la proximité à la frange maritime... dans le prix de l'immobilier, cependant, la consultation du site Oued-kniss et le contact direct avec les propriétaires des biens mis en vente, a permis de définir d'autres éléments tels que le prix de la surface du terrain, le prix d'une pièce, le prix d'une salle de bain supplémentaire.

### **Etude de la consommation foncière : apport de la richesse des données multi sources à l'élaboration et la révision des instruments d'aménagement et d'urbanisme.**

La maîtrise de la consommation foncière et la lutte contre l'artificialisation des sols est aujourd'hui une priorité. Cette partie de thèse, s'inscrivait dans le cadre de la mise en place d'une stratégie d'orientation et d'optimisation du foncier qui répond à plusieurs enjeux dans le cadre d'un aménagement durable du territoire. L'importance et la complexité de la problématique abordée, les méthodologies utilisées et les résultats obtenus sont autant de points qu'il faudrait évoquer en conclusion pour envisager les perspectives futures :

**Sur le plan technique** : l'apport de l'imagerie spatiale dans le contexte de détection et de quantification des changements est largement mis en exergue. L'imagerie satellitaire à très haute résolution est un support d'analyse qui s'adapte aisément aux différentes échelles des études d'urbanisme. Cependant, l'extraction d'informations est un processus qui nécessite des prérequis en télédétection et en traitement des images, l'expérience menée à travers le système de classification orientée objet est testée sur les zones citées précédemment, est très efficace. Malgré la complexité du système d'apprentissage et la formulation des règles de connaissances, nous avons pu atteindre les précisions d'extraction souhaitées en assurant une qualité équivalente à 89% d'information fiable.

L'intégration des produits thématiques issus du cadastre et de l'imagerie dans un processus de fusion par approche de pondération spatiale SIG-AMC, nous a permis de produire des cartes d'aptitudes servant à la prise de décision en respectant les règles d'urbanisme relatives à la nature juridique des sols et à la préservation des terres de haute valeur agricole.

Le travail technique est loin d'être simple et facile, plusieurs contraintes notamment celles liées à la nature hétérogène des données ont été rencontrées puis résolues en ayant recours aux techniques de normalisation géométriques et radiométriques.

La réalisation des ortho-images nous ont permis non seulement de détecter les changements, mais également d'élever le PDAU, vu initialement comme un schéma d'aménagement, à sa vraie rigueur métrique, un plan donnant des orientations foncières fiables et efficaces.

**Sur le plan de l'urbanisme** : la superficie réservée à l'aménagement (dans le **groupement de Mostaganem**) durant la période 2006 – 2015, autour de 170 ha, a justifiée par la vocation économique de la wilaya de Mostaganem a influencé la décision politique. Aussi, la ville de Mostaganem en tant que ville côtière n'est pas le facteur unique d'attraction de la population, l'emploi et les services rattachés à l'activité agricole a permis la naissance d'autres groupements compétitifs, et nous citons à titre d'exemple les groupements de communes : Ain Tedles – Kheir Eddine, Bouguirat – Sirat – Mesra, Hassi Mamèche – Fornaka et Ain Nouissi qui constituent trois grands bassins de production agricole dans la wilaya.

A cela, il faut ajouter la vocation touristique, dans la mesure où Mostaganem est une wilaya touristique par excellence, cela signifie qu'il faut prendre en considération les aménagements non-inscrits dans les PDAU comme les zones d'expansion touristique (les ZET) où de grands investissements ont été lancés récemment par les autorités pour valoriser les potentialités touristiques que possède cette wilaya.

Les résultats obtenus sur les changements détectés ont révélé l'absence d'une vision d'urbanisme durable et contemporain qui vise à regrouper les communes pour permettre l'éclosion et la consolidation d'unités spatiales découlant de l'analyse de diagnostic, et d'éviter les étalements linéaires dans les banlieues des villes par la création des nouvelles villes. La dominance des extensions illicites et de l'habitat rural dispersé prouve le contraire.

Pour ce dernier point, le redéploiement du secteur agricole lancé par le Ministère de l'Agriculture et qui favorise et encourage la constitution des exploitations agricoles collectives EAC, est un argument suffisant pour penser à des aménagements ruraux basés sur le remembrement des propriétés rurales puis la création des unités d'aménagement plus ou moins homogènes au lieu d'un habitat isolé et dispersé qui ne favorise que la privatisation.

## **Préparation du projet de recensement : un support préliminaire à base des données multi sources fusionnées**

Les instruments traditionnels de l'observation socio-démographique, recensements exhaustifs et enquêtes par sondage probabiliste, se révèlent difficiles à mettre en œuvre et ne satisfont pas correctement les besoins de la recherche ni de la gestion urbaine. Le coût de la collecte et les durées d'exploitation des recensements limitent leur périodicité à un rythme d'environ dix ans, insuffisant pour un suivi de populations urbaines à croissance rapide ; quant aux enquêtes par sondage, l'absence de base de sondage complète et à jour hypothèque souvent leur réalisation et leur fiabilité, déjà affectée par l'emploi de concepts peu adaptés à l'observation des réalités locales en matière de résidence et d'activité.

A cet effet, la télédétection spatiale enrichie par d'autres données complémentaires issues du cadastre et de l'urbanisme, peuvent assurer une observation continue et relativement précise de l'occupation du sol et constituent une source de données particulièrement intéressante. Plusieurs points ont été traités voire résolus par la mise en place du système d'information multi sources :

- Nous avons montré que l'imagerie spatiale THRS peut constituer une alternative intéressante par rapport aux procédés classiques d'enquêtes de recensement et peut fournir de bonnes estimations de la population. Plus la résolution spatiale est fine, plus la fragmentation des composantes urbaines devient aisée à détecter et l'identification des différents types du bâti sera plus évidente.
- L'extraction d'information par application des règles d'apprentissage par calcul d'attributs (sous logiciel Ecognition) reflète plus ou moins la réalité avec une marge d'erreur variable d'un objet à un autre (taux de confusions : végétation-autres objets (moins de 10%), sols-autres (15% à 20%), bâti-routes (20% à 30%) et bâti-autres (15% à 20%)). L'hétérogénéité spectrale intra-objet et la similitude spectrale inter-objet rendent difficile la discrimination de certains thèmes (exemple bâti-route), raisons pour lesquelles, le calcul des indices caractérisant la forme/géométrie devraient être intégrés pour enrichir la bibliothèque existante sous Ecognition.
- La constitution d'une base de connaissance sur les paramètres pertinents (intrinsèques et extrinsèques) et son implémentation dans une plate-forme

logicielle SIG peut apporter des résultats plus significatifs en matière d'extraction des détails complexes composant le milieu urbain.

- Ce travail est complété par le développement d'un processus de traitement basé sur les algorithmes d'apprentissage profond (Deep-Learning) sur une série d'images (Technologie MAXAR) pour voir s'il y aura un gain en temps et en précision. A cet effet, une étude comparative a été effectuée en matière de cartographie de la densité urbaine.
- Les bibliothèques du Deep-Learning exploitées et l'enchaînement des étapes allant de l'initiation du modèle de différenciation des tissus urbains et le calcul de la densité urbaine associée, ont démontré la robustesse et la rapidité dans les calculs souhaités. Cependant, l'approche d'apprentissage manuelle, reste, avec une légère différence, plus proche à la réalité.

Enfin, le système d'informations foncières multi sources construit et testé sur plusieurs zones (Mostaganem ville, Groupement de Mostaganem (composé de trois communes), ville d'Oran, Espace rural de la commune de Sidi Chahmi (Oran), wilaya d'El Bayadh dans la steppe algérienne) est transposable et multi-usages. Cela valide la possibilité de mettre en place une infrastructure nationale des données géographiques, dans la mesure où les socles de données doivent être normalisés et les résultats des développements informatiques doivent être confrontés à la réalité terrain.

Ce travail de thèse ouvre beaucoup de perspectives quant à l'usage des produits satellitaires nationaux sachant que l'Agence Spatiale Algérienne dispose actuellement de six (06) satellites opérationnels dans leurs orbites. La réflexion sur la création d'un environnement de travail collaboratif entre les deux communautés « producteurs et utilisateurs de l'information géographique » dans le cadre des projets d'envergure nationale (INDG, Cadastre Multifonctionnel...) peut être concrétisée un jour, notamment avec l'évolution des travaux menés par le CNIG et l'IANOR qui définissent les normes et standards permettant l'échange de données et de rentrer dans le monde du Big Data et du Data Mining.

Abbas Boubehrezh, 2014 : « Usages et pertinence d'une représentation volumique (3D) cadastrale dans un contexte de gestion municipale québécoise », Mémoire de Maîtrise en sciences géomatiques, université LAVAL.

Abdel Madjid Ait Yahiaten, 2018 : « le Cadastre en Algérie et l'ouverture vers un cadastre multifonctionnel » programme d'appui à la mise en œuvre de l'accord d'association P3a, conférence du 26 avril 2018, Oran, Algérie.

Abdelfettah Feliachi, 2018 : « Interconnexion et visualisation de ressources géoréférencées du Web de données à l'aide d'un référentiel topographique de support », tel-01787128.

Abdelmalek Boudjenouia , et al, 2004: « L'agriculture périurbaine à sétif: Quel avenir face à la croissance urbaine ? » Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2008 12(1), 23-30.

Agence du Patrimoine -à Marseille France-, 2010 : « Expertise immobilière », site web « <http://www.avenirepatrimoine.fr> ».

Agence Nationale du Cadastre –Algérie-, 2018 : « Programme d'Appui à la mise en œuvre de l'Accord d'Association, fiche de jumelage », Projet de partenariat financé par l'Union Européenne.

Agence Nationale du Cadastre, 2012 « Note de la Direction Générale relative au cadastre steppique ,2012 »

Agence Nationale du Cadastre, 2009 « Instruction n° 01 du 23 mai 2009 relative à l'établissement du cadastre steppique»

Ahmed Ali A, 2011 : « La législation foncière agricole en Algérie et les formes d'accès à la terre ». In: Elloumi M. (ed.), Jouve A.-M. (ed.), Napoléone C. (ed.), Paoli J.C. (ed.). Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée. Mon tpellier : CIHEAM, 2011. p. 35-51 (Option s Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n 66), <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=801372>

Ahmed Ali A, 2011 : «La législation foncière agricole en Algérie et les formes d'accès à la terre ». Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée. Montpellier : CIHEAM. P. 35-51 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n 66).

Alexandre Fournier, 2008 : « Détection et classification de changements sur des scènes urbaines en télédétection », HAL Id : tel-00463593, version 1, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00463593>.

Allou Rahima, TAKKA Abdelkarim, 2018: «La Densification Urbaine : Processus et critères optimaux pour un environnement bâti de qualité Cas d'étude : quartier Sidi Ahmed "POS B14/B15" », Mémoire de recherche pour obtention du diplôme de : Master Ii En Architecture Spécialité: Architecture, Ville Et Territoires.

Amar Mokrane, 2010 : « Analyse multi temporelle des changements causés par les dommages annuels de la tordeuse des bourgeons de l'épinette d'après deux capteurs satellitaires

différents », mémoire de Maîtrise En Géographie.  
<https://archipel.uqam.ca/3775/1/M11752.pdf>.

Ammar Belhimer, 2015 : « Propriété foncière et propriété du capital en Algérie Le foncier agricole, de l'autogestion à la concession » Dossier : Pratique du droit et propriétés au Maghreb dans une perspective comparée, P 17-37 <https://doi.org/10.4000/anneemaghreb.2524>.

Andre Beaudoin et al, 2014 : « Détection des changements d'utilisation du sol dus à l'urbanisation, à l'aide de L'analyse en composantes principales de données multi dates LANDSAT », Canadian Journal of Remote Sensing, Pages 29-38 | Published online: 01 Aug 2014, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07038992.1986.10855094>.

Anis Gasmi et al, 2020: « Télédétection et Photogrammétrie pour l'étude de la dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oued Chiba (Cap-Bon, Tunisie) », DOI : <https://doi.org/10.52638/rfpt.2017.157>.

Anne Puissant, 2003 : « Information géographique et images à très haute résolution utilité et applications en milieu urbain ». Géographie. Université Louis Pasteur - Strasbourg I, 2003. Français. tel-00467474, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00467474>. P 291.

Anne Jégou et al, 2012 : « L'évaluation par indicateurs : un outil nécessaire d'aménagement urbain durable ? Réflexions à partir de la démarche parisienne pour le géographe et l'aménageur », CyberGéo, <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.25600>.

Antoine Cheula, 2010: « Extraction des éléments bâtis sur une image spot-5 panchromatique: le cas de 4 communes de la Martinique », UMR ESPACE-DEV, IRD Mangrove Date : Septembre 2010 Littoral Projet CARIBSAT Programme INTERREG Caraïbe IV Urbanisation Biodiversité Risques naturels. <https://docplayer.fr/58587020-Extraction-des-elements-batis-sur-une-image-spot-5-panchromatique-le-cas-de-4-communes-de-la-martinique.html>.

Antoine Lefebvre et al, 2009 : « Détection de changements dans des images à très haute résolution spatiale par analyse de texture : application en milieu urbain à Besançon (France) », Neuvièmes rencontres de Théo Quant. <http://thema.univ-fcomte.fr/>. ISSN 1769-6895. Article mis en ligne le 1 décembre 2009. <http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2009/TQ2009%20ARTICLE%2063.pdf>.

Antoine Masse, 2013: « Développement et automatisation de méthodes de classification à partir de séries temporelles d'images de télédétection - Application aux changements d'occupation des sols et à l'estimation du bilan carbone. Océan, Atmosphère. Université Paul Sabatier - Toulouse III. Français. tel- 00921853v2.

Arnaud Simon, 2005 : « Une nouvelle ère dans le domaine de l'information immobilière : La révolution de la géolocalisation » Université Paris-Dauphine, DRM-Finance.

Arnauld Gallais et al, 2017: « Prescriptions nationales pour la dématérialisation des documents d'urbanisme Plan Local D'urbanisme ». V2017b Version mineure du 03/10/2018 (améliore la v2017-12) cf. § Suivi du document v2017-12 Cette version succède aux versions : v2012-06, v2013-04 et v2014-10.

Assia Kadri, 2010: «Métropolisation, modernisation et projets urbains - le Plan d'Occupation des Sols & Le Projet Urbain ».

Astrium GEO Information Services, 2011 : «SPOT THEMA Base de Données d'Occupation du Sol pour les Acteurs du Territoire ». GEO035-0313, P2 que ce que Spot Théma ?

Atelier Parisien d'Urbanisme, 2003: « densité vécue et formes urbaines, étude de quatre quartiers parisiens». <https://www.apur.org/sites/default/files/documents/165.pdf>.

AUGO, 2004 : « la révision et l'élaboration des PLU » Association des Urbaniste du Grand Ouest, France. [https://www.loireatlantique.gouv.fr/content/download/4256/28853/file/3\\_PLU\\_elements\\_methode\\_V21oct04.pdf](https://www.loireatlantique.gouv.fr/content/download/4256/28853/file/3_PLU_elements_methode_V21oct04.pdf).

Bennour Meriem et al, 2017: « Renouveau de l'interface Portuaire- Quartier la marine (Ville de Mostaganem), Memoire De Fin D'etude De Master Academique, Filière : Architecture et Urbanisme, Spécialité : Habitat et Projet Urbain.

Bertrand Liaudet, 2012 : « Cours de Data-Mining 3 : modélisation présentation générale », EPF - 4ème année - IAP - Cours de Data mining -4 :Modélisation - page 1/16.

Bogdan Mihai et al, 2006: « Application De La Détection Des Changements A L'étude De La Dynamique De La Végétation Des Monts De Bucegi (Carpatés Méridionales, Roumanie) » Corpus ID: 127019483.

Boudersa Ghani, 2008 « *Le foncier et la consommation de l'espace de l'espace par l'habitat* », thèse de magister en Habitat et Environnement Urbain, université MENTOURI Constantine.

Boukerch I, Hadeid M, 2014 : « L'application de l'imagerie spatiale pour le cadastre dans les régions steppiques et sahariennes : cas de la wilaya d'El-Bayadh», [https://www.researchgate.net/publication/275886788\\_L%27application\\_de\\_l%27imagerie\\_sp\\_atiale\\_pour\\_le\\_cadastre\\_dans\\_les\\_regions\\_steppiques\\_et\\_sahariennes\\_cas\\_de\\_la\\_wilaya\\_d%27El-Bayadh](https://www.researchgate.net/publication/275886788_L%27application_de_l%27imagerie_sp_atiale_pour_le_cadastre_dans_les_regions_steppiques_et_sahariennes_cas_de_la_wilaya_d%27El-Bayadh).

Boukerch I, M Hadeid, R Mahmoudi, B Takarli, K Hasni, 2015: « Geometry based co-registration of ALSAT-2A panchromatic and multispectral images», Journal of the Indian Society of Remote Sensing 43 (1), 11-17.

Boulaassal .H et al, 2004 : « Analyse orientée-objet pour la détection de bâtiments à partir d'une image satellitaire à très haute résolution spatiale », Revue XYZ • N° 101 – 4e trimestre 2004, [file:///C:/Users/ACER/Downloads/article410105%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/article410105%20(1).pdf).

Caitlin Dempsey, 2000: «GIS Learning National Map Accuracy Standards (NMAS)». <https://www.gislounge.com/national-map-accuracy-standards-nmas/>.

Cemagref Lyon et al, 2014 : « Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme », Document rédigé par le groupe de travail

régional sur la prise en compte des eaux pluviales à l'échelle des bassins versants Animé par le GRAIE – Révisé avec le MEDDE.

Christophe Rodriguez, 2015: «Rôles et influences des perceptions de la densité urbaine des acteurs de la ville dans la conduite de projet urbain: les enseignements de la démarche Plana», Sciences de l'Homme et Société. 2015. dumas-01266789, <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01266789>.

Claude Touzet, 2016 : «Les Réseaux De Neurones Artificiels, Introduction Au Connexionnisme : Cours, Exercices Et Travaux Pratiques». EC2, -amu.archives-ouvertes.fr/hal-01338010. [https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01338010/file/Les\\_reseaux\\_de\\_neurones\\_artificiels.pdf](https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01338010/file/Les_reseaux_de_neurones_artificiels.pdf).

Club des villes durables, DREAL Centre Val de Loire 2016 : « De la densité à la qualité urbaine : densités comparées et formes urbaines», [http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/De\\_la\\_densite\\_a\\_la\\_qualite\\_urbaine\\_densites\\_comparees\\_et\\_formes\\_urbaines.pdf](http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/De_la_densite_a_la_qualite_urbaine_densites_comparees_et_formes_urbaines.pdf).

Commissariat général au développement durable, 2011 : « Les outils d'urbanisme, de gestion et d'aménagement » Service de l'observation et des statistiques. <http://biblio.uqar.ca/archives/30328460c.pdf>.

Conseil National Economique et Social CNES, Algérie, 2004 : « Une contrainte au développement économique » 24ème session plénière. P 24 et 25. Edition / CNES [A3] 01/As/24s/CNES/DEE/CPDES/17.07.2004.

Corentin Durand, 2017: «Huawei avance vers l'intelligence artificielle exécutée en local sur les smartphones», <https://www.numerama.com/tech/286173-huawei-avance-vers-lintelligence-artificielle-executee-en-local-sur-les-smartphones.html>.

Cyril De Runz, 2008 : « Imperfection, temps et espace : modélisation, analyse et visualisation dans un SIG archéologique ».

D. Steponas et al, 2004 : « Le rôle du cadastre multilatéral dans l'aménagement du territoire urbain » présenté au séminaire intitulé : Histoire de voir le monde : le GeoCongres International 2-5 Octobre 2007, Québec, Canada organisé par la Fédération Internationale des Géomètres FIG.

D.Holland, 2006 : « Updating topographic mapping in Great Britain using imagery from high-resolution satellite sensors », ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 60(3):212 223,DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2006.02.002.

Danielle Ducrot, 2005 : « Méthode d'analyse et d'interprétation d'image de télédétection multi-sources, Extraction de caractéristiques du paysage », mémoire de recherche, Habilitation à diriger des recherches, INP Toulouse, CESBIO, <http://docplayer.fr/7248754-Methodes-d->

[analyse-et-d-interpretation-d-images-de-teledetection-multi-sources-extraction-de-caracteristiques-du-paysage.html](#).

Didier Guignard, 2015 : « Les archives vivantes des conservations foncières en Algérie », 13 | 2015 : Dossier : Pratique du droit et propriétés au Maghreb, p. 79-108 <https://doi.org/10.4000/anneemaghreb.2555>.

Djakjak, Abderraziq, 2008: « La maîtrise du foncier urbain, une pièce maîtresse à la maîtrise de l'urbanisation. Cas de l'agglomération Annabi ».

Emilien Dubois, 2009 : « modélisation du prix de l'immobilier de l'agglomération Lyonnaise » Travail de Fin d'Etudes TFE Transport et Territoire.

F. G. D. Committee, 1998: « Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy». Subcomm. Base Cartogr. Data.

Fatiha Baouche, 2014 : « L'évolution du foncier agricole en Algérie à travers les réformes », Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'université de Poitiers, spécialité Droit rural, P4 et P21.

Fatiha Ibannain et al, 2012 : « Analyse préalable à une infrastructure de données spatiales au Maroc », SAG2O.

Francis Roy et al, 2011: « Les systèmes cadastraux : des instruments de base pour la gouvernance des territoires en Amérique latine ? ».

Francis Roy, 2006 : « Le développement de systèmes cadastraux pour un aménagement durable du territoire » Cahiers de géographie du Québec, Les chantiers de la géographie, Diffusion numérique : 27 mars 2007, URI <https://id.erudit.org/iderudit/014877ar>, DOI <https://doi.org/10.7202/014877ar>.

François Desroosiers, 2001 : «La modélisation statistique en analyse et évaluation immobilières guide méthodologique », Thèse de doctorat, Université LAVAL.

Francois Petitjean et al, 2011: « Découverte de motifs d'évolution significatifs dans les séries temporelles d'images satellites», Source: DBLP, Conference: Extraction et gestion des connaissances (EGC'2011), Actes, 25 au 29 janvier 2011, Brest, France

François Petitjean, 2012 : « Dynamic Time Warping : Apports théoriques pour l'analyse de données temporelles Application à la classification de séries temporelles d'images satellites », Thèse de doctorat en Informatique, <http://www.theses.fr/2012STRAD023>.

Françoise Gourmelon, 2005: « Potentialités de l'imagerie satellitaire spot 5pour la cartographie de la végétation ». Revue CyberGeo, <https://doi.org/10.4000/cyberge0.3027.P36>.

Françoise Pirot et als, SIG 2008 : «La conférence francophone Esri 1 et 2 octobre, versailles».

Francois-Xavier et al, 2007 : « Méthodes pour réaliser un historique de l'évolution du bâti : utilisation de cartes anciennes, du cadastre et de photographies aériennes », Rapport de

recherche Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 2007, 88 p., photos, tableaux, figures en couleur, graphiques. fhal-02162440f. HAL Id: hal-02162440 <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02162440>.

Gregory Gelly, 2017: « Réseaux de neurones récurrents pour le traitement automatique de la parole ». Réseau de neurones [cs.NE]. Université Paris Saclay (COMUE), 2017. Français. ffNNT : 2017SACLS295ff. fftel-01615475f. HAL Id: tel-01615475. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01615475>.

Grzegorz .S et al, 2009: « Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain – Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France) » CyberGeo Grzegorz Skupinski, Dong BinhTran et Christiane Weber. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.2199>.

Abdelhalim Guerroudj, Mohamed Hadeid, Akram Seddiki, 2017: «Analysis of bitemporal images to follow-up the flooding phenomenon in the western high plains of Algeria», Optik 139 (2017) 61–71.

Guerroudj Abdelhalim, Hellalbi Moulay Echami, 2008 «Etude comparative entre l'orthophotoplan et l'orthoimages à base de scène Quickbird de la région d'Alger : résultat et recommandations », bibliothèque CTS, Arzew.

Hadeid Mohamed, 2011 : « Mutations spatiales et sociales d'un espace à caractère steppique : le cas des Hautes Steppes sud oranaises (Algérie) » <https://doi.org/10.4000/insaniyat.12847>., 309-311.

H Nemouchi, 2011 : « Pratiques sociales et problèmes fonciers en Algérie », Elloumi M, Jouve A.M, Napoléone C, Paoli J.C. Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée. Montpellier CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 66, P 127- 143.

Hafiane Abderrahim2007 : « Les projets d'urbanisme récents en Algérie », 43rd ISOCARP Congress. [http://www.isocarp.net/Data/case\\_studies/1064.pdf](http://www.isocarp.net/Data/case_studies/1064.pdf).

Halimo Elmi Ali, 2016: « Méthode d'identification et de cartographie de l'occupation du sol à fine échelle par analyse d'images », Mémoire de Master, Mention: Géomatique Spécialité : Information Géographique : Analyse Spatiale et Télédétection Co-habilité UPEM – ENSG. [https://imu.universite-lyon.fr/wp-content/uploads/2015/07/stage-IMU-Armature-Rapport\\_Stage.pdf](https://imu.universite-lyon.fr/wp-content/uploads/2015/07/stage-IMU-Armature-Rapport_Stage.pdf).

Halloch Brahim, 2014 : « Le rôle du géomètre expert foncier dans les opérations immobilières ». Actes du séminaire OGEF.

Helalbi Khadidja, Si Ali Amel, 2011 « amélioration de la procédure de la mise à jour de la documentation cadastral » bibliothèque CTS, Arzew.

Herbert J. Kramer, 2002: «Observation of the Earth and Its Environment: Survey of Missions and Sensors», (Springer Verlag) ». <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/a/alsat-2>.

I. Le Berre, Alain Henaff, J Giraudet , 2005 «Suivi du littoral par Spot 5: cartographie de l'occupation du sol»

INCT, 2012: «Synthèse de la Conférence Infrastructure Nationale des Données Géographiques INDG'12».

Institut français de l'environnement-office national de la chasse et de la faune, 2006 «application de la télédétection à l'étude des zones humides : identification des prairies, des roselières, des peupleraies et des gravières»

Isabelle Adrien, 2010 : « Du cadastre 2D vers un cadastre 3D », Mémoire de travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de l'ESGT, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes ESGT.

Jean Dubé, 2010 : « Vers une approche spatio-temporelle pour la modélisation des prix hédoniques », Thèse de doctorat en aménagement du territoire et développement régional à l'Université LAVAL.

Jean-Claude Heudin, 2015: «Définition de l'intelligence artificielle», F la rédaction de Futura, <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/>.

Jean-Marie Halleux et al, 2015 : « Recherche 1 – Systèmes d'information foncière et politiques publiques » CPDT – Subvention 2014-2015 – Rapport intermédiaire – Etat d'avancement : UCL Géomatique/LEPUR. P2.

Jean-Paul Bord, 2012 : « Le Scot de L'agglomération de Montpellier (2006) st son bilan d'étape 2012 » 3<sup>ème</sup> rencontre scientifique Montpellier- Constantine.

Jérémy Lecoer, 2007: « Segmentation d'images cérébrales: État de l'art», [Research Report] RR-6306, 2007, pp.46. HAL Id: inria-00175188. <https://hal.inria.fr/inria-00175188v3>  
[Submitted on 18 Feb 2008.](#)

Khaled Chorfi, Kamel Younesi. 2008 : « Le foncier urbain entre opportunité et maîtrise. Cas de Sétif (Algérie) » Penser la ville – approches comparatives, Oct 2008, Khenchela, Algérie. pp.247. halshs-00382600.

Kim Huong Hoang, 2007 : « Les changements de l'occupation du sol et ses impacts sur les eaux de surface du bassin versant. Le cas du bassin versant de la rivière Cáu (Viêt-Nam). » Mémoire. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Maîtrise en sciences de l'eau, 127 p. <http://espace.inrs.ca/id/eprint/1635/>.

L. Bastien, 2019: « Réseau de neurones artificiels : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert? ». Le BIG DATA, Magazine I.A, Cloud et Big Data. <https://www.lebigdata.fr/reseau-de-neurones-artificiels-definition>.

- L. Bastien, 2021: «Machine Learning et Big Data: définition et explications», Le BIG DATA, Magazine I.A, Cloud et Big Data. <https://www.lebigdata.fr/machine-learning-et-bigdata#:~:text=Le%20Machine%20Learning%20est%20une,et%20sur%20lesquelles%20s%27entraîner.>
- Lakhdar Yamani et al, 2020: « Contournement des instruments d'urbanisme dans l'urbanisation de l'agglomération mostaganémoise (Algérie)», *Ordenación del Territorio, Urbanismo*, <https://doi.org/10.4000/cybergegeo.34731>.
- Lakhdar Yamani, 2014: « Logiques d'acteurs, processus et formes d'urbanisation : le cas de la ville de Mostaganem ». Thèse de Doctorat ; [https://www.researchgate.net/publication/342476844\\_Logiques\\_d%27acteurs\\_processus\\_et\\_formes\\_d%27urbanisation\\_le\\_cas\\_de\\_la\\_ville\\_de\\_Mostaganem](https://www.researchgate.net/publication/342476844_Logiques_d%27acteurs_processus_et_formes_d%27urbanisation_le_cas_de_la_ville_de_Mostaganem).
- Lakhdar Yamani et Kouider Brahimi, 2009: « Evolution sociale et reconfiguration spatiale : la ville de Mostaganem, *Insaniyat* n°s 44-45, avril - septembre 2009, pp. 175-193.
- Lambert R, 2019: « Focus : Le Réseau de Neurones Convolutifs», <https://penseartificielle.fr/focus-reseau-neurones-convolutifs/>.
- Le Monde *Diplomatique*, janvier 1972 : «Algérie : 1962-1972, dix ans d'indépendance La révolution agraire engage les campagnes dans la voie du socialisme » Page 25. <https://www.monde-diplomatique.fr/1972/01/A/30732>.
- Lhomme, Stéphane, 2005 : « Identification du bâti à partir d'images satellitaires à très hautes résolutions spatiales », Thèse en Géomatique appliquée, université de Sherbrooke. <http://hdl.handle.net/11143/5824>.
- Matthieu Noucher, 2013 : « Infrastructures de données géographiques et flux d'information environnementale-De l'outil à l'objet de recherche-» Les données environnementales en libre accès. pp. 120-147, <https://doi.org/10.4000/netcom.1404>.
- M. Corlazzoli and O. L. Fernandez, 2004: «SPOT 5 Cadastral validation project in Izabal, Guatemala». *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. 35, no. Part 1, pp. 291-296.
- M. di Salvo, 2007 : « Plan Local D'urbanisme, Modèle de cahier des charges de numérisation » CNIG Modèle de cahier des charges numérisation PLU 5 nov. 2007, [http://cdn2\\_3.reseaudescommunes.fr/cities/380/documents/73amy1lt6dfp07r.pdf](http://cdn2_3.reseaudescommunes.fr/cities/380/documents/73amy1lt6dfp07r.pdf).
- M. Ettarid, f. Degaichia, 2004 : « Potentiel cartographique de l'imagerie Ikonos » Commission IV,
- M.GUERINIAI, 2012 : « Analyse spatio-temporelle par la télédétection de la région de Djelfa (Évolution de l'occupation de sol) », Mémoire Magister, [http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/245/1/gueriniai\\_a.pdf](http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/245/1/gueriniai_a.pdf).

Malika Touati, 2010: « La périphérie Est d'Oran: mécanismes de formation et modes d'intervention », Bibliothèque du Centre d'étude diocésain, [http://www.catalogue-glycines.org/index.php?lvl=author\\_see&id=43626](http://www.catalogue-glycines.org/index.php?lvl=author_see&id=43626).

Maouia Saidouni, 2003 : «Le problème foncier en Algérie : bilan et perspectives» In: Villes en parallèle, n°36-37, Villes algériennes. Pp 134-153, [https://www.persee.fr/doc/vilpa\\_02422794\\_2003\\_num\\_36\\_1\\_1394](https://www.persee.fr/doc/vilpa_02422794_2003_num_36_1_1394).

Marc Vasseur, 2014 : « Pertinence de l'utilisation du LiDAR terrestre pour l'acquisition de données 3D à des fins de représentations cadastrales (condominiums) », Mémoire de Maîtrise en sciences géomatiques, université LAVAL.

Marina Chane, 2021: « Classification des images médicales : comprendre le réseau de neurones convolutifs (CNN) », <https://www.imaios.com/fr/Societe/blog/Classification-des-images-medicales-comprendre-le-reseau-de-neurones-convolutifs-CNN>.

MAUD BALESTRAT et al, 2008: « Analyse du potentiel des terres agricoles affectées par l'aménagement du territoire étude méthodologique sur une zone pilote (département de l'Hérault - 34) », rapport d'études, [https://agritrop.cirad.fr/558827/1/document\\_558827.pdf](https://agritrop.cirad.fr/558827/1/document_558827.pdf).

Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme, 2008, « *Schéma directeur d'aménagement touristique –SDAT 2025-*».

Ministère du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité de la France, 2015: « Maîtriser la consommation foncière et lutter contre l'artificialisation des sols ».

Mouaziz-Bouchentouf Najet, 2008 : « Le mythe de la gouvernance urbaine en Algérie, le cas d'Oran ». HAL Id : halshs-00381584, version 1, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00381584>.

Nathalie Abadie, 2013: « Formalisation, acquisition et mise en œuvre de connaissances pour l'intégration virtuelle de bases de données géographiques : les spécifications au cœur du processus d'intégration, Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université Paris-Est, Spécialité : Sciences et Technologies de l'Information Géographique.

Nezha farhi et al, 2017 « processus d'élaboration d'un produit fusionné pan+ms Alsat-2, actes atelier Alsat-2 utilisateur processus»,

Nicolas Champion, 2011: « Détection de changement 2D à partir d'imagerie satellitaire. Application à la mise à jour des bases de données géographiques ». Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur de l'université Paris Descartes Discipline : Informatique. [http://recherche.ign.fr/labs/matis/pdf/theses/These\\_champion.pdf](http://recherche.ign.fr/labs/matis/pdf/theses/These_champion.pdf).

Nicolas Vayatis Et al, 2020: « Réseau De Neurones Convolutifs». DAP Data Analytics Post, <https://dataanalyticspost.com/Lexique/reseau-de-neurones-convolutifs/>.

Nils Gesbert, 2005 : « Étude de la formalisation des spécifications de bases de données géographiques en vue de leur intégration », Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université de Marnela Vallée Spécialité : Informatique.

Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture FAO, 2003 : « Le régime foncier et le développement rural », ISBN 92-5-204846-4.

Ould Said Mohammed, 2015: « Stratégie de développement du secteur du tourisme, Cas de la wilaya de Mostaganem », Mémoire De Magister, Spécialité : Marketing – Management des entreprises, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem.

P. A. Handbook, 1999: « Using the National Standards for Spatial Data Accuracy to measure and report geographic data quality». Minn. Plan. Land Manag. Inf. Cent.

P. Jayaprasad et al, 2006: « Updation and metrology of cadastre and village boundary using high resolution satellite data». Int. Arch. Photogramm. REMOTE Sens., vol. 36.

Paul A. Samuelson 1974 : « principes et concept généraux en évaluation foncière Volume 1 », Québec.

Pauline Dusseux, 2014: «Exploitation de séries temporelles d'images satellites à haute résolution spatiale pour le suivi des prairies en milieu agricole. Géographie. Université Rennes 2, 2014. Français. ffNNT : 2014REN20031ff. fftel-01131770f». <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01131770>.

Pierre Gautreau, et al, 2016 : « Information géographique numérique et justice spatiale : les promesses du “ partage ”. Justice spatiale » - Spatial justice, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, UMR LAVUE 7218, Laboratoire Mosaiques, 2016, Liberté, Egalité, Computer, 10, <http://www.jssj.org/article/information-geographique-numerique-et-justice-spatialeles-promesses-du-partage/.halshs-01507135>.

Piyawan Srikhum, 2012 : « Statistiques spatiales et Etude immobilière » Thèse doctorat en sciences de gestion université Paris-Dauphine école doctorale de Dauphine.

Riad Bensouiah, 2003: « La lutte contre la désertification dans la steppe algérienne : les raisons de l'échec de la politique environnementale » Communication présentée aux 15èmes Journées de la Société d'Ecologie Humaine organisée à Marseille (France) sous le thème : « Du Nord au Sud : le recours à l'environnement, le retour des paysans ?», P 9 et 10.

S.H. Khouadjia, 2016 : « Le Foncier Industriel en Algérie » Revue des Sciences Humaines – Université Mohamed Khider Biskra No : 43. P 42 à 69.

S.Hattab, et al 2003 : « Le coefficient d'occupation du sol cos et la promotion des techniques modernes de la gestion urbaine cas de la ville d'Alger », Courrier du Savoir scientifique et technique, Volume 4, Numéro 4, Pages 29-33.

Samira Boukerrou, 2007 : « Rente foncière et structures agraires dans les pays dits sous-développés. Le cas de l'Algérie ». Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat d'Etat en Economie, Université de Constantine.

Sébastien Del Vecchio, 2006 : « Mesure quantitative des impacts de risque en contexte d'impartition » HEC MONTREAL affiliée à l'Université de Montréal.

Sébastien Mustière, 2014: « Intégration de données géographiques », Synthèse de travaux de recherche en vue d'obtenir l'habilitation à diriger des recherches délivrée par l'université Paris-Est spécialité Sciences et Technologies de l'Information Géographique.

Souad Bendjaballah, 1997 : «Droit foncier étatique et stratégies locales, les réponses plurielles à la violence des politiques domaniales en Algérie entre 1962 Et 1995» Thèse pour le doctorat d'état en droit option anthropologie juridique. Université de Constantine.

T. Barré et al, 2011: « Les représentations de la densité résidentielle, Réalisation d'un outil pédagogique destiné aux agents de la DDTM » P14, [http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Etude\\_sur\\_les\\_densites\\_dans\\_le\\_Finistere\\_cle7b351c-1.pdf](http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Etude_sur_les_densites_dans_le_Finistere_cle7b351c-1.pdf).

Tania Landes et al, 2011 : « Les principes fondamentaux de la lasergrammétrie terrestre : acquisition, traitement des données et applications », article publié dans la revue XYZ • N° 129 – 4e trimestre 2011.

Taouaf Lakhdar, 2017: « Détection des changements écologiques l'aide de la télédétection optique passive en Algérie », Thèse pour l'obtention d'une doctorat en sciences, spécialité Génie physique, Option: rayonnement et matière. [http://www.univ-usto.dz/theses\\_en\\_ligne/doc\\_num.php?explnum\\_id=2027](http://www.univ-usto.dz/theses_en_ligne/doc_num.php?explnum_id=2027).

Thierry tormos, stéphane dupuy, 2011 «Segmentation et classification d'images en télédétection »

Thomas Devogele, 2006 : « Processus d'intégration et d'appariement de Bases de Données Géographiques Application à une base de données routières multi échelles ». tel-00085113.

Tiguercha Ahmed, 2019: «Analyse des Marchés d'électricité dérégulés avec les Méthodes Intelligentes», Thèse Présentée pour l'obtention du grade de docteur en sciences en Électrotechnique, Spécialité : Systèmes Electro-Énergétiques. <https://repository.usthb.dz/bitstream/handle/123456789/8211/TH9359.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Tr-Engineering, 2014 : « partie écrite du plan d'aménagement général, règlement général sur les bâtisses, les voies publiques et les sites » commune de Vichten. <https://vichten.lu/wp-content/uploads/2020/10/Reglement-des-batisses-PAG-en-vigueur.pdf>.

Université Montpellier3, 2010 : « Acquérir et intégrer des données géographiques Partie 1 ».

Van Der Kaa C et al, 2015 : « Systèmes D'informations Foncières Et Politiques Publiques », Annexe 1 : Rapport scientifique, Conférence Permanente du Développement Territorial, Université Catholique de Louvain Géomatique, Université de Liège Lepur, 310 p. n.

[https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/cpdt\\_rf\\_octobre\\_2015\\_annexe\\_r1-1\\_rapport\\_scient\\_r.pdf](https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/cpdt_rf_octobre_2015_annexe_r1-1_rapport_scient_r.pdf).

Vanessa Sellin, 2012 «Cartographie des grands types de végétation par télédétection : étude de faisabilité (Bretagne, Basse-Normandie et Pays-de-la Loire)»

Vincent Godard, 2007: « Aide à la décision et SIG : Évaluation multicritères (MCE) : Développement des critères et approche booléenne » Université de Paris.

Vivien Fuchs, 2013 : « Visualisation 3D du cadastre québécois : cas d'une copropriété », Mémoire d'ingénieur spécialité Géomètre Topographe, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes CNAM-ESGT.

WGIV/7.<https://www.isprs.org/proceedings/xxxv/congress/comm4/papers/519.pdf>.

## **Livres consultés :**

### **VILLES ET MÉTROPOLIS ALGÉRIENNES**

#### **Hommage à André Prenant**

Coordonné par Sid-Ahmed Souiah et Chantal Chanson-Jabeur

Edition : L'harmattan. Collection : Cahiers Du Gremamo Maghreb, Moyen Orient Algérie  
Géographie Urbanisme, Aménagement, Sociologie Urbaine. 280 Pages.

### **L'ANALYSE STATISTIQUE ET SPATIALE : STATISTIQUES, CARTOGRAPHIE, TELEDETECTION, SIG / ERWANN**

Minvielle et Sid-Ahmed Souiah, Nantes

Éditions du temps; DL 2003, 284 pages

### **QUAND LES POUVOIRS PUBLICS PRODUISENT DE NOUVELLES MARGINALITES URBAINES : LES RECASES DE NEDJMA A ORAN (ALGERIE)**

Fouzia Bendraoua, Sid Ahmed Souiah

Dans Autrepart 2008/1 (n° 45), pages 173 à 190.

## Autres sites et documents consultés

Brochure Spot Théma, 2012 «<https://www.intelligence-airbusds.com/fr/2973-spot-thema>»

Cadre National et Régional, ETD Septembre 2000 « *Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire* ».

Fiche descriptive N° 3035 [www.impot.gouv.fr](http://www.impot.gouv.fr)

Journal Officiel de la République Algérienne et Démocratique, 2005 « *Décret exécutif n° 05-317 du 10 septembre 2005* ».

Loi n°90-25 du 18/11/1990, modifiée et complétée, portant orientation foncière. [http://madrp.gov.dz/wpcontent/uploads/2019/01/Loi\\_9025\\_18\\_11\\_1990\\_orientation\\_fonciere.pdf](http://madrp.gov.dz/wpcontent/uploads/2019/01/Loi_9025_18_11_1990_orientation_fonciere.pdf).

Site officiel du Ministère de l'Habitat et d'Urbanisme « *définition du Plan d'Aménagement de Wilaya* ». <https://www.mhuv.gov.dz>

Office de Promotion et de Gestion Immobilière –Algérie-, 2016 : « Administration de la copropriété ».

Manuel – Atelier De Formation En Géo portails, Tanger, 20 au 22 janvier 2014, [https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/manual\\_formacion\\_geo\\_alboran\\_final\\_fr.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/manual_formacion_geo_alboran_final_fr.pdf).

[ANC, 2019] : <https://www.an-cadastre.dz>

[OGEF, 2019] : <https://ogef.dz>

[ANURB, 2019]: <http://anurb.dz>

[ONTA, 2019] : <http://www.onta.dz>

[ANIREF, 2019] : <http://www.aniref.dz/index.php/fr/>

[APS, 2021]: <https://www.aps.dz/economie/119873-plus-de-220-zet-pretres-a-accueillir-des-projets-touristiques>.

[http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2018/10/181003\\_Standard\\_CNIG\\_PLU\\_v2017b.pdf](http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2018/10/181003_Standard_CNIG_PLU_v2017b.pdf).

[www.intelligence-airbusds.com](http://www.intelligence-airbusds.com)

[hal.archives-ouvertes.fr](http://hal.archives-ouvertes.fr)

[eoedu.belspo.be](http://eoedu.belspo.be)

[www.ASAL.dz](http://www.ASAL.dz)

[www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)

[www.spotimage.fr](http://www.spotimage.fr)

[www.trameverteetbleue.fr](http://www.trameverteetbleue.fr)

[www.cesbio.ups-tlse.fr](http://www.cesbio.ups-tlse.fr)

[Www-loa.univ-lille1.fr](http://Www-loa.univ-lille1.fr)

[earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)