



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
UNIVERSITE D'ORAN 2 MOHAMED BEN AHMED

Faculté : des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département : Géographie et Aménagement DE Territoire

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Géomatique

Thème :

Etude de cas des travaux postérieurs à l'établissement du cadastre général :

**Exploitation de la documentation cadastrale pour la mise en place d'un SIG dédié à
l'analyse et la gestion des données hydrologiques**

–Cas des inondations à Tamazoura–

Encadré par :

Mm SEDDIKI Mohamed Akram

Présenté par :

Mr. SEGUIR Mohamed

Mr. YAGOUBI Ahmed Soufiane

Les membres du jury

Mr ALLAL Nadir	Maître assistant A	Président
Mm GOURINE FARIDA.	Maître assistante A	Examineur
Mr SEDDIKI Mohamed Akram	Attaché de recherche Directeur de la formation C.T.S-ARZEW	Encadreur

2020/2021

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect :

A la personne que j'aime le plus au monde, à ma mère, qui a tout sacrifié pour ses enfants.

A mon père pour tous les sacrifices qu'il a consenti à mon égard ;

A mes frères

A ma petite famille

A mon Binome Mr YAGOUBI Ahmed Soufiane

A mes chers Amis sans exception.

A toutes les personnes que je connais et que je n'ai pas cité.

A tous ceux que j'aime.

SEGUIR Mohamed

Dédicaces

A la personne que j'aime le plus au monde, à ma mère Houria, qui a tout sacrifié pour ses enfants, un exemple de résistance.

A mon père, une personne que j'admire beaucoup, par son parcours éducatif, il a su nous incrusté le sens méthodique et la pédagogie ne serait-ce que familial.

A ma femme, mon second souffle, mon amour, sans elle jamais j'aurais pu reprendre les études.

A mes fabuleuses deux filles Hiba & Meriem Cherifa, mes sources d'inspirations.

A mes frères Mohamed, Bouhdjar, Kamel et Noria ma sœur.

A la mémoire de ma grand-mère MAMAU.

A mes amis sans exception.

A toute la famille YAGOUBI. Hallou.

A LAHCEN, un administrateur au Département de géographie et d'aménagement du territoire, qui me contacté lors de ma reprise des études dans la période covid-19.

A madame Gourine qui a été accueillante, dévoué et surtout une personne d'une simplicité hors de la norme, encore merci.

A mon Binôme Seguir Mohamed, ce mémoire nous a réunis, et je ne peux vous dire que merci pour tes efforts, j'ai connu ton frère au pare-avant et c'est un plaisir de faire votre connaissance dans de telles circonstances, merci à vous.

A toutes les personnes que je connais et que je n'ai pas cité.

A tous ceux que j'aime.

YAGOUBI Ahmed Soufiane

Remerciements

“ Je rends grâce à dieu qui m’a donné le courage ainsi que la connaissance pour pouvoir terminer mes études”.

Ce travail a été préalablement réalisé sous la direction de Mr SEDIK Akram, directeur de la formation – Agence Spatiale Algérienne - Centre des Technique Spatiales. Je tiens à le remercier pour ces orientations et précieux conseils.

Nos remerciements vont aussi à Mm GOURINE Farida, et Mr ALLAL Nadir.

Notre profonde reconnaissance va aussi à mesdames et Messieurs les membres de jury.

Nos remerciements vont aussi aux responsables et à l’ensemble du personnel technique et administratif du centre des techniques spatiales CTS Arzew

Nos remerciements vont aussi aux responsables et à l’ensemble du personnel technique et administratif du département de géographie et d’aménagement du territoire Faculté des Sciences de la Terre et de l’Univers Université d’Oran2 – Mohamed Ben Ahmed.

Enfin, nos remerciements les plus sincères s’adresse à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin à la réalisation et à l’aboutissement de ce modeste travail.

Résumé

L'Algérie est fréquemment concernée par des inondations dévastatrices. Par le passé, ces dernières se produisaient surtout suite aux débordements des grands cours d'eau des plaines agricoles. Depuis une vingtaine d'années, elles ont davantage touché les centres urbains où elles ont engendré de nombreuses pertes en vies humaines et des dégâts matériels considérables.

L'augmentation perceptible de la fréquence et de l'amplitude des phénomènes climatiques extrêmes, rend indispensable la mobilisation de toutes les ressources technologiques pour faire face à cette situation.

La phase de cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation a pour objectif de contribuer, en homogénéisant et en objectivant la connaissance de l'exposition des enjeux aux inondations potentielles, à la rédaction des plans de gestion du risque inondation (PGRI), à la définition des objectifs de ces plans et à l'élaboration des stratégies locales.

En représentant les aléas « inondation » et les enjeux qui y sont exposés à une échelle appropriée, la cartographie, parmi d'autres éléments, doit servir de support pour identifier des objectifs de réduction du risque puis des mesures pertinentes possibles pour gérer le risque, essentiellement à l'échelle du PGRI.

L'étude présentée dans ce mémoire peut être vue comme une étude de faisabilité technique pour explorer le potentiel de la documentation cadastrale numérique en vue de réaliser des modélisations hydrologiques ; il ne s'agit donc pas d'une étude classique d'hydrologie.

La méthodologie qui vise à intégrer les données cadastrales dans un SIG permettant la cartographie du risque inondation, est exposée en deux volets, à savoir : détermination de l'aléa risque (composante fréquentielle). A la suite des prétraitements des données et d'une première analyse globale, la deuxième partie consiste à cartographier l'aléa (composante spatio-temporelle).

Mots clés : base de données cadastrales, risque inondation ,analyse AMC, aléa.

Table des matières

Dédicace.....	I
Remerciements.....	III
Résumé.....	IV
Table des matières.....	V
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des figures.....	IX
Liste des acronymes.....	XII
Introduction générale.....	1

Chapitre I Le cadastre au service de l'aménagement : zoom sur le secteur hydraulique

I.1. Introduction	3
I.2. Le cadastre : rôle documentaire.....	4
I.2.1. Contenu informatif de la documentation cadastrale et modèle conceptuel.....	4
I.2.2. Rôle du cadastre en aménagement du territoire : état de l'art.....	9
I.3. Rôle documentaire du cadastre en hydraulique : état de l'art.....	12
I.4. Conclusion.....	24

Chapitre II Les inondations : notions théoriques, cartographie et mesures de lutte

II.1. Introduction	25
II.2. Les inondations en Algérie.....	25
II.3. Notions liées aux inondations.....	29
II.3.1. Le bassin versant.....	29
II.3.2. L'inondation : définition et paramètres.....	30
II.3.2.1. Le débit.....	30
II.3.2.2. La vitesse d'écoulement.....	32
II.3.2.3. La hauteur de submersion.....	32
II.3.2.4. La durée de submersion.....	32
II.3.2.5. La fréquence et la période de retour.....	32
II.3.3. Les facteurs aggravants les inondations.....	33
II.3.3.1. Influence des facteurs naturels	33
II.3.3.2. Influence des facteurs anthropiques.....	34
II.4. Les types d'inondations.....	34

Table des matières

II.4.1. Stagnation d'eaux pluviales.....	34
II.4.2. Débordement de cours d'eau.....	35
II.4.4. Ruissellement en secteur urbain.....	35
II.4.5. Crues torrentielles.....	35
II.4.6. Submersion des zones littorales ou lacustres.....	36
II.5. Méthodologie de détermination des zones d'inondation.....	36
II.5.1. Détermination du risque aléa.....	36
II.5.1.1. Composante fréquentielle de l'aléa	36
II.5.1.2. Composante spatio-temporelle de l'aléa.....	37
II.6. Comment lutter contre les inondations ?.....	38
II.6.1. Réduction de l'aléa.....	38
II.6.1.1. Recalibrage du cours d'eau	38
II.6.1.2. Endiguement du cours d'eau	38
II.6.1.3. Reboisement.....	38
II.6.1.4. Recalibrage des ouvrages d'art.....	39
II.6.1.5. Recalibrage des systèmes d'évacuation de l'eau	39
II.6.1.6. Préservation – restauration -création des zones d'expansion des crues	39
II.6.1.7. Retenues d'eau	39
II.6.1.8. Réservoirs d'orage	40
II.6.1.9. Correction torrentielle.....	40
II.6.1.10. Les épis	40
II.7. Conclusion.....	41

Chapitre III Apports de la documentation cadastrale pour la cartographie du risque inondation

III.1. Introduction.....	42
III.2. Présentation de la zone d'étude.....	42
III.3. Outils et matériels de traitements.....	44
III.4. Approche méthodologique développée.....	44
III.5. Données utilisées : typologie et sources d'acquisition	46
III.6. Scénario des prétraitements des données collectées.....	48
III.6.1. Documentation cadastrale graphique.....	49
III.6.2. Base de données cadastrale : modélisation et contenu informatif.....	51
III.6.3. Cartes géologique, lithologique et des eaux souterraines.....	52
III.6.4. Prétraitements des données images.....	56

Table des matières

	56
III.6.4.1. Réalisation de la carte d'occupation des sols.....	
III.6.4.2. Cartes d'indice de végétation et d'indice de brillance.....	57
III.6.4.3. Modèle numérique de terrain et produits dérivés	58
III.7. Approche méthodologique de la cartographie du risque inondation	60
III.7.1. Détermination de l'Aléa inondation : volet degré de risque.....	61
III.7.2. Détermination de l'Aléa inondation : volet intégration	63
III.7.2.1. Détermination de l'Aléa inondation : solution universelle.....	64
III.7.2.2. Détermination de l'Aléa inondation : solution PFE.....	66
III.8. Conclusion.....	72
Conclusion générale.....	73
Références bibliographiques.....	75

Liste des tableaux

Tableau I.1. Légende des objets ponctuels à représenter dans le plan cadastral.....	4
Tableau I.2. Légende des objets linéaires à représenter dans le plan cadastral.....	5
Tableau I.3. Légende des objets zonaux à représenter dans le plan cadastral	5
Tableau I.4.Nomenclature des données descriptives des propriétés foncières	6
Tableau I.5. Etudes et articles de recherches sur le rôle du cadastre en aménagement du territoire	9
Tableau I.6. Etudes et articles de recherches sur le rôle du cadastre en aménagement hydraulique	12
Tableau I.7. Résultats par zones, des surfaces déjà inondées et nouvellement inondées.....	19
Tableau I.8.Répertoire de plans utilisés pour l'analyse et la gestion de l'alimentation en eau potable.....	22
Tableau I.9.Eléments de cartographie du risque de dommages dû aux inondations (enjeux à représenter et vulnérabilité associée).....	23
Tableau I.10. Variabilité des thématiques d'aménagement hydraulique et rôle documentaire du cadastre	24
Tableau II.1 : Habitations construites en zones inondables.....	28
Tableau II.2. Probabilité de voir une crue de fréquence donnée atteinte ou dépassée au moins une fois sur une période donnée	33
Tableau III.1. Sources des données collectées.....	46
Tableau III.2. Données Spatiales utilisées	46
Tableau III. 3. Données littérales et statistiques utilisées.....	46
Tableau III.4. Données cartographiques utilisées	47
Tableau III.5. Références cadastrales des sections utilisées.....	50
Tableau III.6. Tableau récapitulatif de données cadastrales.....	51
Tableau III.7. Principales étapes de détermination du degré de risque aléa inondation.....	61
Tableau III.8. Typologie des données intégrées dans le processus AMC pour la cartographie de l'aléa.....	64
Tableau III.9. Tableau général de codification (fiche d'îlot de propriété)	67
Tableau III.10. Statistiques des changements de classes de risque aléa.....	70
Tableau III.11. Statistiques d'affectation du degré de risque par îlot des deux solutions appliquées.....	71
Tableau III.12. Paramètres de numérisation	72

Liste des figures

Figure I.1. Missions du cadastre en Algérie et à l'étranger.....	3
Figure I.2. Modèle conceptuel de données MCD et la liste des relations de la base de données cadastrale relative au milieu rural.....	7
Figure I.3. Modèle conceptuel de données MCD et la liste des relations de la base de données cadastrale relative au milieu urbain.....	8
Figure I.4. Modèle conceptuel des réseaux de gestion des digues intégrant les données cadastrales.....	18
Figure I.5. Modèle conceptuel du parcellaire complémentaire au modèle réseau de gestion des digues.....	19
Figure I.6. Représentation des zones d'inondation sur les plans cadastraux.....	20
Figure I.7. Cheminement méthodologique d'un schéma de gestion des eaux pluviales.....	21
Figure II.1. Image Alsat2 prise après inondations de Taref en 2012	27
Figure II.2. Représentation schématique du bassin Versant.....	29
Figure II.3. Représentation schématique des lits mineur, moyen et majeur.....	29
Figure II.4. Courbe des débits en un point ou Hydrogramme	30
Figure II.5. Fréquence des crues	33
Figure II.6. Détermination de l'aléa inondation -volet degré de risque-.....	36
Figure II.7. Détermination de l'aléa inondation -volet intégration-	37
Figure II.8. Schéma de recalibrage du cours d'eau.....	38
Figure II.9. Schéma d'interventions après recalibrage du cours d'eau.....	39
Figure II.10. Exemples des ouvrages à re-calibrer.....	39
Figure II.11. Exemples de technique de correction torrentielle.....	40
Figure III.1. Localisation de la commune de Tamazoura.....	42
Figure III.2. Potentialités et contraintes naturelles de la zone d'étude.....	43
Figure III. 3. Moyens utilisés.....	44
Figure III.4. Schéma synoptique de l'approche méthodologique de détermination du risque inondation et d'extraction de l'information cadastrale utile.....	45

Liste des figures

49

Figure III.5. Assemblage des plans de sections cadastrales géoréférencés et îlots numérisés.....	
Figure III.7. Extrait de la carte hydrogéologique interprétative d'Oran	52
Figure III.8. Composition lithologique de la zone d'étude.....	53
Figure III.9. Classes de perméabilité en fonction de la composition lithologique de la zone d'étude.....	53
Figure III.10. Extrait de la carte géologique	54
Figure III.11. Extrait de la carte des eaux souterraines.....	54
Figure III.12. Extraction de l'information sur la perméabilité à partir de la carte géologique et des eaux souterraines.....	55
Figure III.13. Composition colorée, extraction et amélioration de la radiométrie.....	56
Figure III.14. Etapes de classification supervisée.....	56
Figure III.15. Carte d'occupation des sols de la zone d'étude.....	57
Figure III.16. NDVI et IB calculés en utilisant l'image TM.....	57
Figure III.17. Modèle numérique de terrain et la carte des pentes dérivée.....	58
Figure III.18. Bassins versants délimités à partir du MNT.....	58
Figure III.19. Identification du bassin versant objet de l'étude sur la carte du réseau hydro climatologique et de la surveillance de la qualité des eaux.....	59
Figure III.20. Carte de la pluviométrie à l'échelle de la wilaya et extraction à l'échelle du groupement	60
Figure III.21. Schéma de détermination du degré de risque inondation à Tamazoura.....	61
Figure III.22. Organigramme des solutions de cartographie du risque aléa inondation.....	63
Figure III.23. Extraction de l'information sur le sol à partir des produits dérivés de l'image TM.....	64
Figure III.24. Identification de l'information redondante et complémentaire entre les trois dérivés de l'image TM et principe d'appartenance en logique floue.....	65
Figure III.25. Carte de risque aléa inondation obtenue par application de la solution universelle.....	66

Liste des figures

Figure III.26. Cartes extraites à partir de la base de données cadastrales GIC et carte de risque aléa résultante après fusion AMC.....	68
Figure III.27. Intégration des valeurs de risque aléa par îlots cadastraux et comparaison des résultats des deux solutions.....	69
Figure III.28. Carte d'analyse post-classification et statistiques correspondantes.....	70

Liste des acronymes

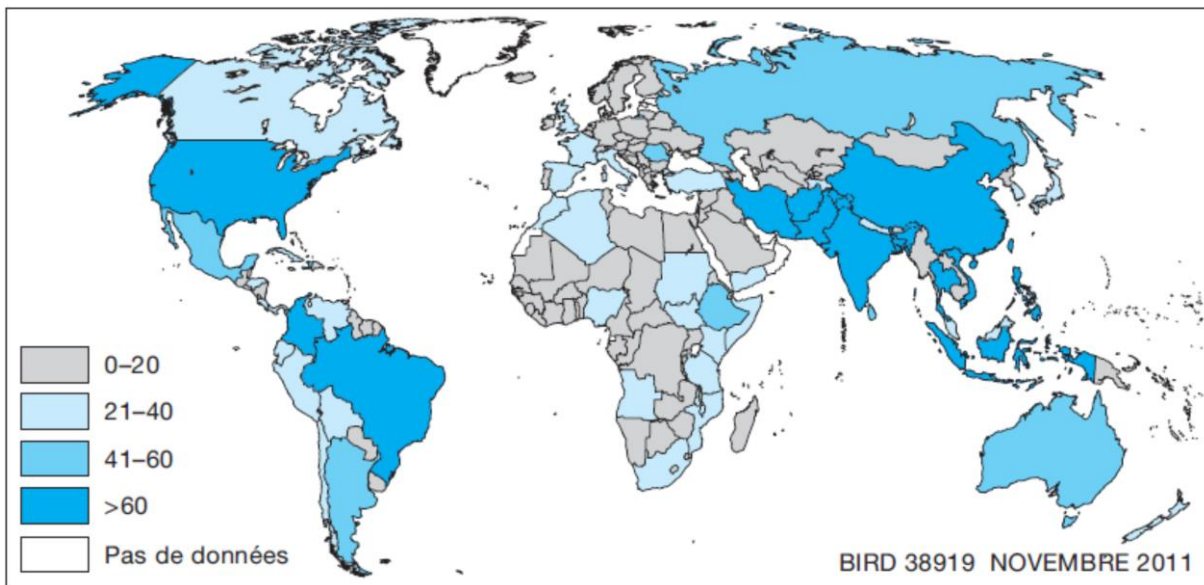
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANBT	Agence Nationale des Barrages et Transferts
ANC	Agence Nationale du Cadastre
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
APC	Assemblée Populaire communale
BD	Base de Données
CTS	Centre des Techniques Spatiales
EAC	Exploitation Agricole Collective
EAI	Exploitation Agricole Individuelle
GIC	Gestion de l'Information Cadastrale
IB	Indice de Brillance
IDW	Inverse de Distance Pondérée
INCT	Institut National de Cartographie et Télédétection
MCD	Modèle Conceptuel des Données
MNT	Modèle Numérique de Terrain
MPD	Modèle Physique de Données
NDVI	Normalized Difference Végétation Index
ONM	Office National de la Météorologie
OPGI	Office de Promotion et de Gestion Immobilière
ORGM	Office National des Recherche Géologique et Minière
PDAU	Plan Directeur de l'Aménagement et d'Urbanisme
PFE	Projet Fin d'Etude
POS	Plan d'Occupation des Sols
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RN	Route Nationale
SIG	Système d'Information Géographique
SIRS	Système d'Information à Référence Spatiale
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TM	Thématique Mapper
TOL	Taux d'Occupation par Logement
URBOR	Centre d'Etudes et de Réalisation en Urbanisme Oran

1. Contexte de l'étude

L'homme, depuis des siècles, s'installe aux bords des rivières afin de profiter de ses avantages ; transport fluvial des marchandises, pêche, source d'alimentation en eau, source d'énergie hydraulique... Mais il doit aussi en subir les caprices dont les plus redoutables sont liées aux crues.

Selon certains articles, l'inondation constitue la catastrophe naturelle la plus répandue et n'épargne aucune partie de la planète. Les inondations constituent des risques naturels les plus fréquents issus des phénomènes météorologiques et qui touchent le plus grand nombre d'individus sur la terre.

De ce point de vue, les auteurs estiment que les inondations ont représenté plus du tiers de l'ensemble des cataclysmes recensés de la fin du XXème siècle. Elles surviennent chaque année pour complexifier l'existence des populations de nos agglomérations tant urbaines que rurales.



Inondations, 1970-2011. Source : EM-DAT : Base de données des catastrophes internationales OFDA/CRED (www.emdat.be), Université Catholique de Louvain, Bruxelles (Belgique).

Ces inondations subites emportent sur leur passage des champs, des habitations, les infrastructures socioéconomiques faisant alors de nombreux réfugiés climatiques avec ses multiples conséquences.

Quant à certains auteurs, les inondations permettent de rendre compte de la durée d'apparition des événements climatiques exceptionnels dont la non maîtrise augmente la vulnérabilité des populations surtout les plus pauvres.

Ainsi, la lutte contre les inondations constitue un enjeu important compte tenu du nombre d'endroits potentiellement affectés.

2. Problématique et objectifs

La recherche concernant les risques n'est pas purement théorique ; il s'agit d'améliorer, dans la mesure du possible, des décisions impliquant des vies humaines et marquant l'espace par des choix d'aménagement, donc aussi d'orienter le développement économique et social des secteurs concernés.

Avec le développement technologique de l'imagerie satellitaire, des techniques et des outils de traitement de l'information géographique (SIG), en lien avec l'évolution des capacités informatiques, de nouvelles techniques pour l'analyse et la prévention des inondations sont disponibles et utilisables.

De nombreuses méthodes d'acquisition de l'information géographique sont disponibles pour l'étude des risques naturels, notamment celles de la télédétection aéroportée ou spatiale. Ces techniques et méthodes peuvent être employées à différents moments du processus de gestion des risques : en prévision et en anticipation de crise.

En conséquence, il s'agit aussi d'expertise scientifique qui exige une approche pluridisciplinaire (météorologie, hydrologie, statistique, hydraulique, géologie, topographie, génie civil, économie, environnement, ...). A partir de là, l'analyse permet de maîtriser l'occupation et l'exploitation de son espace. Toute analyse des risques naturels doit être menée avec cette idée.

Dans cet ordre d'idées, ce travail de PFE vise à étudier un cas d'application pratique sur le rôle de la documentation cadastrale dématérialisée dans le processus d'aménagement et plus précisément leur intégration dans un processus d'analyse spatiale multicritères permettant la réduction des incertitudes relatives à la connaissance du risque inondation, par leur prise en compte dans la cartographie de l'aléa.

3. Structuration du mémoire

Le rapport des travaux effectués dans le cadre de ce projet de fin d'études, est structuré en trois chapitres :

- Nous aborderons dans le premier chapitre, la mission documentaire que peut jouer le cadastre par l'exploration de la documentation cadastrale, et par la présentation d'un état de l'art sur l'utilisation de cette dernière dans les études d'aménagement du territoire et dans l'analyse hydrologique.
- Puisque le mémoire est axé sur la problématique des inondations, le second chapitre est consacré à la définition des notions liées aux inondations et l'approche cartographique, ainsi que des solutions d'aménagements proposées.
- Le dernier chapitre présente le déroulement pratique des applications qui sont autour de l'utilisation et l'intégration des données mixtes : cadastrales-imagerie spatiale dans un SIG permettant la cartographie du risque inondation.

I.1. Introduction

Le cadastre, d'abord conçu comme pierre angulaire du régime de gestion du droit de propriété en matière d'enregistrement foncier, a été utilisé à de multiples fins au point d'ailleurs où 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.*

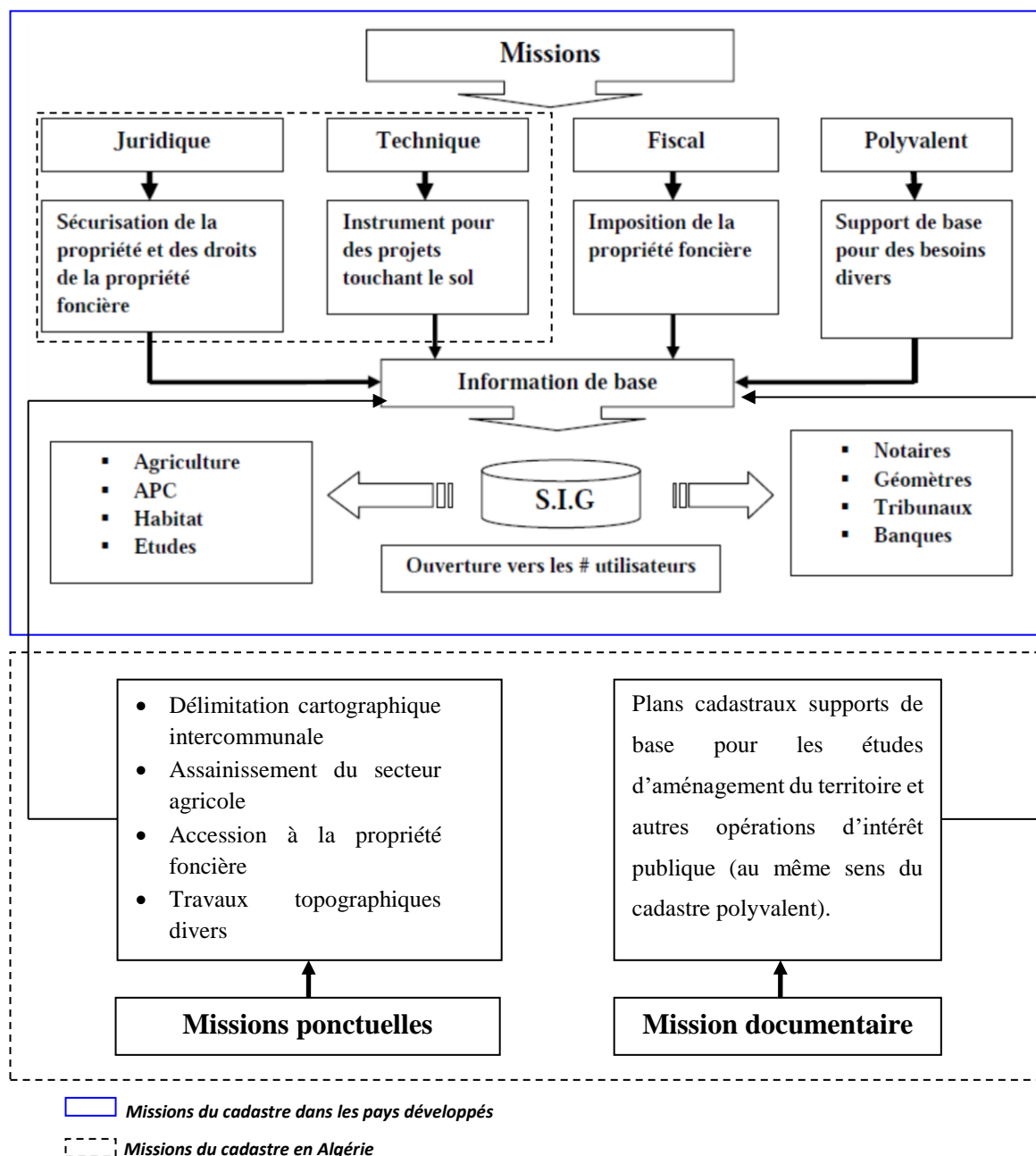


Figure I.1. Missions du cadastre en Algérie et à l'étranger

Dans ce chapitre et afin de préciser ce rôle documentaire important, nous avons choisi de définir les produits issus des opérations cadastrales, ainsi que leur utilité dans l'aménagement du territoire en général et dans le secteur de l'hydraulique en particulier.

I.2. Le cadastre : rôle documentaire

Pour la numérisation des plans cadastraux et la conception des bases de données cadastrales, l'Agence Nationale du Cadastre ANC s'est mise en mesure de répondre aux besoins en initiant, dès le début des années 1996 (date d'acquisition des stations DFG-Demeter), la politique conventionnelle de numérisation du plan cadastral, en se dotant, par la suite, d'applications informatiques (logiciels ArcGIS et station de photogrammétrie numérique ERDAS LPS) nécessaires à la confection de plans neufs directement sous une forme numérique.

I.2.1. Contenu informatif de la documentation cadastrale et modèle conceptuel

Le plan cadastral donne la représentation graphique du territoire considéré dans tous les détails de sa subdivision en sections, lieux dits, ilots de propriété et parcelles.

Le contenu de ce plan varie en fonction du type de zone à cadastrer urbaine ou rurale, par conséquent sa représentation est à l'échelle 1/1000 à 1/500 dans le premier cas, et à l'échelle 1/5000 dans le second cas.

La multiplicité des missions du cadastre et la précision du plan cadastral, rendent indispensable de saisir toute information relative aux objets représentés sur le plan, servant à l'identification du bien et son propriétaire.

Tableau I.1. Légende des objets ponctuels à représenter dans le plan cadastral [source ANC]

Objets ponctuels		
<p>Les objets ponctuels qui doivent figurer dans le plan cadastral sont définis selon la légende de la base de données conçue au niveau de l'ANC, la typologie des points est fonction de leurs nature et utilité : points d'énergie, d'hydraulique...</p>	<p>Com_Energ_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ Antenne de Transmission Telephonique ◆ ARMOIRE-PTT ◆ Balise Sygnalitique ◆ CABINE-PTT ◆ LAMPADAIRE-MULTIPLE ◆ LAMPADAIRE-SIMPLE ◆ LAMPE-FAC ◆ LAMPM ◆ LAMPS ◆ Plaque Regard Telecommunication ◆ Poste Detente ◆ POTEAU-haute-tension ◆ POTEAU-LAMP ◆ POTEAU-PTT ◆ POTMT ◆ PROJECTEUR ◆ PTT ◆ PYLONE-HT ◆ Vanne 	<p>Transport_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ Balise Signalisation ◆ Borne Kilometrique ◆ Manche a Vent ◆ POMPE-A-ESSENCE <p>cad_batiment_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ CIMETIERE-CATHO ◆ CIMETIERE-CATHOL ◆ CIMETIERE-MUSUL ◆ CIMETIERE-MUSULM ◆ EGLISE ◆ MARABOUT ◆ MOSQUEE <p>Hydro_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ avaloir ◆ Bassin Agreement ◆ CHATEAU-EAU ◆ CITERNE ◆ PLAQUE-OU-REGARD ◆ PUITS ◆ Regard de Visite ◆ Source
	<p>Topo_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ ABRIS-BUS ◆ BANC-DOUBLE ◆ BANC-PUBLIC ◆ banc_simple ◆ Bouche D'incendie ◆ CALAGE ◆ COTATION-COURBE ◆ Eboulis ◆ Point ◆ POINT-CALAGE-AERO ◆ POINTS-COT ◆ Rocher ◆ SOMMET_ALTIMETRIQUE 	<p>Cad_Clatures_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ Antenne de Transmission Telephonique ◆ Balise Sygnalitique ◆ Cabine Telephonique ◆ Lampadaire ◆ Plaque Regard Telecommunication ◆ Poste Detente ◆ Poteau ◆ Socle Pylone HT ◆ Vanne <p>Vegetation_poin</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <all other values> TYPE ◆ ARBRE ◆ ARBRE-ISOLE ◆ BOIS ◆ BROUSSE-BASSE ◆ BROUSSE-HAUTE ◆ CONIFERE ◆ CULTURE-MARAICHERE ◆ OLIVIER ◆ PALMIER ◆ SILO ◆ VERGER ◆ VIGNE

Objets linéaires		Tableau I.2. Légende des objets linéaires à représenter dans le plan cadastral [source ANC]			
<p>Les détails linéaires définis dans la légende de l'ANC sont nombreux, naturels, artificiels ou relatifs à des équipements.</p>	<p>Com_Energ_lign < all other values > TYPE ARMOIRE-ELECT CABINE-PTT Gazoduc LAMPADAIRE-MULTIPLE LAMPADAIRE-SIMPLE LAMP LAMP LAMP Ligne Aerinne Ligne Souterraine LIGNE-HT LIGNE-MT LIGNE-PTT Oleoduc PLAQUE-REGARD POTEAU-LAMP POTEAU-PTT POTHT POTMT PROJECTEUR PTT PYLONE-HT SOCLE-PYLONE</p>	<p>Vegetation_lign < all other values > TYPE ARBRE ARBRE-ISOLE BROUS-BASSE BROUS-HAUTE HAIE-DE-CONIFERE HAIE-DE-PALMIER HAIE_VIVE JARDIN LIMITE-BOIS LIMITE-CULTURE LIMITE-PARCELLE LIMITE-VEGETATIO LIMITE-VEGETATION PALMERAIE PALMIER RANG-ARBRE RANGEE-ARBRE VERGER</p>	<p>Hydro_lign < all other values > TYPE ACQUEDUC AUTOPONT BARRAGE BORD-BALLAST BORD-MER BRISE-LAME CANAL CONDUITE Digue JETEE LAC-ETANG OUED-PERMANENT OUED-TEMPORAIRE PLAGES Ponceau PUITS SEBKHA</p>	<p>Transport_lign < all other values > TYPE air_de_jeux AUTOROUTE BARRIERE-SECURITE CHEMIN Entree de Souterrain Ligne de Transport LIGNE-CONTINUS LIGNE-DISCONTINUE Passage a Niveau PASSAGE-A-NIVEAU PASSERELLE PISTE Piste Atterissage PONCEAU PONT QUAI-EN-DUR ROUTE SENTIER TROTTOIR TUNNEL VOIF-FFRRFF</p>	
	<p>Cad_Clotures_ligne < all other values > TYPE CLOTURE FOSSE-CIMENTE MUR-SIMPLE MUR-SOUTIEN MUR-SOUTIENT Ligne_Chainage</p>				

Tableau I.3. Légende des objets zonaux à représenter dans le plan cadastral [source ANC]

Objets zonaux		Tableau I.3. Légende des objets zonaux à représenter dans le plan cadastral [source ANC]				
<p>Tout objet surfacique est délimité à l'échelle du plan.</p>	<p>Transport_poly < all other values > TYPE Aeroport air_de_jeux AUTOPONT Gare parking PASSAGE-PIETON PASSERELLE POMPE-ESENCE PONCEAU PONT Port QUAI-EN-DUR Station Telepherique TROTTOIR</p>	<p>Cad_batiment_provisoire < all other values > Type BAT-CONSTR BAT-DUR BAT-LEGER BAT-RUINE COUR-INTERIEURE eglise hangar Lieu de Cult MARABOUT mosquee PHARE Pompe D'essence Terrain Sport</p>	<p>Cad_batiment_poly < all other values > Type BAT-CONSTR BAT-DUR BAT-LEGER BAT-RUINE COUR-INTERIEURE eglise ESCALIER hangar Lieu de Cult MARABOUT mosquee PHARE Pompe D'essence Terrain Sport Cad_Parcellearchive Cad_Ilots</p>	<p>Limites_poly < all other values > TYPE Limite de Feuille Cadastrale Limite de Lieu Dit Limite du Domaine Public de L'etat Limite EAC Limite EAI Limite Etat Limite Region Limite Secteur Cad_Clotures_poly < all other values > Type CLOTURE Fosse Mur Bas Surmonte D'une Grille Mur en Pierre Seches MUR-SIMPLE MUR-SOUTIEN Cad_Section Cad_Parcelles</p>	<p>Cad_Parcelleprovisoire Hydro_poly < all other values > TYPE Avaloir BARRAGE Bassin D'irrigation BASSIN-AGREMENT BORD-BALLAST CANAL CHATEAU-EAU CITERNE CONDUITE Fosse Cimentee JETEE LAC-ETANG Marais OUED TEMPORAIRE PISCINE PLAQUE-OU-REGARD PUITS Quais_en_dur SEBKHA</p>	<p>Topo_poly < all other values > TYPE abris_bus BANC-DOUBLE BANC-PUBLIC CALAGE CHEMINEE CIMETIERE-CATHO CIMETIERE-CATHOL CIMETIERE-MUSUL CIMETIERE-MUSULM COURBE-INTERCALAIRE COURBE-MAITRESSE COURBE-NORMALE CUVETTE Escalier FALAISE FOSSE-CIMENTE Marabout Monuments OBJETS-DIVERS PHARE PIED-DE-TALUS ROCHER TALUS</p>

(T4, T5, T7, T10...), ce qui donne la particularité au plan cadastral d'avoir à la fois la rigueur métrique et la précision sémantique. Ces fiches sont résumées et présentées sous forme de matrice cadastrale et état de section pour être déposées au niveau de la conservation cadastrale, conservation foncière et au niveau de l'APC.

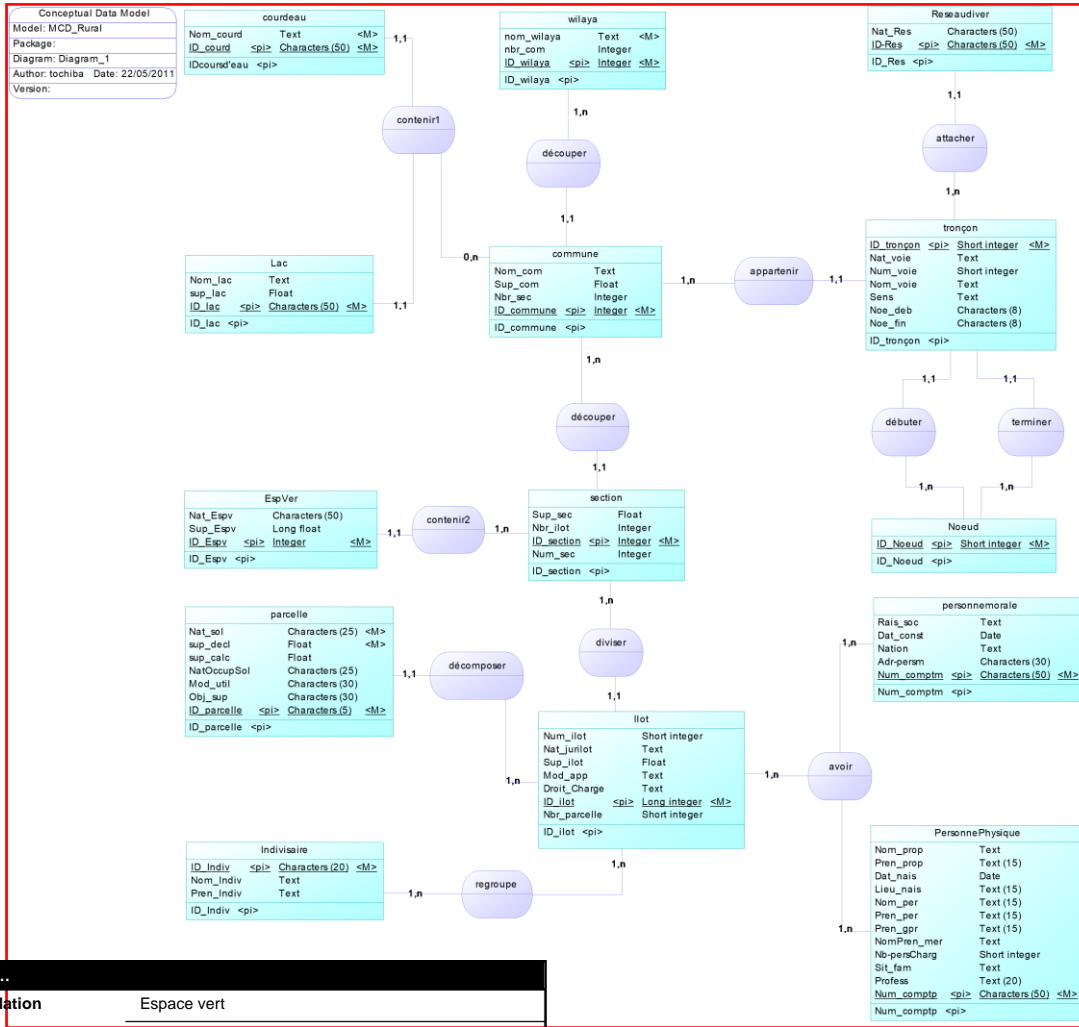
- **La matrice cadastrale** : registre dans lequel est ouvert un compte pour chaque propriétaire vie dans la commune, chaque compte est identifié par un numéro porté sur un feuillet (M4) de la matrice cadastrale.
- **Le registre des états de sections** : registre où sont classés dans l'ordre topographique et numéro d'îlot, où est indiqué le numéro de compte du propriétaire. Les états des sections sont obtenus par édition après le traitement informatique de l'information cadastrale.

La structuration de ces fiches sous forme d'une base de données est indispensable, notamment lorsqu'il s'agit de son intégration dans un projet d'aménagement ou d'un SIG. Le tableau suivant présente la nomenclature des modèles de fiches terrain :

Tableau I.4. Nomenclature des données descriptives des propriétés foncières

Milieu	Modèles	Informations
Rural	T4 : fiche d'îlot de propriété	Numéro de wilaya, commune, section, îlot, compte
		Nature juridique, type d'exploitation
		Superficie, les parcelles, leurs contenances, leurs occupations et les objets qu'elles supportent
	T5 : fiche de propriétaire	Nom, prénom, adresse, numéro de compte
		Travail, nombre d'enfants, les îlots qu'il possède
		Dénomination (s'il est une société), et leur siège
	T7 : fiche d'enquête	Nom, prénom, adresse, travail....
		Nature juridique, type d'exploitation...
		Superficie, parcelles et leurs objets supportés
Urbain	T8 : fiche de description d'immeuble bâti	Numéro de wilaya, commune, section, îlot...
		Nombre des lots et les informations de chaque propriétaire (nom, prénom, numéro de compte)
		Les quotes-parts...
	T9 : fiche de copropriétés et d'indivision	Numéro de wilaya, commune, section, îlot
		Numéro de compte, noms et prénoms des indivisaires et leurs mandataires.
		L'adresse de l'îlot et du mandataire....
	T10 : fiche d'immeuble	Numéro de wilaya, commune, section, îlot, parcelle
		Nom, prénom, numéro de compte, superficie
		Nature juridique, type d'exploitation...

Modèle conceptuel de données rural



Liste des relations

...appartenir...	
Objets en relation	Tronçon de voie Commune
Cardinalité	(1-1), (1-N) Un tronçon de voie appartient à une seule commune Une commune contenir plus d'un tronçon de voie

...attacher...	
Objets en relation	Réseaux divers Tronçon de voie
Cardinalité	(1-1), (1-N) Un réseau est attaché à un seul tronçon de voie Un tronçon de voie contient un à N réseaux divers

...avoir...	
Objets en relation	Personne (physique, morale) Ilot
Cardinalité	(1-N), (1-N) Une personne (physique, morale) a 1 à N ilot Un ilot appartient à 1 ou N personnes (physique, morale)

...avoir...	
Objets en relation	Indivisaire Ilot
Cardinalité	1-N), (1-N) Un indivisaire participe à 1 à N ilot Un ilot a 1 ou N indivisaires

...contenir2...	
Objets en relation	Espace vert Section

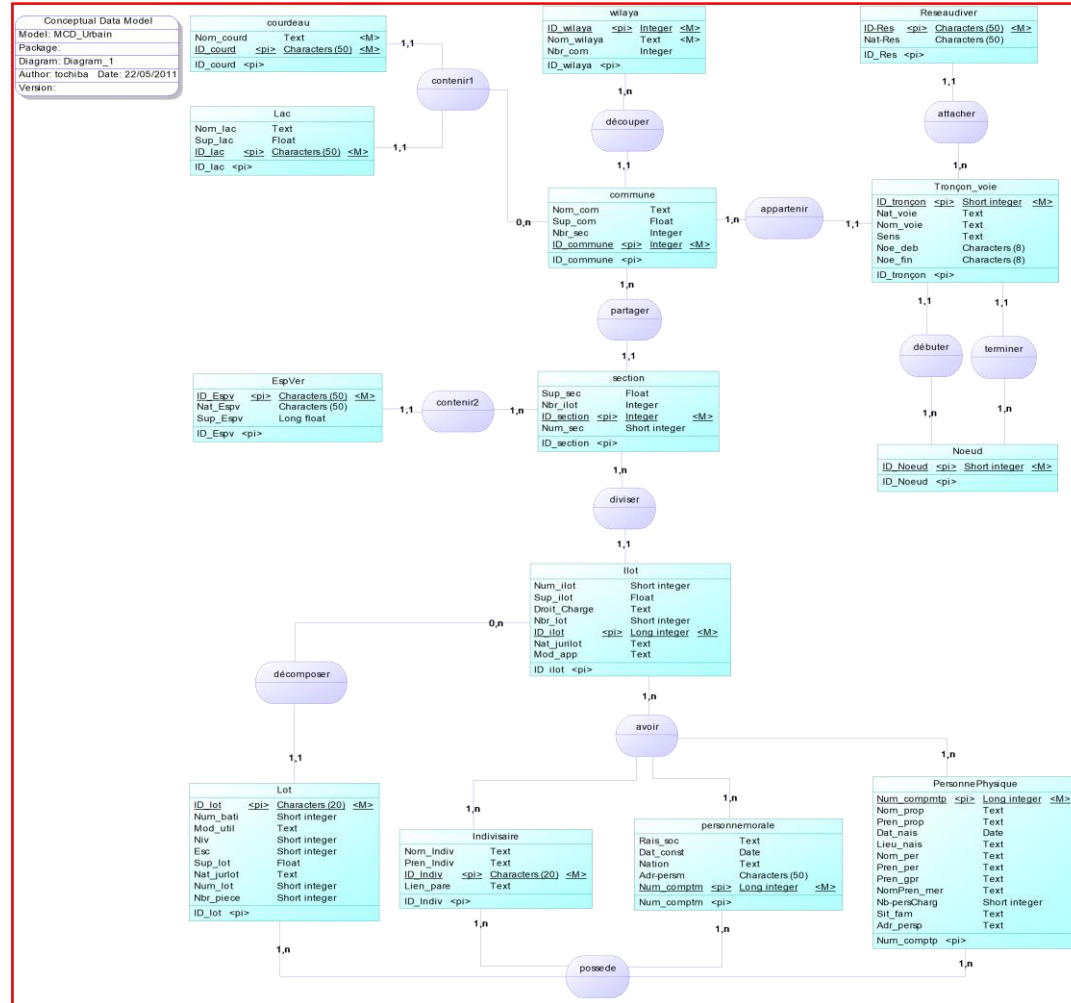
Cardinalité	(1-1), (1-N) Un espace vert appartient à une seule commune Une commune contenir 1 à N espaces vert
-------------	--

... contenir1	
Objets en relation	Lac Commune
Cardinalité	((1-1), (0-N) Un cours d'eau appartient à une seule commune Une commune peut contenir 0 à N lacs

...contenir1...	
Objets en relation	Cours d'eau Commune
Cardinalité	((1-1), (0-N) Un cours d'eau appartient à une seule commune Une commune peut contenir 0 à N cours d'eau

Figure I.2. Modèle conceptuel de données MCD et la liste des relations de la base de données cadastrale relative au milieu rural

Modèle conceptuel de données urbain



Liste des relations

...débuter...	
Objets en relation	Tronçon de voie Nœud
Cardinalité	(1-1), (1-N) Un tronçon débute par 1 et un seul Nœud Un Nœud peut être le début d'un tronçon de voie ou de plusieurs

...décomposer...	
Objets en relation	Lot Ilot
Cardinalité	(1-1), (0-N) Un lot appartient à un seul ilot Un ilot est décomposé en 0 à N lots

...découper...	
Objets en relation	Commune Wilaya
Cardinalité	(1-1), (0-N) Un lot appartient à un seul ilot Un ilot est décomposé en 0 à N lots

...terminer...	
Objets en relations	Tronçon de voie Nœud
Cardinalité	(1-1), (1-N) Un tronçon se termine obligatoirement par 1 et un seul Nœud Un Nœud peut être la fin d'un tronçon de voie ou de plusieurs

...possède...	
Objets en relation	lot Indivisaire
Cardinalité	(1-N), (1-N) Un lot possède 1 à N personne indivisaire Un indivisaire possède 1 à N lots

...possède...	
Objets en relation	lot Personne (physique, morale)
Cardinalité	(1-N), (1-N) Un lot possède 1 à N personne (physique, morale) Une personne peut posséder 1 à N lots

...diviser...	
Objets en relation	Ilot Section
Cardinalité	(1-1), (1-N) Un ilot appartient à une seule section Une section est divisée en 1 à N ilots

Figure I.3. Modèle conceptuel de données MCD et la liste des relations de la base de données cadastrale relative au milieu urbain

I.2.2. Rôle du cadastre en aménagement du territoire : état de l'art

L'aménagement du territoire concerne tous les secteurs de l'Etat dont chacun de ces derniers doit fournir l'information sur l'état actuel à la date d'élaboration des instruments d'aménagement et d'urbanisme. Dans ce tableau, et afin d'identifier la contribution du cadastre, nous présentons un état de l'art des études utilisant la documentation cadastrale comme support de base pour les différents projets d'aménagement du territoire.

Tableau I.5. Etudes et articles de recherches sur le rôle du cadastre en aménagement du territoire

L'auteur	Date	Titre	Résumé
Bureau d'études, Tr-Engineering	Février 2002	Réalisation du plan d'Aménagement General (PAG)	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
Me Jean-Pierre, St-Amour	Juin 2002	La rénovation cadastrale et l'aménagement du territoire municipal	Le cadastre, d'abord conçu comme pierre angulaire du régime de gestion du droit de propriété en matière d'enregistrement foncier, a été utilisé à de multiples fins au point d'ailleurs où toute l'administration des affaires municipales, qu'il s'agisse de travaux de chemin et de cours d'eau ou de la desserte des immeubles, s'est faite en fonction du découpage des lots et des rangs successifs. Quand les municipalités sont intervenues dans l'aménagement du territoire, c'est en fonction des plans cadastraux qu'ont été dessinés les plans de zonage accompagnant les règlements d'urbanisme et que les règlements de lotissement ont été conçus et appliqués.
J. Dawance et als	Septembre 2002	Evaluation des besoins et des disponibilités foncières pour les activités économiques, la protection de la nature, les loisirs de plein air, l'agriculture et la forêt	L'étude consiste à définir le potentiel foncier des zones d'habitat sur la base d'un ensemble de données, dont la documentation cadastrale joue un rôle principal. Pour obtenir de bon résultats, une meilleure connaissance de la distribution des superficies des différentes natures et rubriques cadastrales dans les zones du plan de secteur est nécessaire.

<p>SteponasDeveikis, VaivaDeveikienė</p>	<p>2004</p>	<p>Le rôle du cadastre multilatéral dans l'aménagement du territoire urbain -</p>	<p>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.</p>
<p>José AVILA, Francis ROY, Mir A. MOSTAFAVI</p>	<p>2007</p>	<p>La contribution du cadastre polyvalent à la pratique de l'aménagement territorial des périphéries des villes mexicaines : le cas de la ville Guanajuato au Mexique</p>	<p>La croissance urbaine évoque généralement l'étalement spatial de la ville en périphérie, ce qui entraîne une conversion des zones rurales à des usages urbains. La problématique est complexe et croissante pour la gestion des processus d'urbanisation en périphérie des villes. Leur désordre à l'échelle territoriale, met en évidence l'une des préoccupations actuelles de plusieurs pays, particulièrement ceux en voie de développement (le cas du Mexique) pour répondre à la demande de logements à la population dans un contexte d'urbanisation planifiée notamment en périphéries des villes, les zones à haut potentiel de développement. De cette manière, pour la planification urbaine adéquate des villes, l'information spatiale est un facteur très important et même indispensable. Le plan cadastral constitue un support idéal répondant à ces besoins.</p>
<p>Magali di Salvo</p>	<p>Novembre 2007</p>	<p>Plan local d'urbanisme Modèle de cahier des charges de numérisation</p>	<p>Le présent cahier des charges 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. Le fond de ce plan d'urbanisme est le plan cadastral numérique.</p>
<p>Direction Départementale du Finistère</p>	<p>2009</p>	<p>Numérisation du plan local d'urbanisme pour intégration dans un système d'information géographique SIG</p>	<p>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.</p>

<p>A. GOLE, D. LARUELLE (ESRI France)</p>	<p>2010</p>	<p>Documents d'urbanisme POS/PLU Modèle de données Guide utilisateur</p>	<p>Le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) a mis en place un groupe de travail constitué par les représentants de grandes collectivités et de l'Etat.</p> <p>Ce groupe de travail propose un cadre reproductible pour la numérisation des documents d'urbanisme (cartes communales, plans d'occupation des sols, plans locaux d'urbanisme) sur la base d'un fond cadastral.</p>
<p>Géo Bourgogne – Groupement de commande Etat / Région</p>	<p>2011</p>	<p>Cahier des Clauses Techniques Particulières Cahier des charges de numérisation des PLU, POS, CC en Bourgogne</p>	<p>Le cadastre vectorisé labellisé, contrôlé et mis à jour par la DGFIP, et la BD Parcellaire® élaborée par l'IGN représentent un support cartographique sur lequel peuvent être reportées un nombre important de données thématiques localisées. Parmi celles-ci, le document d'urbanisme applicable localement constitue une des premières informations à structurer afin qu'il se superpose intégralement au fond cadastral.</p> <p>Le fond de plan de référence utilisé pour la saisie est le plan cadastral numérisé sous forme vectorielle ayant recule label de la Direction Générale des Finances Publiques(DGFIP) lorsqu'il existe, ou bien la BD Parcellaire de Cahier des charges de numérisation des CC et PLU- 1 -l'IGN (vecteur si disponible ou raster). Le plan cadastral informatisé vecteur labellisé par la DGFIP est dénommé par la suite PCI Vecteur.</p>
<p>Marc APARICIO</p>	<p>2012</p>	<p>Bilan d'étape SCOT Montpellier</p>	<p>La réalisation du bilan du SCOT 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 et de l'observatoire de l'occupation sol.</p>

I.3. Rôle documentaire du cadastre en hydraulique : état de l'art

Quand les communes sont intervenues dans l'aménagement du territoire, c'est en fonction des plans cadastraux qu'ont été dessinés les plans de zonage accompagnant les règlements d'urbanisme et que les règlements de lotissement ont été conçus et appliqués.

Cette deuxième partie de l'état de l'art est complémentaire de la première, seulement, elle fait un zoom sur l'utilité de la donnée cadastrale dans le domaine hydraulique et plus précisément la gestion du risque inondation. Le tableau I.6 classe par année les études et les travaux de recherches sélectionnés, et les figures ou tableaux ci-dessous illustrent le principe méthodologique des démarches.

Tableau I.6. Etudes et articles de recherches sur le rôle du cadastre en aménagement hydraulique

L'auteur	Date	Titre	Résumé
Boris Turpeaud	2003	<p>Etude d'un système d'informations à références spatiales (S.I.R.S) dédié au diagnostic, à la surveillance et à l'entretien des digues de protection contre les inondations</p>	<p>Le présent rapport intervient en conclusion des travaux de recherche du Cemagref et de ses partenaires, menés en 2002 et 2003 dans le cadre du programme « Risques Inondation n°2 » (RIO 2) sur le projet intitulé : "Etude d'un SIRS1 dédié au diagnostic, à la surveillance, et à l'entretien des digues de protection contre les inondations".</p> <p>Il est organisé en trois parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la partie A rappelle les objectifs du projet et expose la méthodologie des travaux exécutés ; - la partie B est consacrée au volet des travaux qui ont porté sur la conception d'un outil SIRS opérationnel pour deux gestionnaires d'un important parc de digues, en Camargue (digues du Grand-Rhône et du Petit-Rhône) et en Isère (digues de l'Isère, du Drac et de la Romanche). Cette partie est assortie d'abondantes annexes reprenant les principaux résultats issus des phases de conception générale de l'outil et dont la plupart présente un caractère générique ; - la partie C présente le volet des travaux conduits dans le cadre d'une thèse, au financement de laquelle le programme RIO 2 contribue et qui porte sur l'élaboration d'indicateurs spatiaux pour l'appréciation de l'état des digues. <p>Le système d'information devra intégrer la matrice cadastrale en plus du parcellaire. Intérêt éventuel à intégrer la gestion du cadastre sur l'ensemble du périmètre de gestion et non pas seulement le long de la digue ; A voir avec les AS qui se servent du cadastre pour établir les taxations en fonction de classes de risque.</p> <p>Les AS achètent tous les ans la mise jour du cadastre auprès de la DGI. Une mise à jour</p>

			<p>numérique annuelle du plan parcellaire paraît cependant assez lourde, la démarche de numérisation ayant été entreprise par la DGI autour de Grenoble reste assez limitée pour l'instant.</p> <p>- D'autres plans existent au 1/200 ou 1/500 pour des projets d'aménagements ponctuels. Dans la partie modèle de données le cadastre doit être intégré sur la digue (par tronçons linéaires délimités par des PR) et aux abords immédiats (information utile pour les travaux, pour déposer des matériaux...). Les associations disposent des matrices cadastrales à jour. Le plan topo comprend déjà les limites des parcelles cadastrales en bordure des digues.</p>
<p>Chambre d'Agriculture des Ardennes</p>	<p>2005 2006</p>	<p>Projet de Zone de Ralentissement Dynamique des Crues de la Meuse à Mouzon Etat des lieux étude agricole et foncière</p>	<p>L'établissement de l'état des lieux initial sur le site du projet de la Zone de Ralentissement Dynamique des Crues (ZRDC) de Mouzon se scinde en deux volets : volet foncier et volet agricole.</p> <p>A.2. DONNEES FONCIERES UTILISEES</p> <p>Informations du cadastre :</p> <p>Les données « propriétaires » sont issues des matrices cadastrales correspondant au secteur d'étude, obtenues auprès du service du cadastre.</p> <p>Plan parcellaire</p> <p>La vectorisation des plans parcellaires a été sous-traitée à un géomètre expert. A partir des planches cadastrales disponibles sous format numérique image, les plans ont été géoréférencés dans le système de projection demandé (Lambert II étendu) et vectorisés afin que chaque parcelle cadastrale soit un objet (polygone) auquel est associé de l'information (numéro d'identification, contenance...).</p> <p>Par ailleurs, un identifiant doit permettre d'associer, à chaque parcelle, son compte de propriété (identifiant le ou les propriétaires).</p> <p>Dépréciation vénale :</p> <p>La dépréciation de la valeur du bien sera liée à l'aggravation du risque d'inondation et plus précisément :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'augmentation des surfaces inondées - l'augmentation des hauteurs de submersion - l'augmentation des durées de submersion et des durées de ressuyage. <p>Dépréciation qui sera donc plus ou moins significative en fonction de la localisation de la parcelle (distance à l'ouvrage et positionnement en lit majeur ou à ses bordures).</p>

<p>Association Régionale pour l'Étude et l'Amélioration des Sols</p>	<p>2006</p>	<p>Guide d'élaboration d'un schéma de gestion des eaux pluviales</p>	<p>Le territoire du département de Seine-Maritime est régulièrement confronté à des ruissellements non maîtrisés ayant entraîné des inondations et/ou des pollutions de la ressource en eau. Le Département de Seine-Maritime souhaite poursuivre sa politique de prévention afin de limiter les conséquences de tels événements. Cela concerne les étapes aussi importantes que l'élaboration de documents d'urbanisme et de projets de travaux sur les réseaux Eaux Pluviales (EP). Ainsi, le Département encourage la réalisation d'un schéma de gestion des eaux pluviales.</p> <p>L'enquête de terrain de ce projet est effectuée en utilisant le plan cadastral comme support de base.</p> <p>La (ou les) commune(s) étudiée(s) doit(vent) être repositionnée(s) dans le contexte de bassin versant (situation géographique, commune de plateau, commune située à l'exutoire du bassin versant...).</p> <p>L'enquête de terrain doit permettre de caractériser le milieu naturel :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir l'occupation du sol et le sens des cultures ; • Repérer et cartographier sur le cadastre au 1/5000ème les axes de ruissellement naturels (talwegs), les axes de ruissellement anthropiques (chemins, routes...), les traces d'érosion, les zones de stagnation d'eau (zones humides, mares...) ; • Localiser et caractériser les problèmes rencontrés (érosion, inondation...) ; • Cartographier et définir autour des talwegs et des axes de ruissellements anthropiques des secteurs présumés d'expansion des ruissellements. La largeur des secteurs est à apprécier sur le terrain (sans levés topographiques, pour des événements majeurs : type centennal ou Plus Hautes Eaux Connues) ; • Repérer les points d'infiltration, comme les bétoires, situés à proximité ou sur les axes de ruissellement ;
---	--------------------	---	---

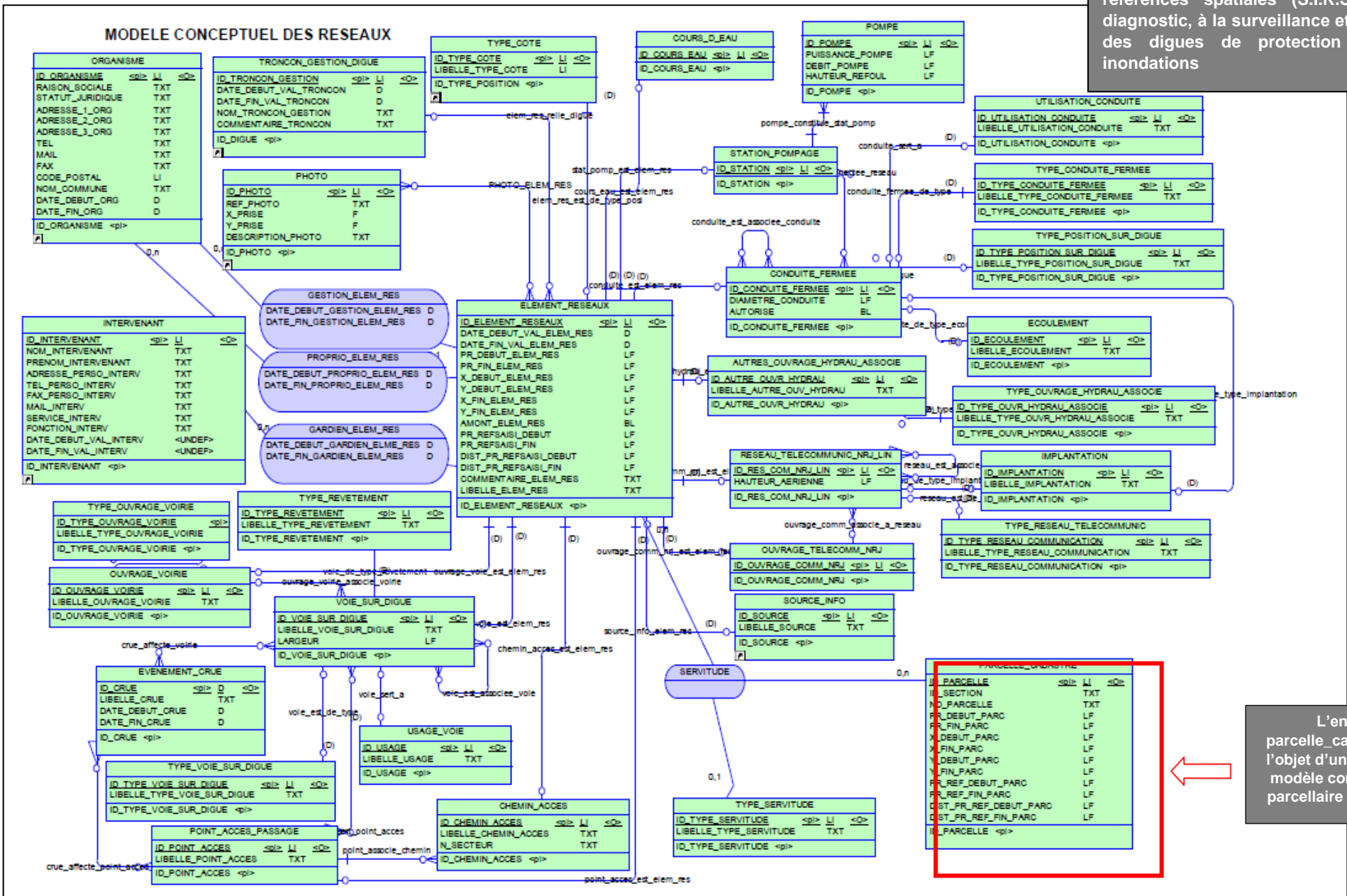
<p>Service Urbanisme et Prévention des Risques</p>	<p>2010</p>	<p>Cahier des charges - CCTP Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations</p>	<p>« Cette étude est pour la prise en compte du risque d'inondation dans les démarches d'aménagement du territoire : PLU et autres documents »</p> <p>Suite aux dysfonctionnements hydrauliques récurrents sur son territoire, la commune de CAVEIRAC souhaite engager une étude hydraulique qui définira les zonages et les prescriptions relatives au risque inondation dans sa démarche d'aménagement du territoire. Cette étude intégrera la réalisation d'un schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations, et développera les orientations à prendre pour les projets futurs. Cette étude intervient dans une phase de réflexion en cours de la commune de CAVEIRAC, quant à son développement futur.</p> <p>Parallèlement, il sera procédé à la définition des zones sensibles : les zones touchées par les inondations seront visitées et le maximum d'informations concernant l'ampleur des inondations sera recueillie : évaluation des hauteurs d'eau, liste des dégâts apparents, des difficultés d'évacuation. Les informations devront être cohérentes avec le Plan Communal de Sauvegarde en cours d'élaboration.</p> <p>Les riverains présents sur le site seront interrogés. Il sera établi un plan synthétique des réseaux existants au 1/5000ème sur fond de plan communal (cadastre numérisé ou photographie aérienne).</p> <p>Les secteurs identifiés comme présentant des problèmes hydrauliques (zones de submersion ou d'érosion par exemple) pourront également être reportés sur la cartographie.</p> <p>Il conviendra a minima de déterminer le chevelu hydraulique de la commune (base IGN, Cadastre ou classement DISE) et de faire réaliser une étude hydro géomorphologique ou le complément des données hydro géomorphologiques existantes (précision au 1/5000ème et complément sur le réseau hydrographique secondaire)</p> <p>S'agissant d'une méthode simplifiée, il conviendra d'intégrer les coûts liés aux dommages représentant la majeure partie des dégâts à savoir l'habitat et les entreprises. Le paramètre de base à retenir sera la superficie bâtie en zone inondable. Celle-ci sera quantifiée à l'aide du cadastre...</p>
<p>Service d'appui technique à l'eau et à l'assainissement</p>	<p>2010</p>	<p>Numérisation des réseaux « humides » Guide de recommandations pour intégration dans un système d'information géographique</p> <ul style="list-style-type: none"> • AEP : Alimentation en Eau Potable • EU : Eaux Usées • EPL : Eaux Pluviales 	<p>Pour son élaboration, le Conseil général a constitué un groupe de travail technique composé d'agents spécialistes des réseaux humides et des SIG, appartenant aux collectivités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Communauté de communes de Concarneau Cornouaille (4C) - Brest Métropole Océane (Communauté urbaine) - Ville de Douarnenez <p>-Conseil général (Service d'appui technique à l'eau et à l'assainissement). La conception et la rédaction du document ont été assurées par les sociétés SAFI et INATER avec l'assistance de la société Mémoris pour l'élaboration des schémas conceptuels de données.</p> <p>Ce guide de recommandations s'adresse aux communes et groupements de communes du Finistère ayant l'intention d'entreprendre la numérisation de leurs réseaux d'alimentation en</p>

Chapitre I - Le cadastre au service de l'aménagement : zoom sur le secteur hydraulique

			<p>eau potable (AEP), eaux usées (EU), eaux pluviales (EPL) et de les intégrer à un système d'information géographique.</p> <p>Ces réseaux constituent en effet une part importante du patrimoine d'une collectivité et leur bonne gestion est un service majeur rendu aux habitants. Rappelons que l'eau est indispensable à la vie et que l'accès à l'eau potable comme l'assainissement des eaux usées, via des réseaux collectifs, aujourd'hui banalisés dans les usages quotidiens, se sont développés en France uniquement dans les dernières décennies.</p> <p>Le fond cadastral constitue plus de 80% du référentiel utilisé dans le cadre de ce projet.</p>
<p>D. Pontégnie</p>	<p>2011</p>	<p>Cartographie du risque de dommages dû aux inondations par débordement de cours d'eau</p>	<p>L'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau comprend les zones dans lesquelles des inondations sont susceptibles de se produire de façon plus ou moins importante et fréquente suite au débordement « naturel » de cours d'eau.</p> <p>La valeur de l'aléa est déterminée par la combinaison de deux facteurs : la récurrence d'une inondation période de retour ou occurrence) et son importance (submersion).</p> <p>Plusieurs méthodes sont utilisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statistiques hydrologiques, • Modélisation hydraulique, • Enquêtes de terrain, • et Hydropédologie. <p>Les données brutes sont intégrées et modélisées au sein d'un logiciel SIG. Un modèle de traitement a été créé en vue d'automatiser la production.</p> <p>Les données de base sont intégrées dans le modèle et traitées par les modules de géo-traitement. Les données résultantes peuvent être elles-mêmes utilisées pour alimenter d'autres processus de transformation. Le cycle se poursuit jusqu'à atteindre la couche représentant le risque de dommages.</p> <p>Principales données de base :</p> <p>- P.L.I. (Plan de Localisation Informatique)</p> <p>Un cadastre numérisé (fichier graphique représentant les limites de parcelles cadastrales à l'échelle du 1:10.000) associé à la matrice cadastrale (base de données alphanumérique).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître l'utilisation déclarée des parcelles (habitations, entreprises, terres agricoles, forêts...) <p>- P.I.C.C. (Projet Informatique de Cartographie Continue)</p> <p>Une base de donnée riche et précise (échelle 1:1000) des bâtiments et voies de communication</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mettre en évidence des éléments ponctuels particulièrement sensibles (caserne de pompiers, maison de retraite, équipement de production ou distribution d'électricité, ...) <p>- Plan de secteur</p> <p>Document réglementaire, à l'échelle du 1:10.000, définissant l'affectation du sol (zones constructibles et inconstructibles, zones agricoles, naturelles, etc.).</p>

			<ul style="list-style-type: none"> • Localiser les zones constructibles, où la vulnérabilité pourrait potentiellement augmenter. <p>- Cartographie de l'aléa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Délimiter les zones d'aléa selon trois valeurs (élevé, moyen, faible) <p>- Eléments ponctuels stratégiques Installations de télécommunications, écoles, hôpitaux ... >> Localisation des sites sensibles et de vulnérabilité variable</p> <p>- Fond de plan IGN (Institut Géographique National) Fond de plan au 1/10.000 de l'ensemble de la Wallonie & réseau routier</p>
Service Public de Wallonie SPW	2013	<p align="center">Aléa d'inondation, zones inondables, risques d'inondation Méthodologie de la cartographie Notice technique</p>	<p>La « cartographie des zones d'inondation » constitue l'action AT&E1 du Plan PLUIES. La « cartographie de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau » (2007) et la « cartographie partielle du risque de dommages dus aux inondations par débordement de cours d'eau » (2009) en sont le résultat. Ces cartographies couvrent l'ensemble du territoire wallon. L'origine de ces données est variée mais elles sont le plus souvent issues d'une des Directions Générales du SPW (DGO2, DGO3, DGO4, DGO5). L'information du nombre d'habitants par secteur a été générée sur base d'informations du registre national (nombre d'habitants par adresse) et du cadastre (géolocalisation de ces informations).</p> <p>4.3.2. Principe de découpage et d'analyse</p> <p>Les cartes du risque d'inondation présentent les récepteurs de risque sur l'entièreté du territoire de la Wallonie. En effet, un récepteur de risque situé hors zone inondable peut très bien se localiser sur ou à proximité d'un axe de ruissellement, d'où l'intérêt de sa représentation cartographique.</p> <p>La donnée du nombre d'habitants est présentée à l'échelle du secteur de cours d'eau. C'est-à-dire que la donnée correspond à la somme des habitants référencés par l'INS et le cadastre au sein de ce secteur.</p>

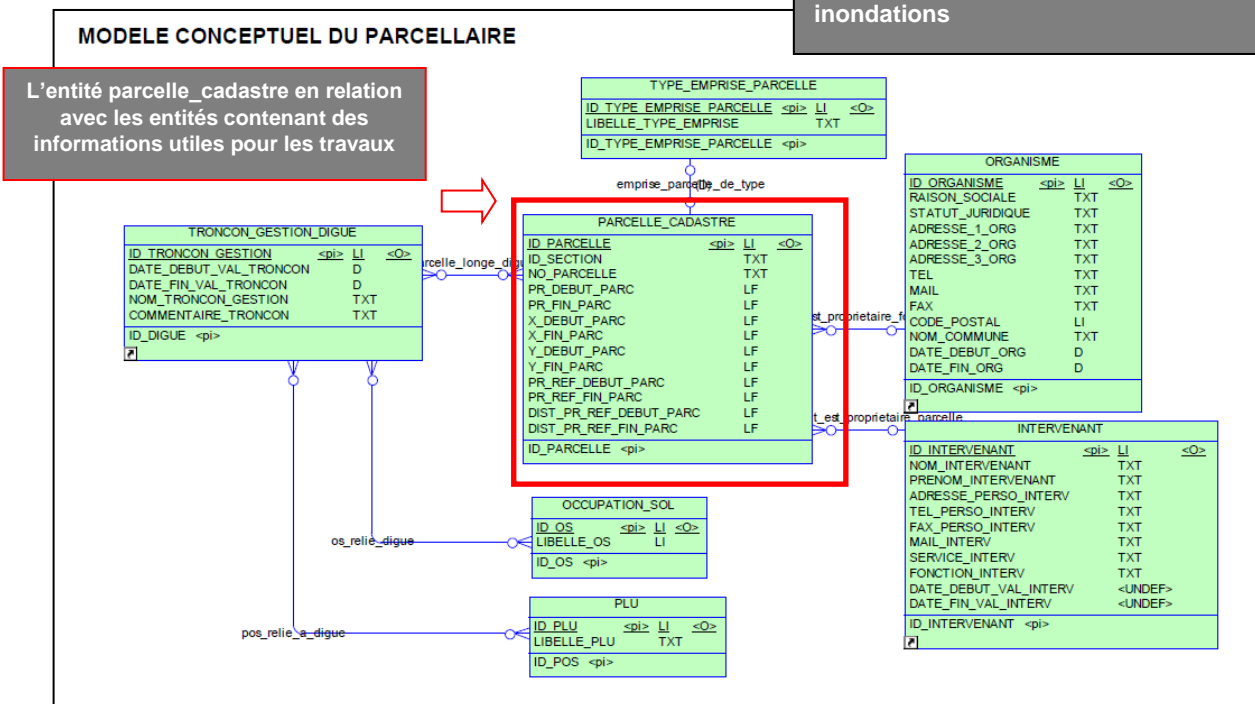
Etude d'un système d'informations à références spatiales (S.I.R.S) dédié au diagnostic, à la surveillance et à l'entretien des digues de protection contre les inondations



L'entité parcelle_cadastre fait l'objet d'un deuxième modèle conceptuel : parcellaire (figure I.5)

Figure I.4. Modèle conceptuel des réseaux de gestion des digues intégrant les données cadastrales

Etude d'un système d'informations à références spatiales (S.I.R.S) dédié au diagnostic, à la surveillance et à l'entretien des digues de protection contre les inondations



Le système d'information **devra intégrer la matrice cadastrale** en plus du **parcellaire**. Intérêt éventuel à intégrer la gestion du cadastre sur l'ensemble du périmètre de gestion et non pas seulement le long de la digue; A voir avec les AS qui se servent du **cadastre** pour établir les taxations en fonction de **classes de risque**.

Dans la partie modèle de données le cadastre doit être intégré sur la digue (par tronçons linéaires délimités par des PR) et aux abords immédiats (information utile pour les travaux, pour déposer des matériaux...).

Figure I.5. Modèle conceptuel du parcellaire complémentaire au modèle réseau de gestion des digues
 Tableau I.7. Résultats par zones, des surfaces déjà inondées et nouvellement inondées

Projet de Zone de ralentissement dynamique des crues de la Meuse à Mouzon
 Etat des lieux étude agricole et foncière

Pour l'ensemble des propriétés, le tableau suivant regroupe ces résultats selon le découpage de la ZRDC en 5 zones :

Figure 6 : Surfaces cadastrées déjà ou nouvellement inondées par périmètre et par type de crues

Crue	2 ans			5 ans			10 ans			20 ans			100 ans		
	Total	D. I.	N. I.	Total	D. I.	N. I.	Total	D. I.	N. I.	Total	D. I.	N. I.	Total	D. I.	N. I.
Enprise	1.78	1.76	0.02	1.86	1.81	0.05	1.89	1.83	0.06	1.91	1.84	0.07	2.14	2.04	0.10
PEI	12.81	12.52	0.28	13.96	12.90	1.06	14.38	13.15	1.23	14.70	13.32	1.38	15.66	13.99	1.66
PER aval	39.33	39.09	0.24	42.24	39.96	2.28	43.11	40.73	2.38	44.36	41.21	3.15	46.81	42.97	3.84
PER amont	48.20	48.01	0.20	51.71	49.72	1.99	53.27	50.77	2.51	54.51	51.54	2.97	59.79	53.89	5.90
PEE	56.04	55.81	0.23	66.92	63.32	3.60	71.30	67.38	3.92	73.81	69.95	3.86	81.29	75.77	5.52
PTE	295.61	295.58	0.05	323.92	323.06	0.86	331.98	331.08	0.90	337.60	335.82	1.78	353.49	350.07	3.43
Total	453.76	452.75	1.01	500.62	490.78	9.84	515.13	504.93	11.00	526.90	513.68	13.22	559.20	538.75	20.45

Surfaces en ha (estimées par SIG)
 DI : Déjà inondées (sans ouvrage)
 NI : Nouvellement inondées (avec ouvrage)

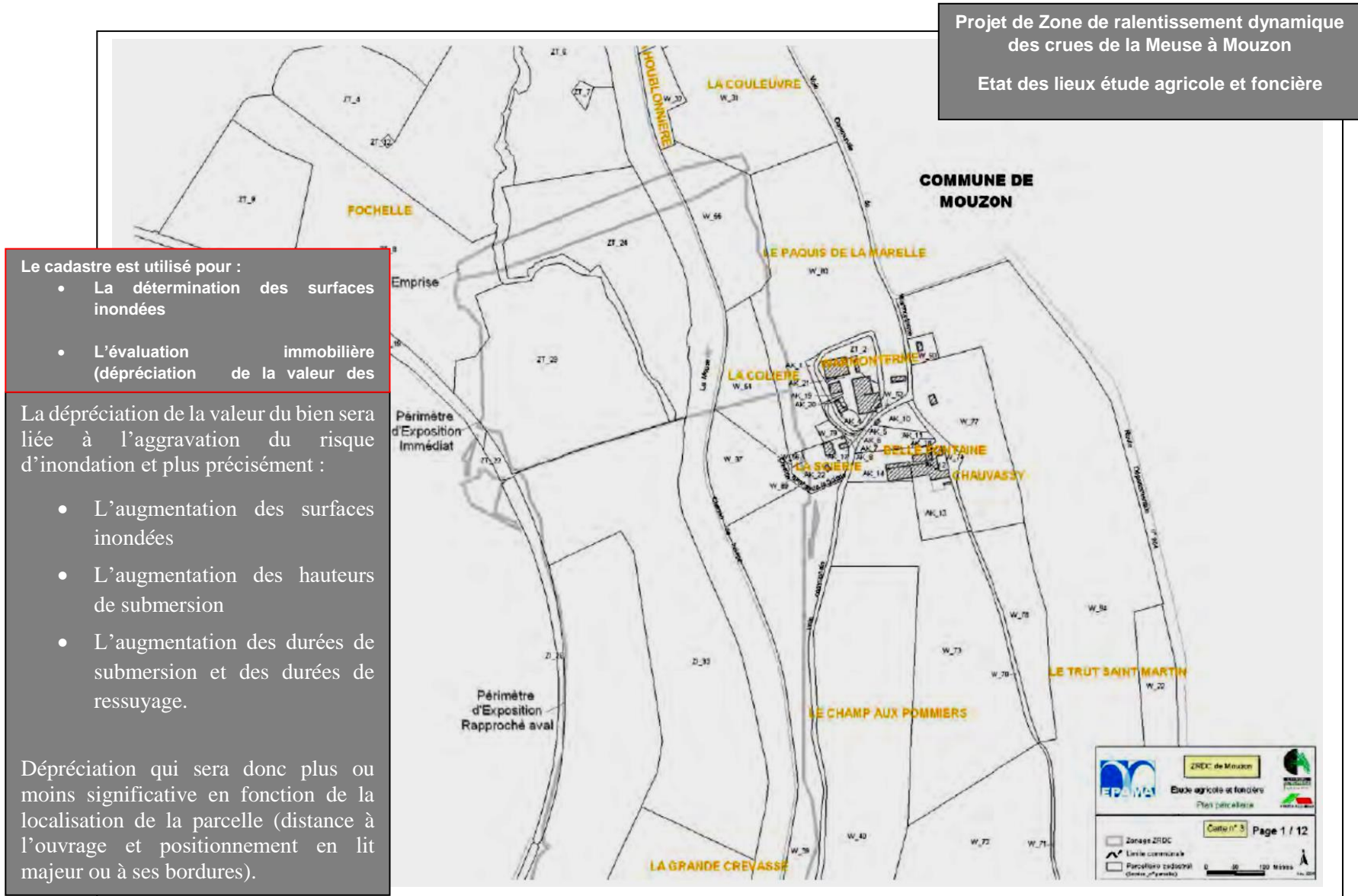
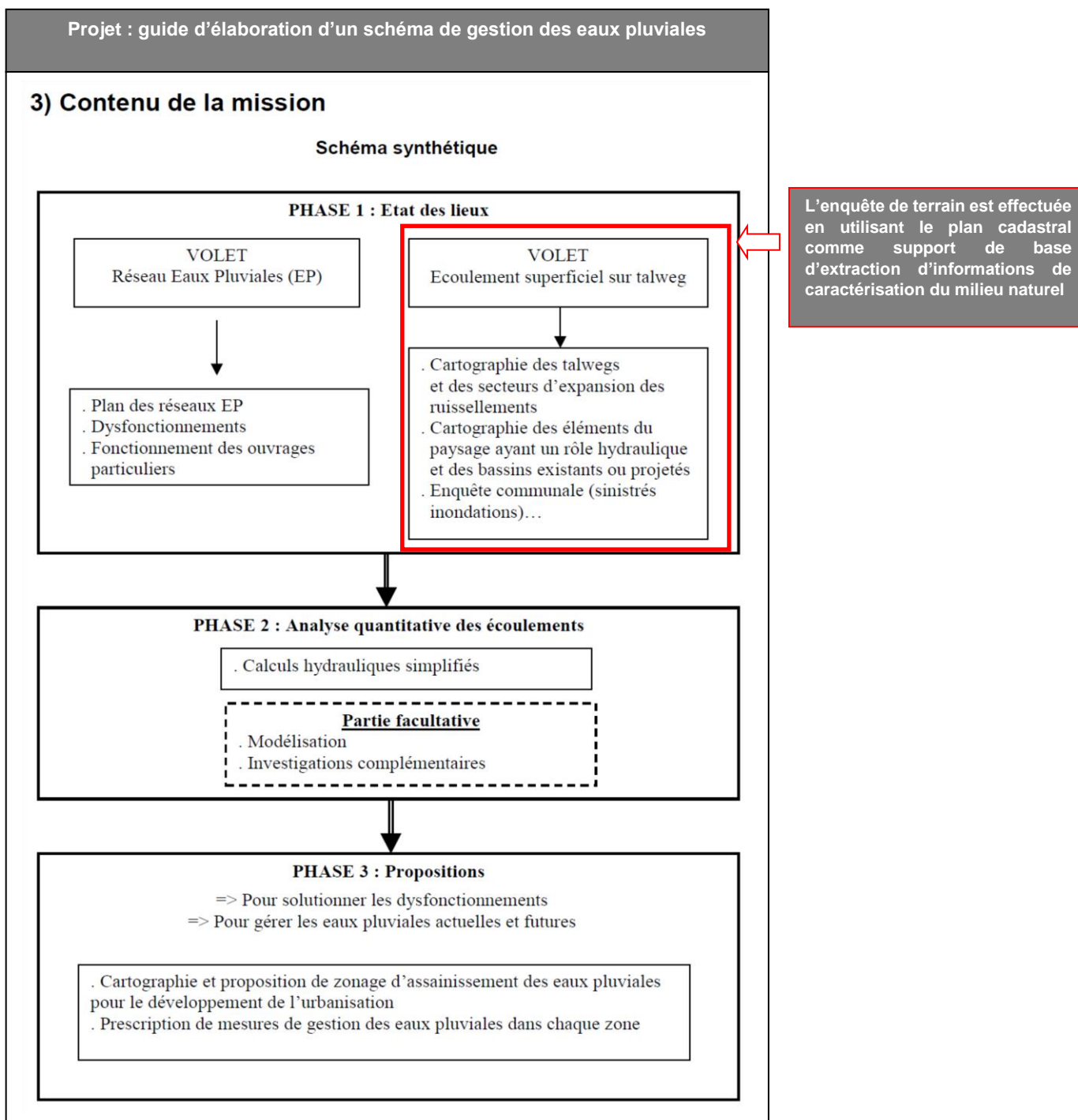


Figure I.6. Représentation des zones d'inondation sur les plans cadastraux



L'enquête de terrain doit permettre de caractériser le milieu naturel :

- Définir l'occupation du sol et le sens des cultures ;
- Repérer et cartographier sur le cadastre au 1/5000ème les axes de ruissellement naturels (talwegs), les axes de ruissellement anthropiques (chemins, routes...), les traces d'érosion, les zones de stagnation d'eau (zones humides, mares...) ;
- Localiser et caractériser les problèmes rencontrés (érosion, inondation...) ;
- Cartographier et définir autour des talwegs et des axes de ruissellements anthropiques des secteurs présumés d'expansion des ruissellements. La largeur des secteurs est à apprécier sur le terrain (sans levés topographiques pour des événements majeurs : une centennial ou Plus Hautes Eaux Connues) ;

Figure I.7. Cheminement méthodologique d'un schéma de gestion des eaux pluviales

Tableau I.8. Répertoire de plans utilisés pour l'analyse et la gestion de l'alimentation en eau potable

Numérisation des réseaux « humides » Guide de recommandations pour intégration dans un système d'information géographique

- AEP : Alimentation en Eau Potable
- EU : Eaux Usées
- EPL : Eaux Pluviales

1.1 - Alimentation en eau potable, répertoire des plans

ROSPORDEN / Alimentation en eau potable - Répertoire des plans															
n°	Généralités			Objet			Auteur		Date	Coté	Echelle	Etat		Référentiel	Qualité
	Général	Recolement	Projet	Autre exécution	Travaux neufs	Réhabilitation/renouvellement	Bet	Entreprise				Numérique	Papier		
1				*		*		Traouen			2500	*	*		BON
2				*		*		Traouen			2000	*	*		BON
3			*		*	*		Génie Rural	1967		1000	*	*		MOY
4				*	*	*		ROUSSEAU			5000	*	*		MOY
5		*			*	*		BALLET		*	2500	*	*		BON
6		*			*	*		SOGEA	1986	*	CROQUIS	*	*		BON
7				*	*	*		Delhomme au	1973	*	500	*	*	plan masse	MOY
8		*			*	*		BALLET		*	2000	*	*		BON
9		*			*	*		Traouen	2003	*	500	*	*		BON
9BIS		*			*	*		Traouen	2004	*	500	*	*		BON
10		*			*	*		Traouen	1999	*	500	*	*		BON
10B		*			*	*		Traouen	2002	*	500	*	*	plan masse	BON
11		*			*	*		Traouen	1999	*	500	*	*		BON
12		*			*	*		Traouen	1999	*	500	*	*		BON
13		*			*	*		Traouen	2004	*	500	*	*		BON
14		*			*	*		Traouen	2003	*	500	*	*		BON
15				*	*	*		OGEE	1982	*	200	*	*	plan masse	MOY
16				*	*	*		Traouen		*	200	*	*	plan masse	BON
17		*			*	*		SOGEA	1986	*	500	*	*		BON
18				*	*	*									MAU
19				*	*	*		Traouen				*	*		MOY
19B				*	*	*		Traouen	1995	*	CROQUIS	*	*		BON
20				*	*	*		Traouen	1995	*	250	*	*		BON
21				*	*	*		Traouen				*	*		BON
22		*			*	*		OGEE	1989	*	500	*	*		BON
23		*			*	*			1994	*	CROQUIS	*	*		BON
23B		*			*	*		SECLL	1990	*	500	*	*		BON
23TER		*			*	*		Traouen	1995	*	500	*	*		BON
24				*	*	*		DDA	1980		1000	*	*	TOPO	MAU
24B				*	*	*		Traouen	1987	*	1000	*	*		BON
25				*	*	*		Traouen		*	500	*	*		BON
26		*			*	*		Traouen	1999	*	500	*	*		BON
27		*			*	*		CEGELEC	1990	*	200	*	*		BON
28				*	*	*		CFCE	1984	*	200	*	*		BON
29				*	*	*		Traouen	1987	*	200	*	*		BON
30			*		*	*		Toulgoat			CROQUIS	*	*		MAU
31		*			*	*		Traouen	2003	*	500	*	*		BON
31B					*	*						*	*		BON
32		*			*	*		CEGELEC	1990	*	200	*	*		BON
33			*		*	*		Toulgoat		*	100	*	*		BON
34		*			*	*		Le Berre Garczynski	2004	*	500	*	*	plan masse	MOY

Le fond cadastral constitue plus de 80% du référentiel utilisé dans le cadre de ce projet

Le guide de recommandations s'adresse aux communes et groupements de communes du Finistère ayant l'intention d'entreprendre la numérisation de leurs réseaux d'alimentation en eau potable (AEP), eaux usées (EU), eaux pluviales (EPL) et de les intégrer à un système d'information géographique.

Ces réseaux constituent en effet une part importante du patrimoine d'une collectivité et leur bonne gestion est un service majeur rendu aux habitants.

Chapitre I - Le cadastre au service de l'aménagement : zoom sur le secteur hydraulique

Tableau I.9. Eléments de cartographie du risque de dommages dû aux inondations (enjeux à représenter et vulnérabilité associée)

Cartographie du risque de dommages dû aux inondations par débordement de cours d'eau				
Identifications des enjeux à représenter et vulnérabilité associée (enjeux réels)				
	Vulnérabilité élevée	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité négligeable
Agriculture	Equipements agricoles (salles de ventilation, bâtiments, hangars, serres)		Terres agricoles (cultures, prairies, sylviculture)	Terres vaines et vagues
Espaces naturels				Bois, espaces naturels, friches Plans d'eau Zones humides
Activités récréatives et de loisir	Terrains de camping* Bâtiments pour activités récréatives et de loisir (cabanons, centres culturels, salles de sport, etc)	Installations pour activités récréatives et de loisir composées de superstructures légères (courts de tennis, vélodromes, tribunes, etc)	Terrains pour activités récréatives et de loisir (terrains de sport, plaines de jeux)	
Habitat	Habitations et dépendances (parages, remises, etc) Habitations de vacances			Friches urbaines (terrains nus ou désaffectés)
Activités économiques	Activités économiques non agricoles (industries, commerces, services) <i>Mention particulière :</i> <i>Installations classées, sites seveso* et CET*</i>	Autres activités économiques non agricoles (carrières, quais, pisciculture)		Friches industrielles (terrains nus ou désaffectés) <i>Mention particulière : friches douteuses</i> Carrières et terrains abandonnés
Voirie	Routes principales (autoroutes et nationales) Voies ferrées et gares* Ponts	Autres routes (routes secondaires)	Chemins trottoirs, places publiques parking de plein air	
Equipements communautaires et de services publics	<u>Equipements communautaires et de services publics comprenant :</u> Centre de soins* Etablissement d'enseignement* Etablissement pour public fragilisé* Police*, Pompiers* Administration participant à la gestion de la crise* Autres administrations* Production d'eau potable* Complexe d'assainissement (STEP)* Equipements de télécommunication* Production et distribution d'électricité* Production et distribution de gaz* Bâtiments et équipements militaires Bâtiments exceptionnels*	<u>Autres équipements communautaires et de services publics comprenant :</u> Cimetière Aéroports secondaires (loisirs dominants) Terrains militaires	Jardins publics ou privés	
<p>Légende : Par défaut, tous les enjeux sont repris comme éléments surfaciques * les enjeux repris comme éléments ponctuels Exemples d'enjeux <i>En italique : mentions si possibilités liées aux données</i></p>				

Un cadastre numérisé (fichier graphique représentant les limites de parcelles cadastrales à l'échelle du 1:10.000) associé à la matrice cadastrale (base de données alphanumérique) permet de connaître l'utilisation déclarée des parcelles (habitations, entreprises, terres agricoles, forêts...)

I.4. Conclusion

Dans la dernière décennie, les systèmes cadastraux ont fait l'objet d'une modernisation conceptuelle importante et sont devenus, avec les progrès réalisés dans le secteur de la géomatiques, de véritables infrastructures informationnelles de gouvernance territoriale.

En effet, l'information cadastrale est dorénavant utilisée à des fins aussi diverses que, la planification de l'aménagement, le contrôle de l'utilisation du sol, la prévention des risques naturels et le développement durable.

Tableau I.10. Variabilité des thématiques d'aménagement hydraulique et rôle documentaire du cadastre

Etudes recensées en état de l'art							A la lumière des deux parties de l'état de l'art, l'information cadastrale revêt une importance capitale
S.I.R.S dédié au diagnostic, à la surveillance et à l'entretien des digues de protection contre les inondations	Zone de Ralentissement Dynamique des Crues de la Meuse à Mouzon Etat des lieux étude agricole et foncière	Guide d'élaboration d'un schéma de gestion des eaux pluviales	Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations	Numérisation des réseaux «humides» Guide de recommandations pour intégration dans un système d'information géographique	Cartographie du risque de dommages dû aux inondations par débordement de cours d'eau	Aléa d'inondation, zones inondables, risques d'inondation Méthodologie de la cartographie	
Thématiques différentes selon la problématique et les besoins en chaque zone étudiée							Thématiques
Objectif général : analyse et gestion hydraulique Objectifs spécifiques divers : lutte contre les inondations, gestion des eaux pluviales, AEP...							Objectifs
Echelles variables de l'analyse hydrologique (bassin versant) à l'analyse hydraulique (échelle urbaine)							Echelles
L'utilisation du cadastre est multiple : référentiel pour les réseaux AEP, support d'évaluation immobilière, source de détermination de la vulnérabilité...							Utilisation du cadastre

Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi de travailler sur l'analyse et la gestion des données liées aux inondations pour évaluer la contribution du cadastre en matière d'élaboration des cartes de risque de l'aléa.

II.1. Introduction

Est qualifié, au sens de la loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaâda 1425 correspondant au 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, *de risque majeur toute menace probable pour l'Homme et son environnement pouvant survenir du fait d'aléas naturels exceptionnels et/ou du fait d'activités humaines*.

Dans l'article 10, les risques majeurs pris en charge par des dispositifs de prévention sont les suivants :

1. Les séismes et les risques géologiques,
2. Les inondations,
3. Les risques climatiques,
4. Les feux de forêts,
5. Les risques industriels et énergétiques,
6. Les risques radiologiques et nucléaires,
7. Les risques portant sur la santé humaine,
8. Les risques portant sur la santé animale et végétale,
9. Les pollutions atmosphériques, telluriques, marines ou hydriques,
10. Les catastrophes dues à des regroupements humains importants ».

Les inondations figurent en deuxième position de danger sur l'humanité selon la loi, ce qui nécessite de définir une stratégie de lutte contre ce risque majeur, par la mise à la disposition des autorités locales des supports cartographiques précisant les endroits susceptibles d'être touchés.

Dans ce contexte, nous avons partagé ce chapitre en trois sections :

- La première est consacrée aux définitions des notions liées aux inondations et leur typologie.
- La seconde aborde ce qui doit être cartographié, qui sont les composants du risque inondation : aléa.
- Des idées sur les politiques de gestion des inondations et les mesures d'aménagement sont présentées dans la dernière section.

II.2. Les inondations en Algérie

L'Algérie, similairement aux autres pays du monde, a connu des inondations que paraissent plus meurtrières et dévastatrices que celles survenues dans les pays du bassin méditerranéen.

Nous avons collecté des informations sur ces inondations à partir de la presse nationale et internationale, parmi lesquelles :

- Le 20 octobre 1993 (Ouest algérien): 22 décès et 14 blessés à Oued Rhiou. Durant le mois d'octobre 1994, des inondations ont été signalés dans plusieurs régions du pays, bilan 60 décès et des dizaines de disparus au cours de dix jours d'inondations ;
- Le 22 octobre 2000 inondations à l'Ouest algérien au niveau d'oued Mekerra (Sidi Bel Abbès) : plus de 24 décès.
- Les 10 et 11 novembre 2001 à Bab El Oued (Alger) les pluies diluviennes ont fait 733 victimes, 30 000 personnes sans-abris et d'importants dégâts matériels.
- Le 14 octobre 2006 des maisons détruites et plusieurs morts ont été signalés au niveau de la wilaya de Tamanrasset au sud du pays, suite aux pluies torrentielles qui se sont abattues sur l'ensemble de la wilaya durant trois jours.
- Le 21 octobre 2007 deux morts victimes des inondations à Béchar (pluies qui ont durées plus de trois jours).
- La journée du mercredi, 1 octobre 2008 des pluies diluviennes s'étaient abattues sur la région de Ghardaïa, à 500 km au sud d'Alger faisant dangereusement monter les cours d'eau. Au moins 33 personnes sont mortes, 84 personnes ont été blessées et près de 600 maisons détruites dans des inondations très importantes.
- Le 09 Octobre 2008 dans la wilaya d'Aïn Defla, les intempéries ont causé six décès et huit autres blessées parmi la population, suite à une inondation qui a surpris la région.
- La journée de dimanche 12 Octobre 2008, a été fortement pluvieuse, de 20h45mn à 23h, 35 mm de pluie ont été enregistrée, surtout dans les localités de Khemis Miliana et Sidi Lakhdar où la force de l'averse a fait que le revêtement bitumeux de la chaussée en certains endroits a été endommagé, de même que des habitations noyées par des eaux chargées de terre argileuse et de gravier. Des torrents de boue provenant des collines surplombant la ville de Khemis Miliana ont envahi la majorité des quartiers.
- Durant ce mois d'Octobre d'autres crues et inondations sont signalées à Batna (450 km au sud-est d'Alger) où deux personnes ont été emportées par les eaux d'oueds en crue, à Médéa (80 km au sud d'Alger), un sexagénaire est décédé suite aux pluies torrentielles qui se sont abattues sur la région de Berrouaghia.
- A Bechar, région habituellement désertique et aride, situé à plus de 1000 km au sud-ouest d'Alger, au moins huit personnes sont mortes noyées dans des inondations qui l'ont frappé mercredi et jeudi 15 et 16 octobre 2008.
- La dernière inondation qui a touché la wilaya d'El Bayadh en 01 octobre 2011 a laissé 12 décès, 447 sinistrés.

- Le 24 février 2012, la wilaya de Taref a enregistré plus de 3 morts à cause des inondations. La figure II.1. Prise par le satellite Alsat2 le 12 Mars 2012 montre l'étendue de l'espace inondé.

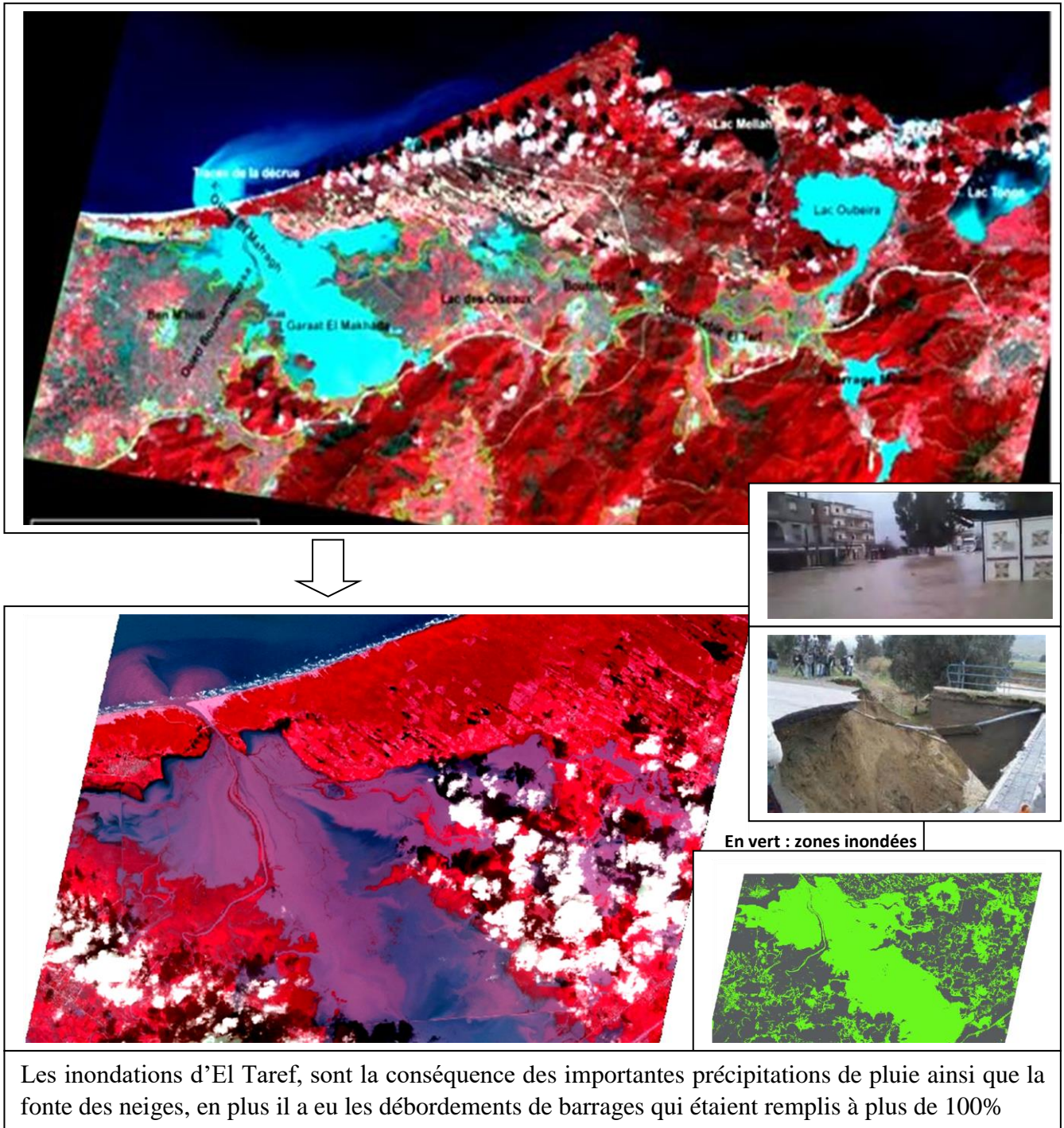


Figure II.1. Image Alsat2 prise après inondations de Taref en 2012 [Source : ASAL]

La table II.1 présente, par wilaya, le nombre de constructions en zones inondables, fournit une idée de la gravité de la situation que peut générer le double phénomène des inondations et de l'urbanisation en zone inondable.

Tableau II.1 : Habitations construites en zones inondables

Wilaya	Nombre de constructions
Chlef	2248
Laghouat	3083
O. E. Bouaghi	1999
Batna	16261
Béjaia	500
Biskra	763
Bouira	1438
Tamanrasset	1159
Tébessa	17236
Tlemcen	375
Tiaret	13
Alger	14545+ quartiers Merdja et Baraki
Djelfa	784
Jijel	47(05 zones à risques très élevés)
Sétif	1261
Saida	976+ 09 cités
Skikda	4009
S.B.Abbes	576 +04 cités en centre-ville
Annaba	30 cités et quartiers
Guelma	360
Constantine	620
Médéa	3075
Mostaganem	1633
M'sila	1185
Oran	06 cités
Boumerdés	561
El Tarf	2370
Tissemsilt	1340
El Oued	766
Souk Ahras	La plupart des communes
Tipaza	2710
Mila	1663
Ain Defla	7772
Naama	4924
Ain Témouchent	14 zones jouxtant différents lits d'oueds
Relizane	350

II.3. Notions liées aux inondations

II.3.1. Le bassin versant

La notion de bassin versant est primordiale dans la compréhension des inondations faisant suite à des crues. Le bassin versant correspond à l'aire géographique d'alimentation du cours d'eau au point considéré. Il est classiquement admis que le bassin versant d'un cours d'eau se décompose en trois grandes parties :

- le bassin de réception qui collecte les eaux dues aux précipitations ;
- les chenaux d'écoulement qui correspondent à ce qu'on désigne couramment par les cours d'eau ;
- le cône de déjection avec l'embouchure, qui n'est à considérer que si le bassin versant se jette à la mer.

L'exutoire est le point le plus en aval du réseau hydrographique, par lequel passent toutes les eaux de ruissellement drainées par le bassin versant. [Renaud Hostache, 2006]

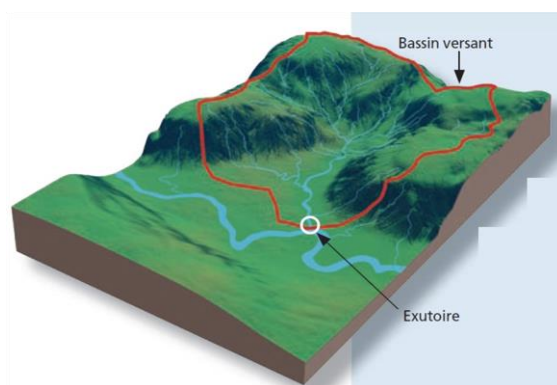


Figure II.2. Représentation schématique du bassin Versant [Conseil général de l'Essonne, 2013]

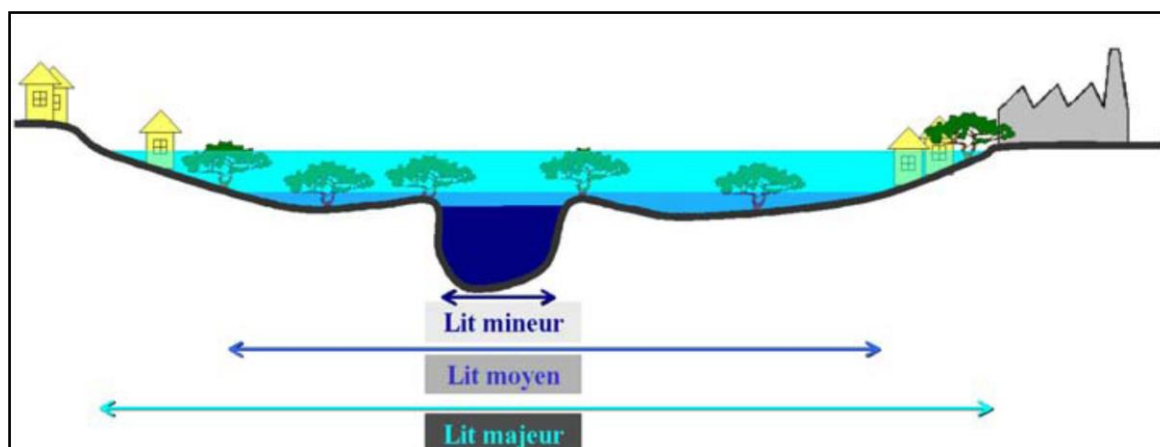


Figure II.3. Représentation schématique des lits mineur, moyen et majeur

Un cours d'eau s'écoule habituellement dans son lit mineur. Le lit majeur est un espace occupé par un cours d'eau lors d'une inondation. Il peut être scindé en deux zones :

- Une zone d'écoulement, au voisinage du lit mineur, où le courant a une forte vitesse ;
- Une zone de stockage des eaux, où la vitesse est faible. Ce stockage est fondamental, car il permet le laminage de la crue, c'est-à-dire la réduction de la montée des eaux à l'aval.

Une crue correspond à l'augmentation du débit d'un cours d'eau dépassant plusieurs fois le débit moyen. Elle se traduit par une augmentation de la hauteur d'eau. Le débit d'un cours d'eau en un point donné est la quantité d'eau (m^3) passant en ce point par seconde ; il s'exprime en m^3/s .

II.3.2. L'inondation : définition et paramètres

Une inondation correspond au débordement des eaux hors du lit mineur à la suite d'une crue. C'est une submersion (rapide ou lente) d'une zone pouvant être habitée. Les eaux occupent alors le lit majeur du cours d'eau.

La provenance des eaux peut donc être :

- Eaux de débordement d'un cours d'eau en crue, qui franchit les limites naturelles de son lit ou les protections élaborées par les hommes ;
- Eaux en provenance du réseau d'assainissement, lui-même inondé par la montée des eaux d'une rivière en crue ;
- Eaux de ruissellement sur les terrains avoisinant le site étudié ;
- Eaux en provenance de la remontée de la nappe phréatique ;
- Eaux issues de la rupture d'ouvrages ou d'embâcles (obstacles naturels). [MEDD, 2004]

Dans les paragraphes suivants nous définissons les paramètres les plus importants qui caractérisent une crue.

II.3.2.1. Le débit

C'est la quantité d'eau qui s'écoule en un point donné du cours d'eau. Il s'exprime en m^3/s . Le débit d'un cours d'eau varie en fonction de la hauteur d'eau, de la surface transversale à une section donnée de ce cours d'eau et de la vitesse d'écoulement. Ainsi, l'augmentation de débit d'un cours d'eau entraîne celles de la vitesse d'écoulement d'eau et de la hauteur du plan d'eau au point considéré.

La courbe des débits en un point, en fonction du temps, est appelée hydrogramme.



Figure II.4. Courbe des débits en un point ou Hydrogramme [source : MEDD, 2004]

Deux méthodes sont envisagées pour la détermination des débits :

- Méthode rationnelle

C'est une ancienne méthode appliquée pour des surfaces inférieures à 2 hectares.

Le débit est donné par :

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Avec :

- C : coefficient de ruissellement.
- I : intensité moyenne des pluies.
- A : superficie du bassin versant en hectares.

- Méthode superficielle de Caquot

Cette méthode est établie par M. CAQUOT qui tient compte de la pente moyenne du bassin versant, du coefficient de ruissellement, de la superficie du bassin versant, de l'intensité maximale de la pluie et de la période de retour d'insuffisance du réseau.

La formule de Caquot est valable dans les cas suivants :

- La surface totale doit être inférieure ou égale à 200 ha ;
- La pente entre 0.3% < I < 5% ;
- le coefficient de ruissellement est de 0.2 [C < 0.9 ;
- le coefficient d'allongement M ≥ 0.8.
- Le coefficient M a pour effet de tenir compte de la forme du bassin

Expression de la formule de Caquot :

$$Q_p = \left[\frac{a(F) \times \mu^{b(E)}}{6(\beta + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-b(F)f}} \times C^{\frac{1}{1-b(F)f}} \times I^{\frac{b(F)-C}{1-b(F)f}} \times A^{\frac{[b(F)d]+[1-\varepsilon]}{1-b(F)f}}$$

La formule de « CAQUOT » est de la forme suivante :

$$Q_p = K \times C^x \times I^y \times A^z$$

Avec:

- Q_p : débit des eaux pluviales (l/s) ;
 - C : coefficient de ruissellement ;
 - I : pente moyenne du bassin versant(m/m) ;
 - A : surface du bassin versant (ha) ;
 - (β + δ), ε, μ, c, d, f : ce sont des paramètres d'ajustement ;
 - a(F), b(F) : Coefficient de la loi de « MONTANA » relatif à chaque période de retour et à chaque région.
- [Rouichi, El Bachir, 2013]

Coefficient de ruissellement : C'est le rapport de la surface imperméable (s') par la surface totale du bassin versant (S).

$$C_r = \frac{S'}{S}$$

Évaluation de la pente moyenne : Lorsqu'un bassin versant est constitué de deux ou plusieurs tronçons successifs, on détermine la pente moyenne par :

$$I_{moyenne} = \frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}}$$

Avec : - L_i : longueur de tronçon successif formant le cheminement hydraulique du bassin.
- I_i : la pente correspondante au tronçon d'ordre i . [Rouichi, El Bachir, 2013]

II.3.2.2. La vitesse d'écoulement

La vitesse d'écoulement est mesurée, en un point donné, pour une inondation, au paroxysme du phénomène. Le courant peut atteindre des vitesses tel qu'il peut entraîner des objets d'une certaine taille, voire des personnes. Il augmente également le risque d'érosion des berges. En mettant en pression dynamique les constructions, il peut les fragiliser, les endommager ou les détruire.

II.3.2.3. La hauteur de submersion

La hauteur de submersion est mesurée, pour une crue donnée, lors du maximum de cette crue. Elle est représentative des risques pour les personnes (noyades) et pour les biens, par endommagement direct (action de l'eau) ou indirect (par mise en pression statique). La courbe des cotes (hauteurs d'eau) en fonction du temps est appelée limnigramme.

La laisse d'inondation est la trace laissée par le niveau des eaux les plus hautes : les dégradations sont fonction de la durée, de la hauteur de submersion et de la vitesse d'écoulement.

II.3.2.4. La durée de submersion

La durée de submersion représente la durée approximative pendant laquelle une surface donnée de terrain reste inondée. Cette durée peut varier de quelques heures à plusieurs mois.

II.3.2.5. La fréquence et la période de retour

Grâce à l'analyse des crues historiques (dates, secteurs concernés, débits, laisses...), on procède à une classification des crues en fonction de leur fréquence (probabilité qu'un événement à d'apparaître chaque année ou nombre moyen d'événements similaires se produisant pendant une période donnée à un endroit donné).

A l'inverse, la période de retour est l'intervalle moyen de temps séparant des événements similaires (crues d'intensité comparable, en débits ou hauteurs, ou en couple débit-hauteur), lorsqu'on observe les événements à l'échelle de plusieurs siècles. Ainsi, la crue centennale est une crue de forte amplitude qui, chaque année, a une probabilité sur cent de se produire (crue dont le débit atteint le niveau A sur la Figure 5). La crue trentennale est une crue qui a une probabilité sur trente de se produire (crues dont le débit atteint le niveau B sur la Figure 5).

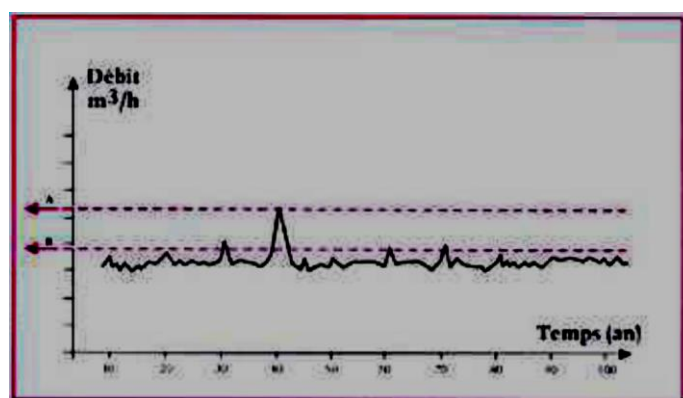


Figure II.5. Fréquence des crues [source MEDD, 2004]

Tableau II.2. Probabilité de voir une crue de fréquence donnée atteinte ou dépassée au moins une fois sur une période donnée [Géraldine Izambart, 2011]

	<i>Sur 1 an</i>	<i>Sur 30 ans (continus)</i>	<i>Sur 100 ans (continus)</i>
<i>Crue décennale (fréquente)</i>	10 % ou 1 "chance" sur 10	96 % soit presque "sûrement" une fois	99,997 % soit "sûrement" une fois
<i>Crue centennale (rare)</i>	1 % ou 1 "chance" sur 100	26 % ou 1 "chance" sur 4	63 % ou 2 "chances" sur 3
<i>Crue millennale (exceptionnelle)</i>	0,1 % ou 1 "chance" sur 1000	3 % ou 1 "chance" sur 33	10 % ou 1 "chance" sur 10

II.3.3. Les facteurs aggravants les inondations

Un grand nombre de facteurs interviennent, souvent de façon aggravante, dans les dégâts occasionnés par les inondations. Parmi ces derniers, on peut rappeler l'influence des facteurs naturels et anthropiques.

II.3.3.1. Influence des facteurs naturels

On distingue :

- **Surface et forme du bassin versant** : ainsi pour une même surface, l'allure de l'hydrogramme de crue résultant d'une pluie donnée est très différente suivant la forme du bassin versant ; un bassin très allongé ne réagit pas comme un bassin de forme ramassée ce qui a amené l'utilisation d'un indice pour évaluer le « Coefficient de compacité ». En principe plus cet indice est faible, plus la concentration des eaux apportées par les affluents est rapide et plus les crues risquent d'être brutales et bien différenciées. [MEDD, Frédéric Grelot, 2004]

- **Configuration du relief des lits des cours d'eau** : La pente exerce une influence directe sur la rapidité de l'écoulement et donc sur la puissance de la crue. Si le profil en long du cours d'eau est assimilable à une suite de segments plus ou moins pentus, il exerce une action visible sur la crue.

Le profil en travers est aussi important; pour un même débit de crue, un cours d'eau encaissé verra sa hauteur d'eau monter beaucoup plus vite qu'un cours d'eau à profil plus évasé. En contrepartie, ce dernier a de plus grands risques de débordements.

- **Densité des cours d'eaux et perméabilité du bassin versant** : ainsi la densité des cours d'eau était fonction de la nature des terrains, le réseau est d'autant plus développé et complexe que le terrain est moins perméable.

On comprend aisément que plus l'imperméabilité est forte, plus les eaux météoriques sont disponibles pour le ruissellement de surface. De ce point de vue, à priori les cours d'eau drainant les régions imperméables ont une plus forte probabilité à développer des crues dangereuses.

- **Facteurs biogéographiques** : la végétation joue un rôle climatique complexe, elle agit sur le ruissellement, retient une part des pluies, évapore l'eau, etc. L'on sait depuis longtemps qu'une couverture végétale dense réduit et ralentit considérablement l'écoulement.

D'abord la forêt intercepte la pluie et la neige, cette dernière pouvant mettre très longtemps à fondre sous couvert. Ensuite elle accroît fortement l'évapotranspiration ; pour la zone tempérée celle-ci atteint ou dépasse fréquemment 500 à 700 mm/an.

On comprend facilement que cela limite le ruissellement direct et l'alimentation des cours d'eau. Bien souvent une végétation vigoureuse aux arbres dotés de racines nombreuses et bien enchevêtrées, constitue une excellente protection naturelle, quasi totale, contre l'érosion torrentielle. Inversement la destruction du couvert végétal constitue un facteur aggravant la puissance des crues. [MEDD, Frédéric Grelot, 2004]

II.3.3.2. Influence des facteurs anthropiques

- Occupation de zones riveraines : la concentration des personnes et l'accumulation des biens dans les champs d'inondation génère le risque d'inondation par accroissement des enjeux, augmentation des vulnérabilités et absence de prévention-précaution.
- Imperméabilisation forte : conséquences d'aménagements urbains ou agricoles;
- Défiance des dispositifs de protection : digues, déversoirs... [MEDD, Frédéric Grelot, 2004]

II.4. Les types d'inondations

Différents types d'inondations peuvent être observés.

II.4.1. Stagnation d'eaux pluviales

Certaines inondations sont dues à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau d'eaux pluviales lors de pluies anormales.

Les zones de stagnation des eaux de pluie (zones de dépression ou à pente très faible), en particulier en zone urbaine, est souvent le facteur déterminant des inondations des quartiers les plus bas.

Lorsque ce type d'inondation intéresse des secteurs étendus, on parle d'inondation de plaine. Ce type d'inondation n'est en général pas dangereux pour la vie humaine, mais peut engendrer des dégâts matériels parfois lourds.

II.4.2. Débordement de cours d'eau

Suite à des pluies violentes ou durables, l'augmentation du débit des cours d'eau peut être telle que ceux-ci peuvent gonfler au point de déborder de leur lit, pour envahir des zones généralement de faible altitude et de faible pente (cours aval des rivières).

Les dégâts peuvent être très élevés et surtout le risque de noyade existe (en particulier, lors de franchissements de gués lors de l'arrivée de l'onde de crue). Les débordements peuvent être de deux types :

- **Inondation par débordement direct** : c'est le cas le plus fréquent. Le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur par submersion de berge ou par contournement d'un système d'endiguement limité.
- **Inondation par débordement indirect** : Il peut se produire par remontée de l'eau dans les réseaux d'assainissement ou eaux pluviales, par remontée de nappes souterraines. Il s'agit de phénomènes difficiles à prévoir, surtout lorsqu'ils découlent du mauvais fonctionnement du réseau en période de crue : dysfonctionnement ou dimensionnement insuffisant des moyens de relevage des eaux usées vers la rivière de crue, absence ou fonctionnement défectueux des ouvrages empêchant l'intrusion des crues dans le réseau... Ils sont surtout connus lorsque le site les a subis par le passé.

II.4.3. Rupture d'ouvrages ou d'embâcles

Dans le cas des rivières endiguées, l'inondation survient brutalement soit par surverse (débordement au-dessus de la digue), soit par rupture de digue.

Une rupture d'endiguement peut provoquer l'entrée d'un mur d'eau de plusieurs mètres de haut, progressant à l'intérieur de la zone endiguée à une vitesse de l'ordre de 3 à 4 km/h, ce qui ne laisse généralement aucun délai d'intervention, sinon éventuellement pour évacuer la population.

II.4.4. Ruissellement en secteur urbain

En secteur urbain, des orages intenses (plusieurs centimètres de pluie par heure) peuvent occasionner un très fort ruissellement (peu d'infiltration à cause des terrains devenus imperméables car goudronnés), qui va saturer les capacités du réseau d'évacuation des eaux pluviales et conduire à des inondations aux points bas.

II.4.5. Crues torrentielles

Lorsque des pluies abondantes et brutales se produisent dans le bassin versant d'un cours d'eau (qui n'est pas toujours un torrent), son débit augmente d'une façon importante. En raison de la forte pente, l'eau se charge en matériaux solides tels que sables et cailloux de tailles variées que le cours d'eau transporte vers l'aval.

Fréquemment, par suite de la forme du lit (rétrécissements dus à la présence d'ouvrages tels que ponts, buses..) ou par suite de la présence d'obstacles tels que des troncs d'arbres, ordures ménagères dans certains cas, le lit s'obstrue et le torrent déborde en causant des dégâts dans le voisinage, en détruisant les habitations et les installations occupant le lit majeur.

II.4.6. Submersion des zones littorales ou lacustres

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques (marées de tempête, raz-de-marée) sévères provoquant des ondes de tempête. Elles envahissent en général des terrains situés en-dessous du niveau des plus hautes mers, mais aussi parfois au-dessus si des projections d'eaux marines franchissent des ouvrages de protection. [MEDD, 2004]

II.5. Méthodologie de détermination des zones d'inondation

Le risque représente la probabilité de dommages matériels et économiques, de blessures, et/ou de décès liée à l'occurrence d'un aléa naturel. Il intègre l'aléa et la vulnérabilité, c'est à dire qu'il dépend d'un phénomène naturel obéissant à une loi de probabilité, et des enjeux exposés en lien avec les ressources disponibles pour y faire face : « **Il n'y a pas de risque sans aléa naturel.** ».

II.5.1. Détermination du risque aléa

L'aléa est un phénomène physique, naturel et non maîtrisable, d'occurrence et d'intensités données. Il peut être caractérisé suivant deux composantes, l'une fréquentielle (occurrence), l'autre spatio-temporelle (intensité).

II.5.1.1. Composante fréquentielle de l'aléa

La composante fréquentielle de l'aléa exprime la probabilité d'exposition d'un lieu à une crue d'occurrence donnée. L'occurrence d'une crue est la plupart du temps caractérisée d'un point de vue statistique par un temps de retour T.

Une attention particulière doit être accordée à considérer le temps de retour d'une crue d'un point de vue statistique.

En effet, un temps de retour d'une crue de 100 ans ne signifie pas que cette crue se produit tous les 100 ans, mais que celle-ci a une probabilité de 1% de se produire une année donnée.

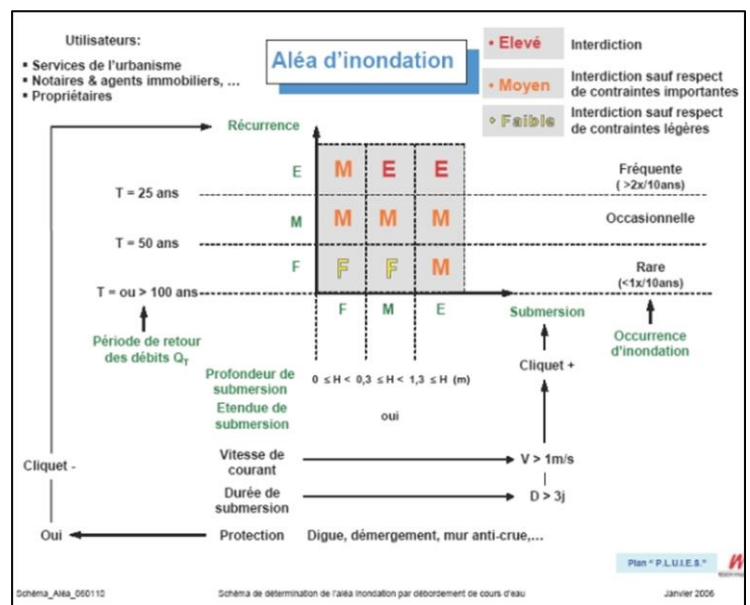


Figure II.6. Détermination de l'aléa inondation -volet degré de risque- [CWEPS, 2006]

II.5.1.2. Composante spatio-temporelle de l'aléa

La composante spatio-temporelle de l'aléa décrit l'intensité du phénomène. D'un point de vue spatial l'aléa peut en particulier être caractérisé par les surfaces inondées, les hauteurs d'eau, les durées de submersion, les vitesses et les débits dans la plaine.

Un descripteur courant de l'intensité de l'aléa est le débit de pointe. Celui-ci correspond au débit maximal instantané transitant dans la plaine à l'apogée de la crue.

Il est variable selon la position dans la plaine d'inondation, ce qui induit une composante spatiale forte de l'aléa. Par ailleurs, pour caractériser l'aléa, le temps de concentration est fréquemment utilisé.

Il est défini théoriquement pour un bassin versant comme le temps nécessaire à une goutte d'eau tombée au point du bassin le plus éloigné de l'exutoire pour y parvenir. Il est en particulier fonction de la **capacité d'infiltration de l'eau dans les sols**, et par conséquent de **l'occupation du sol** et des caractéristiques **morphologiques** et **climatiques** du bassin versant.

En général, pour des bassins versants de mêmes caractéristiques morphologiques et climatologiques, un temps de concentration plus court est associé à un débit de pointe plus élevé.

D'un point de vue spatio-temporel, l'aléa inondation est souvent caractérisé en un lieu donné par une probabilité d'occurrence (de retour) à laquelle est associé un débit de pointe. Par conséquent, plus les séries de données temporelles sur les inondations sont fournies, plus l'estimation de la relation temps de retour/débit de pointe est fiable, sous condition d'une dynamique temporelle de la morphologie et de l'occupation du sol du bassin versant considéré faible. [Renaud Hostache, 2006]

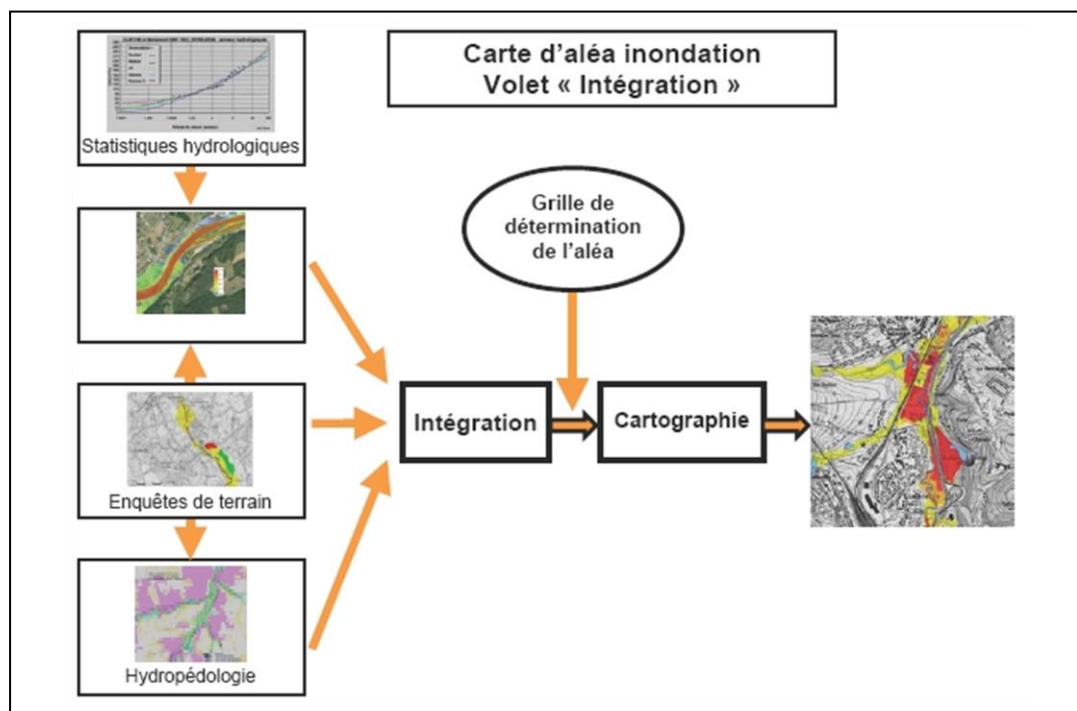


Figure II.7. Détermination de l'aléa inondation -volet intégration- [CWEPS, 2006]

II.6. Comment lutter contre les inondations ?

Une fois la situation du risque est décrite, il est possible de faire une prévision d'un large éventail d'aménagements qui pourra a priori participer à la réduction des conséquences des écoulements provoquant les inondations.

Ces aménagements peuvent être prévus au niveau du bassin versant, dans les réseaux primaires et dans le lit majeur des cours d'eau.

Comme évoqué précédemment, le risque résulte de l'aléa, ceci souligne l'importance d'agir sur le volet de réduction de l'aléa.

II.6.1. Réduction de l'aléa

L'objectif d'une stratégie de réduction de l'aléa est de réduire les eaux sur les zones comportant de forts enjeux humains et économiques à l'échelle du bassin versant.

II.6.1.1. Recalibrage du cours d'eau

Il s'agit de modifier la géométrie du lit du cours d'eau (abaissement de la ligne de fond, augmentation de la section en travers) pour modifier la valeur de la crue de plein bord.

À l'instar de l'endiguement, le recalibrage du cours d'eau a un effet positif mais également des effets potentiellement négatifs à l'aval de son implantation.

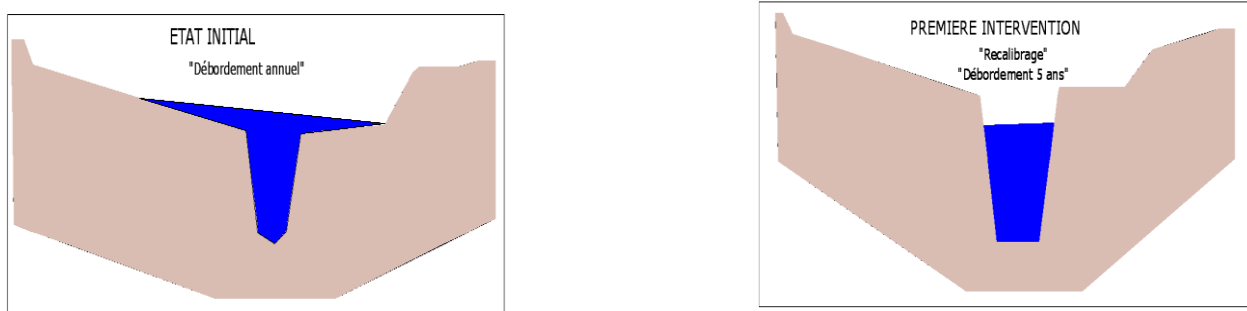


Figure II.8. Schéma de recalibrage du cours d'eau

II.6.1.2. Endiguement du cours d'eau

Les digues vont permettre au cours d'eau d'accepter un débit supérieur à celui de plein bord sans qu'il y ait débordement.

L'effet d'un endiguement est d'empêcher le débordement pour des crues dont les débits sont inférieurs à ceux de la crue de projet. Au-delà de ces débits, le débordement aura lieu, ses conséquences sont souvent accrues du fait de vitesses d'écoulement importantes là où se produit la submersion.

II.6.1.3. Reboisement

Le processus de reboisement est basé sur : La nature du sol ; la qualité de la plante efficace et le type de climat. La végétation favorise la rétention, ralentit les temps de réponse et atténue les volumes ainsi que les débits de pointe mesurés sur le bassin versant.

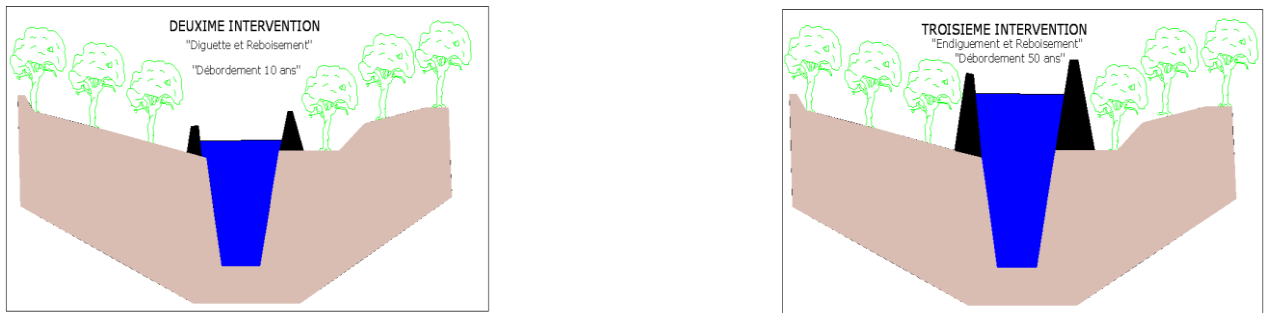


Figure II.9. Schéma d'interventions après recalibrage du cours d'eau

II.6.1.4. Recalibrage des ouvrages d'art

Cette opération consiste à modifier l'architecture des ouvrages d'art pour leur permettre de laisser passer un débit plus important en cas de crue et limiter les possibilités d'embâcles. L'effet est essentiellement en amont de l'ouvrage d'art.



Figure II.10. Exemples des ouvrages à re-calibrer

II.6.1.5. Recalibrage des systèmes d'évacuation de l'eau

Cette opération consiste à modifier les capacités d'écoulement des systèmes d'évacuation des eaux pluviales pour éviter que leur engorgement ne provoque des inondations dues aux précipitations sur une zone urbanisée. Il peut également s'agir de modifier un défaut des systèmes d'évacuation qui n'empêche pas l'eau du cours en crue de refouler.

II.6.1.6. Préservation – restauration -création des zones d'expansion des crues

Il s'agit de préserver ou de restaurer des zones connues d'expansion de crues du cours d'eau. Ceci implique généralement de contrôler l'occupation de la zone d'expansion de crues de telle sorte que la submersion de la zone ne soit pas finalement remise en compte. Les effets positifs sont à une échelle plus ou moins locale en fonction de la surface de stockage effectivement en jeu.

II.6.1.7. Retenues d'eau

Une retenue crée un espace de stockage de l'eau de la crue. Les retenues ont un effet d'écrêtement des crues en aval de leur emplacement. Au final, le même volume total circule dans le cours d'eau en aval de la retenue, mais sur une plus longue durée. Le débit maximum

par rapport à une situation sans écrêtements est atténué. Les retenues provoquent une inondation d'une portion du territoire en amont de leur construction.

II.6.1.8. Réservoirs d'orage

Ce sont des retenues très spécifiques en milieu urbain qui visent à stocker, même momentanément, l'eau des pluies qui sinon aurait ruisselé, pour limiter le ruissellement sur une petite partie du territoire.

Ces aménagements constituent des obstacles linéaires disposés perpendiculairement à la pente favorables au ralentissement dynamique de l'écoulement (diminution de la vitesse des eaux de ruissellement pendant les averses intenses) et moins exigeants en terme de protection contre les crues.

II.6.1.9. Correction torrentielle

C'est une technique qui a pour objectif de limiter les vitesses des écoulements dans les cours d'eau ayant des régimes torrentiels. Un torrent est corrigé par la construction d'un nombre de digues successives transversales sur les lits des canaux naturels. Le nombre de digues est donné par la formule suivante :

$$N = L(p-i)/H$$

L : Longueur du canal naturel

P : Pente moyenne du lit

H : Hauteur moyenne des digues (1-4) m

i : Pente de compensation (pentes inter-digues elle est inférieure à la pente moyenne du lit)

$i \approx 0.01$.



Figure II.11. Exemples de technique de correction torrentielle

II.6.1.10. Les épis

Un épi est une structure enracinée à la berge, établie transversalement par rapport au cours d'eau. Les épis constituent des obstacles à l'écoulement de l'eau et provoquent un régime de vitesse décroissant de la tête vers l'enracinement et entraînent un changement de direction de courant à leur voisinage. En basses eaux, sans déversement, les courants forment des tourbillons à axe vertical. En hautes eaux, avec déversement par-dessus l'épi, il se forme d'autres tourbillons à axe horizontal qui se superposent aux premiers.

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre, plusieurs notions sur les inondations ont été définies brièvement dans un but de faciliter au lecteur, la compréhension du déroulement pratique des applications (chapitre III), qui portent principalement sur la cartographie du risque inondation par l'intégration de l'information cadastrale.

L'objectif premier de cette cartographie, est de contribuer à l'élaboration des plans de gestion des risques d'inondation (au sens de réduction du risque).

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous essayons à travers l'étude d'un cas pratique sur la cartographie du risque 'inondation', d'extraire le rôle de l'information cadastrale durant toutes les étapes d'analyses et de traitements.

Le déroulement pratique (figure III.4) suit le schéma d'une analyse hydrologique à l'échelle du bassin versant de la commune de Tamazoura (wilaya d'Ain Témouchent+) dont les principales phases sont les suivantes :

- Détermination de l'aléa inondation dans le périmètre d'étude,
- Cartographie de l'aléa inondation : volet intégration.

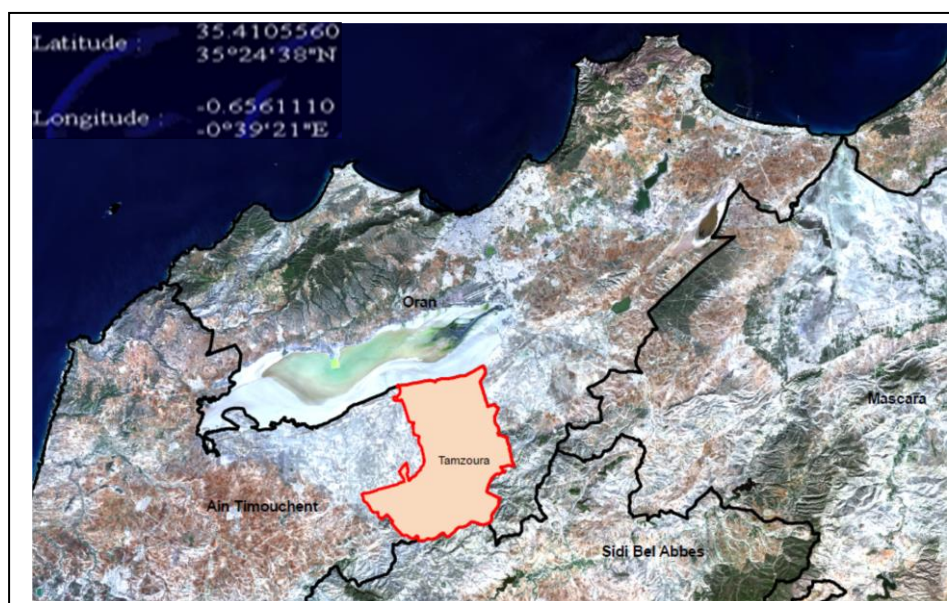


Figure III.1. Localisation de la commune de Tamazoura

III.2. Présentation de la zone d'étude

La commune de Tamazoura relative de la Daïra de Ain Arbaa et de la wilaya d'Ain-Témouchent se situe à l'extrême Est de la Wilaya d'Ain Témouchent, frontalier avec les Wilayas d'Oran et de Sidi Bel Abbés, elle est délimitée :

- Au Nord par la Sebkhia d'Oran.
- Au Sud par la wilaya de Sidi Bel Abbés.
- A l'Est par la wilaya d'Oran.
- A l'Ouest par la commune d'Oued sebbah.

Cette commune est d'une superficie totale de 231 km². La population est évaluée à 9676 habitants, selon le RGPH 2008, soit 26% du total Daïra et 2,62 % de la population totale de la wilaya d'Ain Témouchent.

Sur le plan de la densité, la commune a enregistré une forte densité de 42 habitants/km² par rapport à la moyenne de la wilaya.

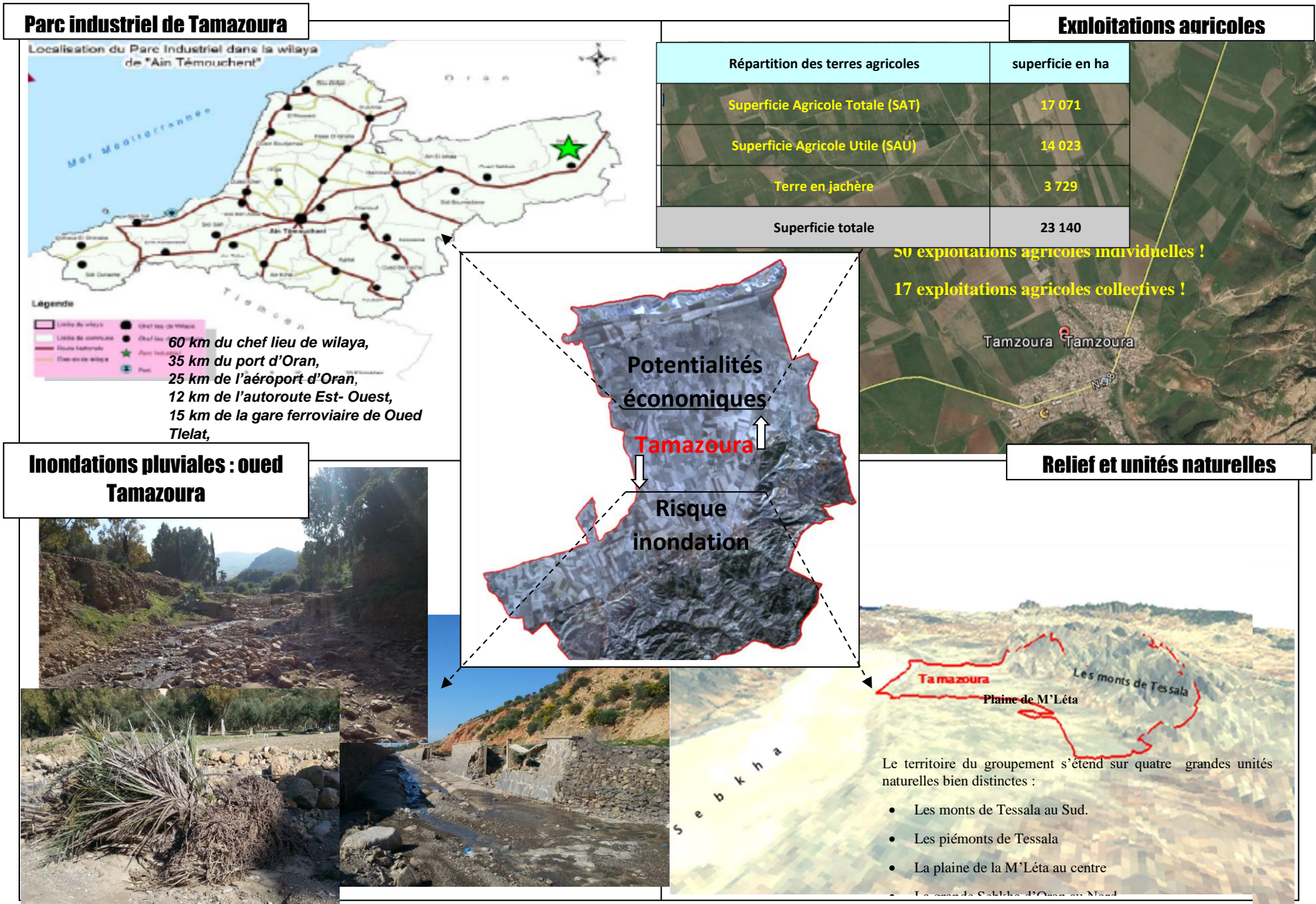


Figure III.2. Potentialités et contraintes naturelles de la zone d'étude

Selon le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme PDAU révisé en 2011, la commune de Tamazoura par sa situation géographique, se trouve beaucoup plus sous l'influence de la Wilaya d'Oran que celle d'Aïn Témouchent auquel elle est administrativement rattachée.

Les risques naturels qu'encourt le Tamazoura sont les suivants :

- Inondations pour la plaine de M'Léta.
- Ruissellement, érosion et donc risque d'éboulement pour le piémont.
- Le passage d'une faille sismique importante entre les monts de Tessala et la Sebka au Sud de l'agglomération de Tamazoura.
- La Sebka qui présente un risque potentiel de salinité du sol, et par conséquent une menace pour les terres agricoles.

III.3. Outils et matériels de traitements

Pour assurer une bonne exécution des traitements pratiques, nous avons utilisé un ordinateur de caractéristiques permettant de supporter le traitement d'images et l'installation des logiciels nécessaires.

- **Le logiciel ArcGIS** est utilisé pour les applications de création des cartes thématiques et de combinaison des critères à l'aide de ses fonctionnalités avancées en analyse spatiale.
- **Le logiciel ERDAS Imagine** est utilisé pour toute application de prétraitements radiométrique ou géométrique des images spatiales utilisées ainsi que la génération des produits dérivés.

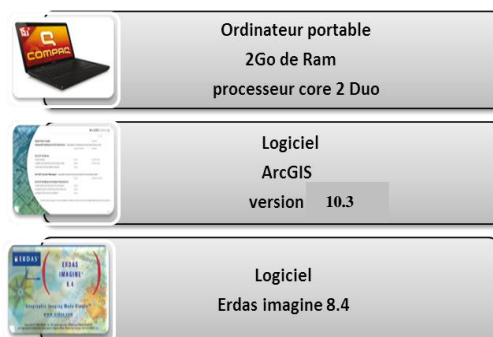
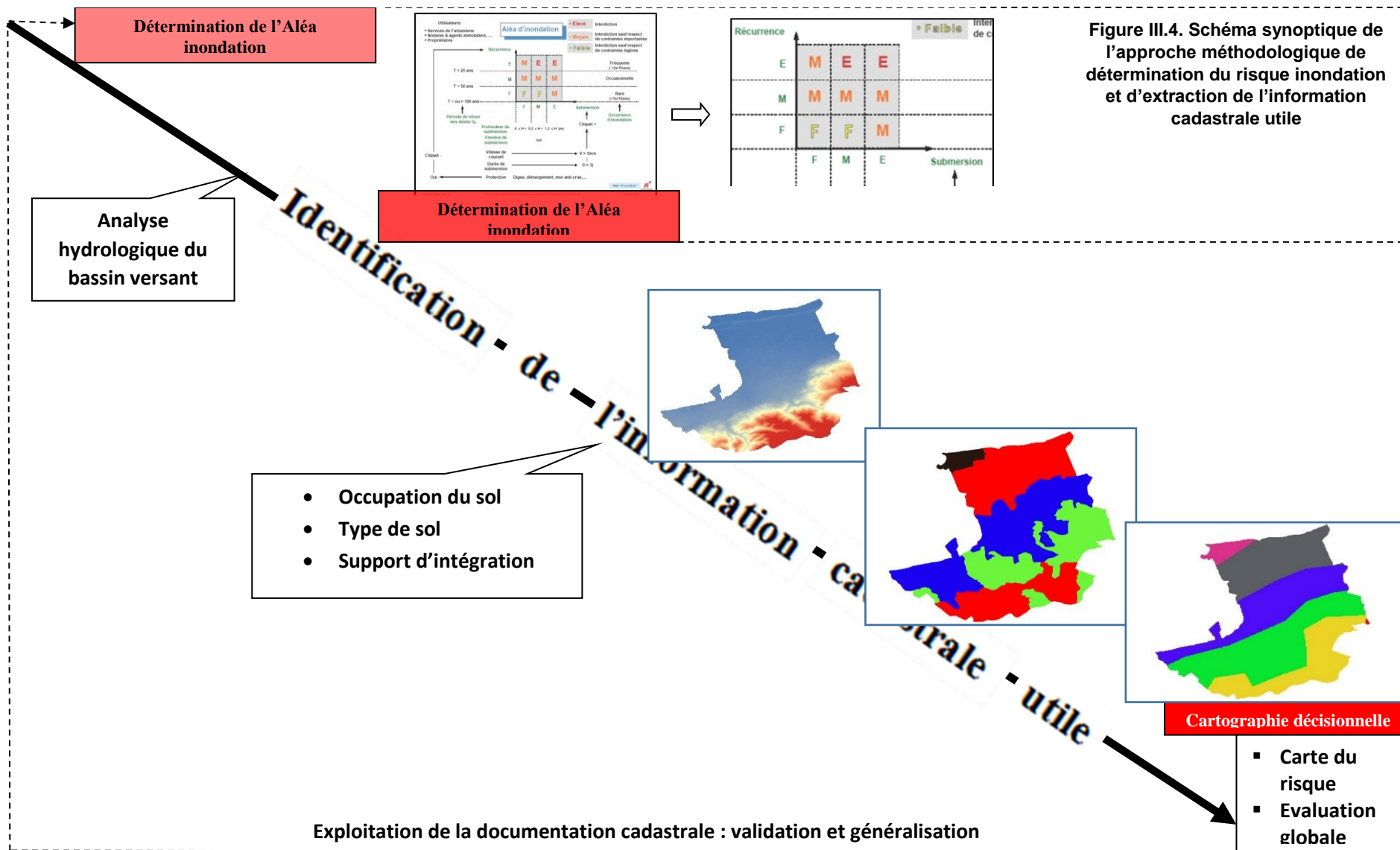


Figure III. 3. Moyens utilisés

III.4. Approche méthodologique développée

Pour atteindre les objectifs de l'étude, nous avons tracé un plan selon les deux axes de travail suivants :

- **Traitements hydrologiques** : ont pour objectif la cartographie des inondations qui passe par trois étapes de la détermination de l'aléa à la cartographie décisionnelle.
- **Traitements d'analyse de la documentation cadastrale** : numérisation, modélisation, intégration et extraction de l'information utile en suivant les trois étapes de la cartographie du risque inondation.



III.5. Données utilisées : typologie et sources d'acquisition

La complexité de la thématique étudiée exige en plus des données cadastrales, la collecte des données nécessaires pour l'étude du comportement hydrologique du bassin versant.

Les informations récupérées auprès des différents services sont classées dans les tableaux ci-dessous, d'abord en fonction des organismes fournisseurs, puis en fonction de leur typologie.

Tableau III.1. Sources des données collectées

Organismes/Direction	Type de données
CTS	Carte géologique
Direction du cadastre d'Ain Témouchent	Plans cadastraux et fiches terrain
Centre d'urbanisme URBOR d'Oran	Données cartographiques (PDAU révisé)
Direction de Météorologique d'Oran	Données pluviométriques
Agence Nationale des Ressources Hydrauliques ANRH	Cartes des eaux souterraines et carte hydrogéologique interprétative

- Données spatiales

Tableau III.2. Données Spatiales utilisées

Donnée	Capteur	Zone	Résolution Spatial	Date d'acquisition
Image Satellitaire	Landasat TM	Oran Ain Témouchent	15 m	03/05/2014
MNT SRTM	Radar	Ain Témouchent	90 m	-


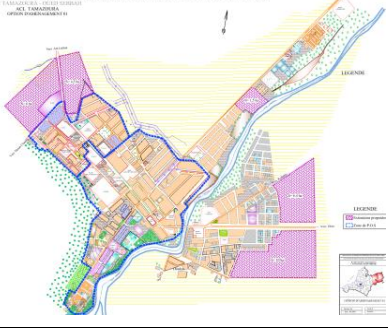
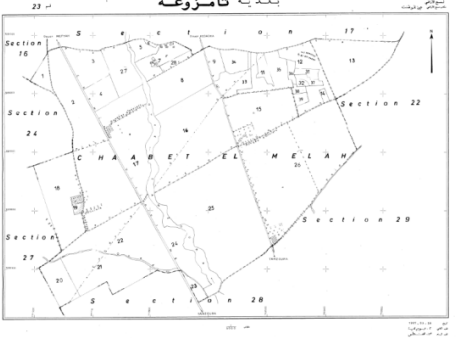
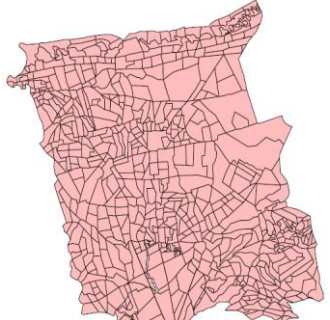




- Données météorologiques et littérales

Tableau III. 3. Données littérales et statistiques utilisées

Type de donnée	Propriété des Données
Mesures pluviométriques	Coordonnées des stations et les mesures enregistrées
Fiches cadastrales	T4 : Fiche d'ilot de propriété
	T5 : Fiche de propriétaire
	T7 : Fiche d'enquête foncière

• Données Cartographiques

Tableau III.4. Données cartographiques utilisées

Type de données	Propriété des données		Aperçu
Carte géologique	Echelle	1 /350000	
Données d'aménagement et d'urbanisme	Echelle	1 /5000	
Plans cadastraux	Echelle	1 /5000	
	Etendue	Cinq sections format raster	
	Echelle	1 /5000	
	Etendue	25 Sections format vecteur	
	Echelle	1 /50000	
	Etendue	Assemblage des plans de sections	

III.6. Scénario des prétraitements des données collectées

Un projet de cartographie du risque inondation, nécessite l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire ainsi que l'utilisation d'un maximum de données servant à définir les zones selon les degrés de risque aléa et dommages. Les prétraitements appliqués sur les données consistent à faciliter leur intégration par la suite dans le processus d'analyse SIG afin de produire les cartes thématiques nécessaires à la détermination du risque. Sur le plan technique, ils permettent d'extraire les cartes relatives aux principaux paramètres caractérisant le bassin versant tels que :

- **La topographie**

Qui est un paramètre très influent dans l'hydrologie, en particulier sur le temps que mettent des gouttes d'eau non évaporées et non infiltrées dans le sol, de descendre du sommet du bassin versant jusqu'à l'exutoire appelé (temps de concentration). Quand ce temps de concentration est atteint, ceci signifie que toutes les régions du bassin versant participent au débit. Plus la topographie est accentuée, moins le temps de concentration est long.

La pente est également une caractéristique intéressante, voire très importante car elle renseigne, graphiquement, sur la topographie du bassin. De plus, elle influence le débit de pointe lors d'une averse.

- **La couverture végétale**

L'activité végétative et le type de sol sont intimement liés, et leurs actions combinées influencent singulièrement l'écoulement en surface. Le couvert végétal retient, selon sa densité, sa nature et l'importance de la précipitation, une proportion variable de l'eau météorique.

La forêt, par exemple, en interceptant une partie de l'averse par sa frondaison, régularise le débit des cours d'eau et amortit les crues de faible et moyenne amplitudes. A l'inverse, le sol nu, de faible capacité de rétention favorise un ruissellement très rapide. L'érosion de la terre va généralement de pair avec l'absence de couverture végétale.

- **La Nature du Sol**

La nature du sol intervient dans la rapidité de montée des crues et sur leur volume. En effet, le taux d'infiltration, la capacité de rétention, les pertes initiales, le coefficient de ruissellement sont des fonctions du type de Sol et de son épaisseur.

- **La Géologie**

La connaissance de la géologie d'un bassin versant s'avère importante et incontournable pour bien gérer les caractéristiques physiographiques. La géologie du substratum influe directement sur les ruissellements de surface et sur les écoulements souterrains, c'est la mécanique des fluides combinée à l'hydrochimie et à la perméabilité des terrains traversés.

III.6.1. Documentation cadastrale graphique

Trente (30) sections rurales et urbaines ont été récupérées auprès de la Direction du Cadastre de la Wilaya d'Ain Témouchent sous support numérique ainsi que leur base de données GIC couvrant la totalité de la commune de Tamazoura.

Les sections telles qu'elles étaient récupérées, sont enregistrées sous format Raster *.tif, nous avons procédé d'abord au géoréférencement en respectant la norme de précision de position, puis la vectorisation des objets constituant les couches thématiques selon la base de données conçue. La couche des îlots de propriétés contient 729 polygones.

Le mode topologique est activé avant de commencer la cartographie numérique, il est indispensable notamment quand il s'agit des limites cadastrales qui sont des limites juridiques.

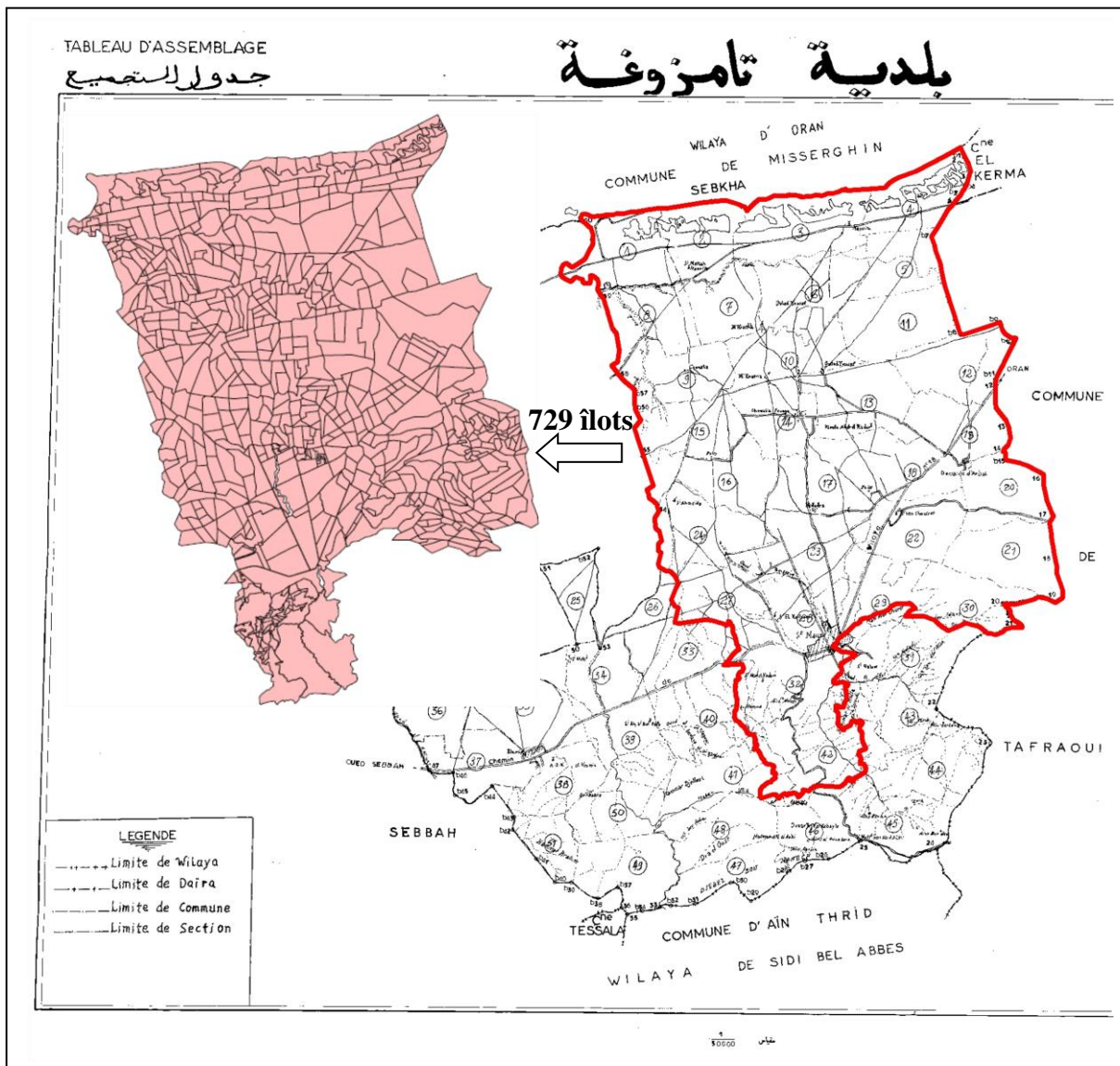


Figure III.5. Assemblage des plans de sections cadastrales géoréférencés et îlots numérisés

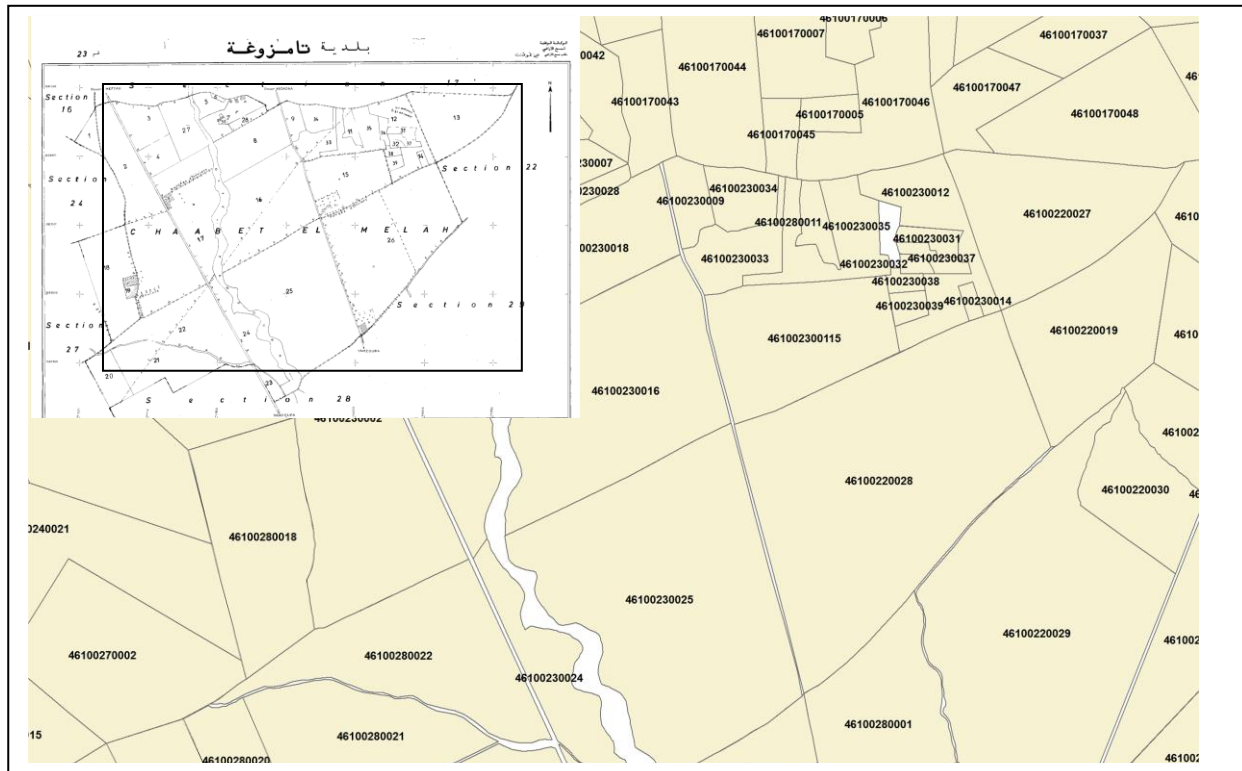


Figure III.6. Zoom sur les îlots restitués à partir des plans de sections

Numéro de section	Référence cadastrale	Nombre d'îlots
01	4610001	35
02	4610002	25
03	4610003	28
04	4610004	23
05	4610005	8
06	4610006	13
07	4610007	18
08	4610008	40
09	4610009	35
10	4610010	40
11	4610011	8
12	4610012	2
13	4610013	8
14	4610014	21
15	4610015	14
16	4610016	25
17	4610017	47
18	4610018	17
19	4610019	13
20	4610020	55
21	4610021	21
22	4610022	28
23	4610023	40
24	4610024	21
25	4610027	23
26	4610028	17
27	4610029	12
28	4610030	41
29	4610032	39
30	4610042	18

III.6.2. Base de données cadastrale : modélisation et contenu informatif

Le processus de la création de la base de données cadastrale comprend toutes les étapes de modélisation du MCD jusqu'au MPD, avec la prise en compte des règles techniques de conception (contrôle de la redondance, cohérence logique...).

Le principe de modélisation repose sur l'examen des fiches de terrains, de la matrice cadastrale et de l'état de section. Le tableau suivant constitue un tableau récapitulatif des informations relatives à notre base de données :

Tableau III.6. Tableau récapitulatif de données cadastrales

Catégories	Entité	Attributs
Découpage administratif	wilaya	ID, nom, nombre de commune
	Commune	ID, nom, nombre de section, superficie
Divisions cadastrales	Section	ID, numéro, nombre d'ilot, superficie
	Ilot	ID, numéro, superficie, nombre de parcelle, nature juridique, droits et charges, mode d'appropriation
	Parcelle	ID, superficie, nature du sol, nature d'occupation du sol, mode d'utilisation, objets supportés
Personnes	Personne physique	Numéro de compte, nom et prénom du propriétaire, date et lieu de naissance, prénom du père, prénom du grand père, nom /prénom de la mère, adresse du domicile, situation de famille, nombre de personne à charge, profession
	Personne morale	Numéro de compte, raison sociale, date de constitution, nationalité, adresse du siège
	Indivisaires	ID, nom, prénom, lien de parenté
Voirie, réseaux divers	Tronçon de voie	ID tronçon, nom, numéro, sens, nature,
	Réseaux divers	ID, nature
Hydrographie	Cours d'eau	ID, nom
	Lacs ou autres	ID, nom, superficie

La base de données a été implémentée sous le logiciel Arc GIS 10.3, qui présente des avantages en ce qui concerne la création *des classes de relations en mode composite* ce qui facilite la tâche de mise à jour cadastrale d'ordre juridique.

III.6.3. Cartes géologique, lithologique et des eaux souterraines

Nous avons utilisé la carte hydrogéologique interprétative de la wilaya d'Oran à l'échelle 1/200000 qui a été réalisée sur la base des données disponibles à l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (carte topographique, géologique, étude géophysique, hydrogéologique et hydrochimiques et des données recueillies auprès d'institutions nationales : INCT, ORGM, ONM, ANBT).

L'utilisation de cette carte dans le cadre de notre travail est pour :

- Extraire l'information de la sensibilité des roches (carte géologique) à la perméabilité,
- Dérivée la carte lithologique avec identification des degrés de perméabilité,

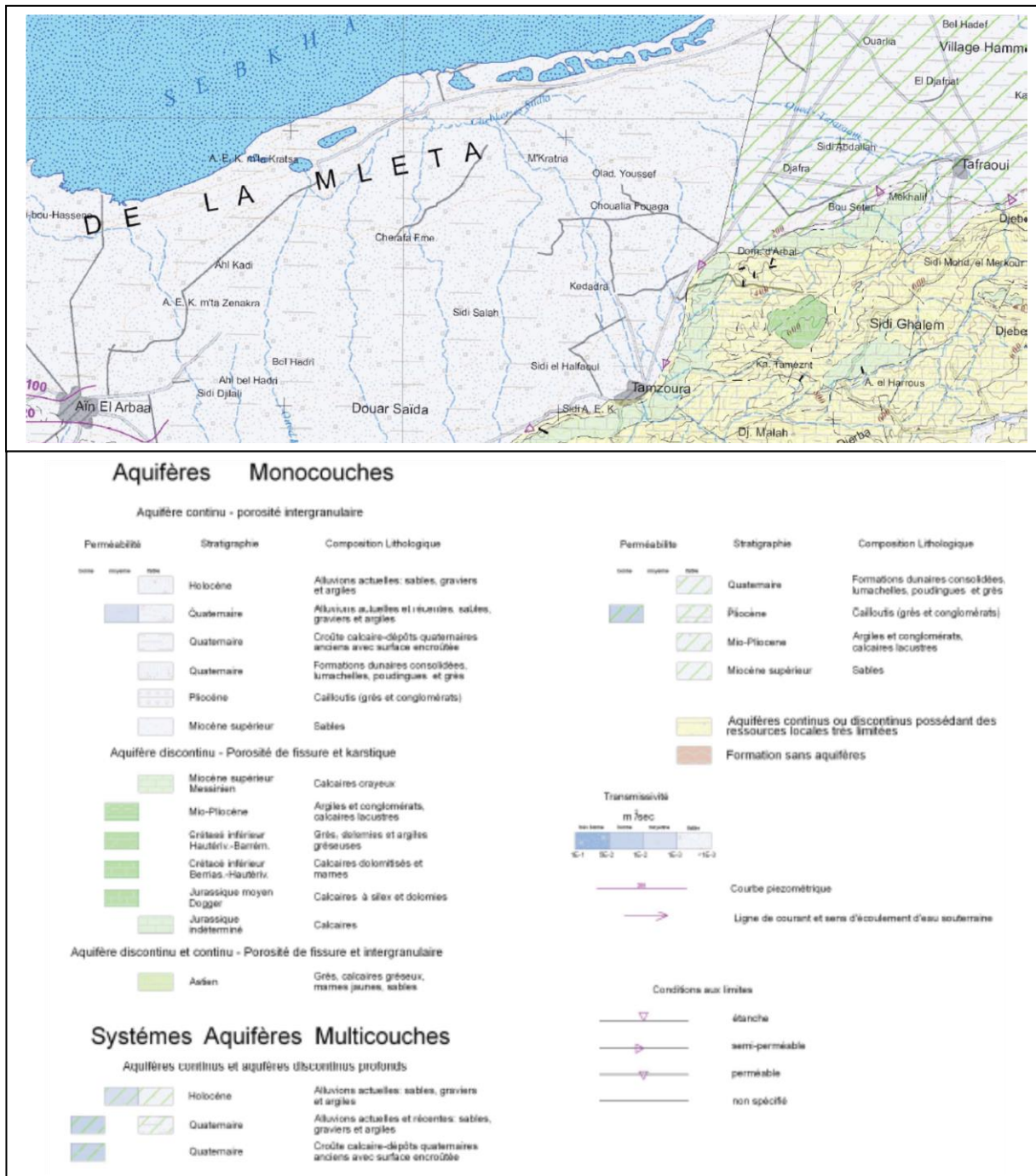


Figure III.7. Extrait de la carte hydrogéologique interprétative d'Oran [ANRH]

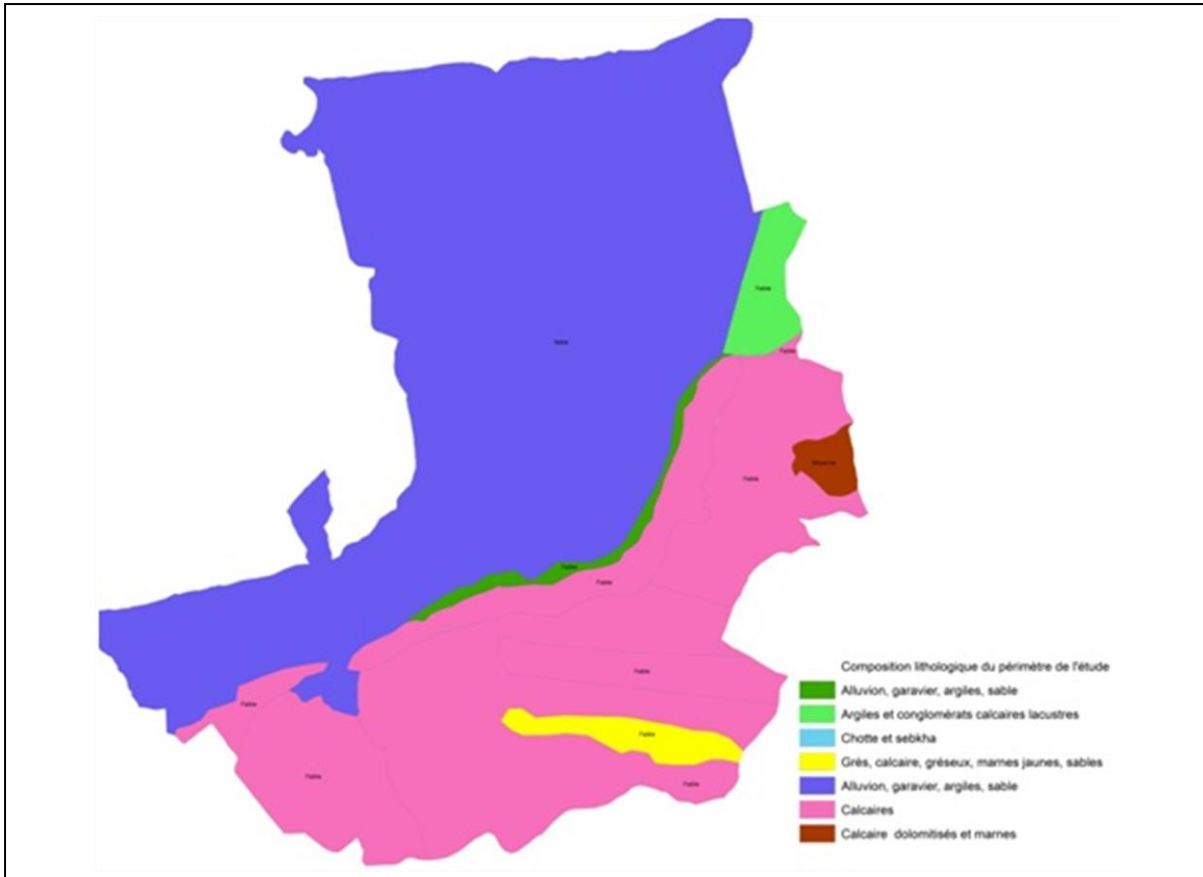


Figure III.8. Composition lithologique de la zone d'étude

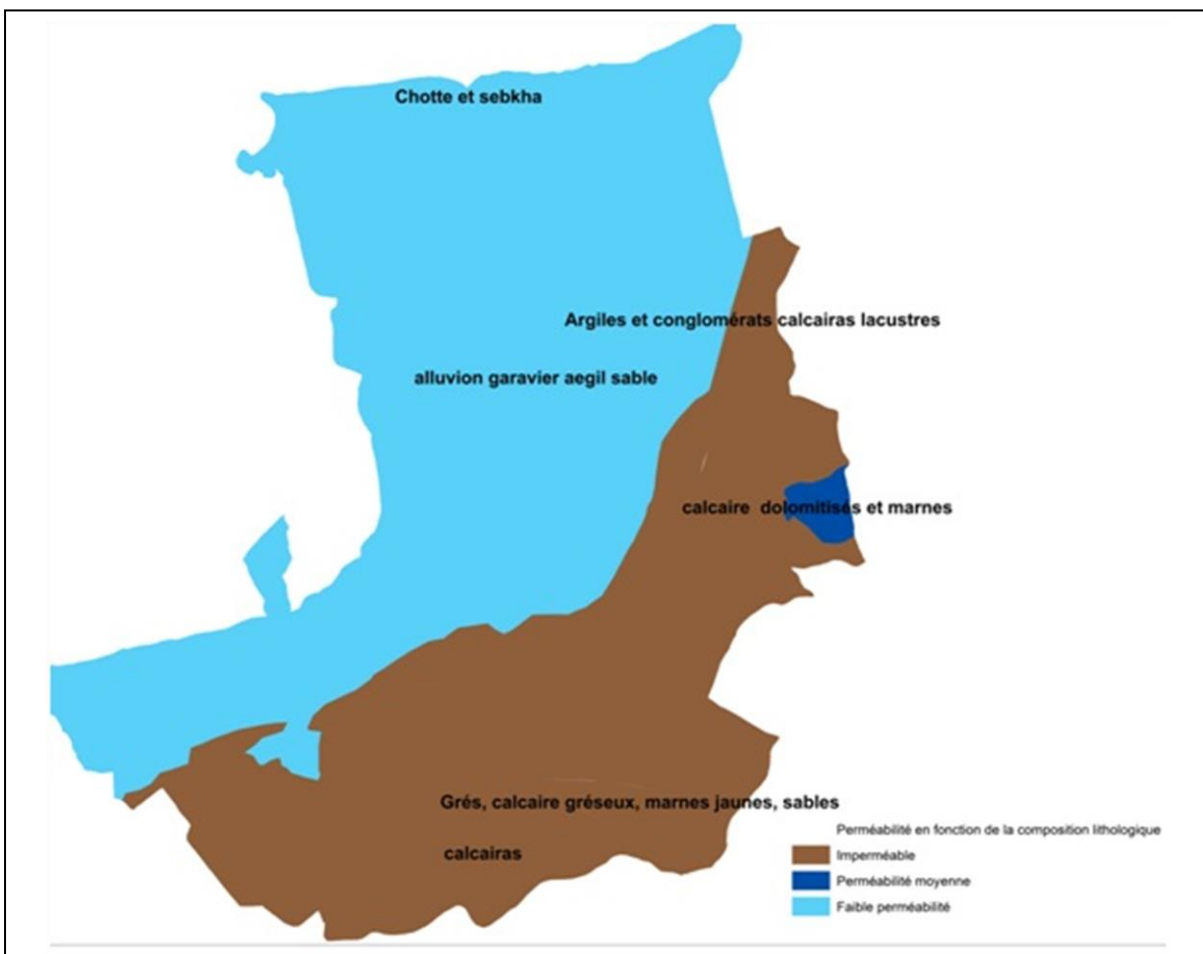


Figure III.9. Classes de perméabilité en fonction de la composition lithologique de la zone d'étude

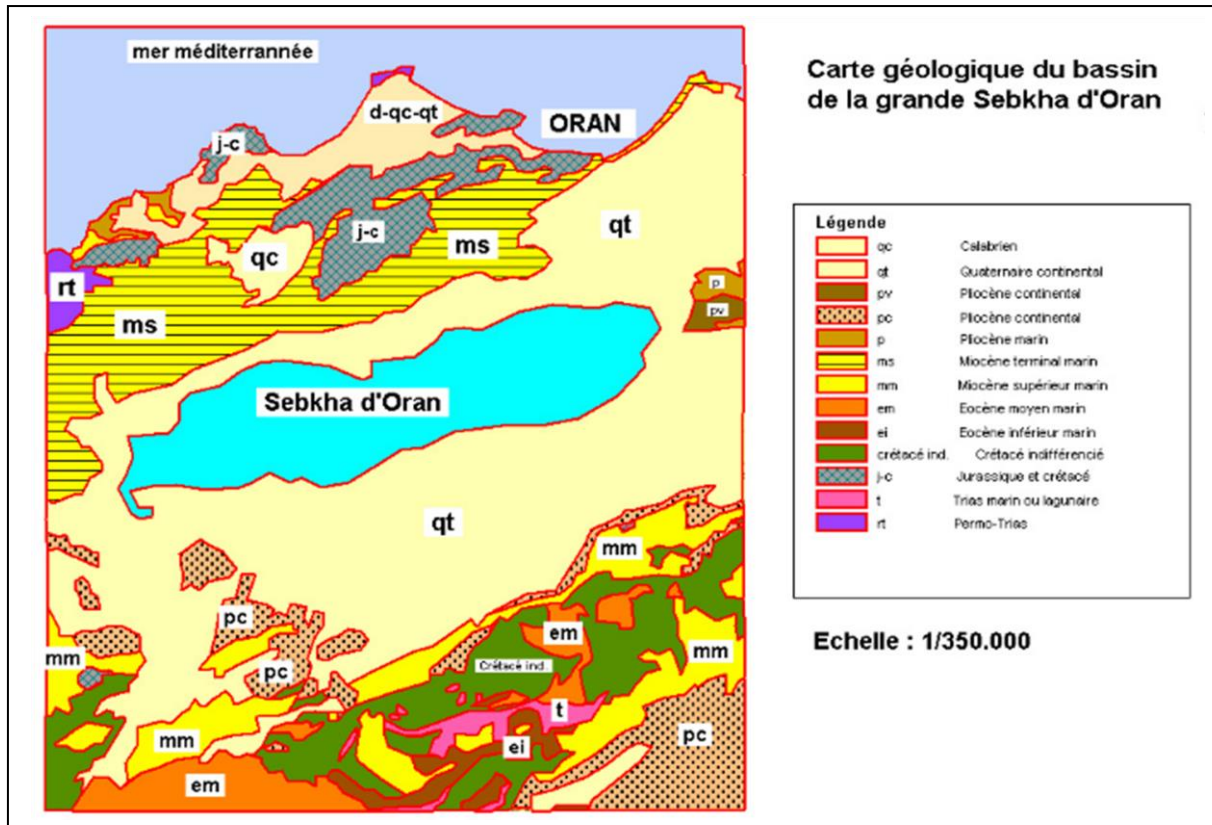


Figure III.10. Extrait de la carte géologique [Lakhdari, 2012]

La carte des eaux souterraines ramenée auprès de l'ANRH et réalisée de la même façon que la carte hydrogéologique interprétative, nous a permis d'avoir l'information sur la perméabilité en fonction des unités hydrogéologiques.

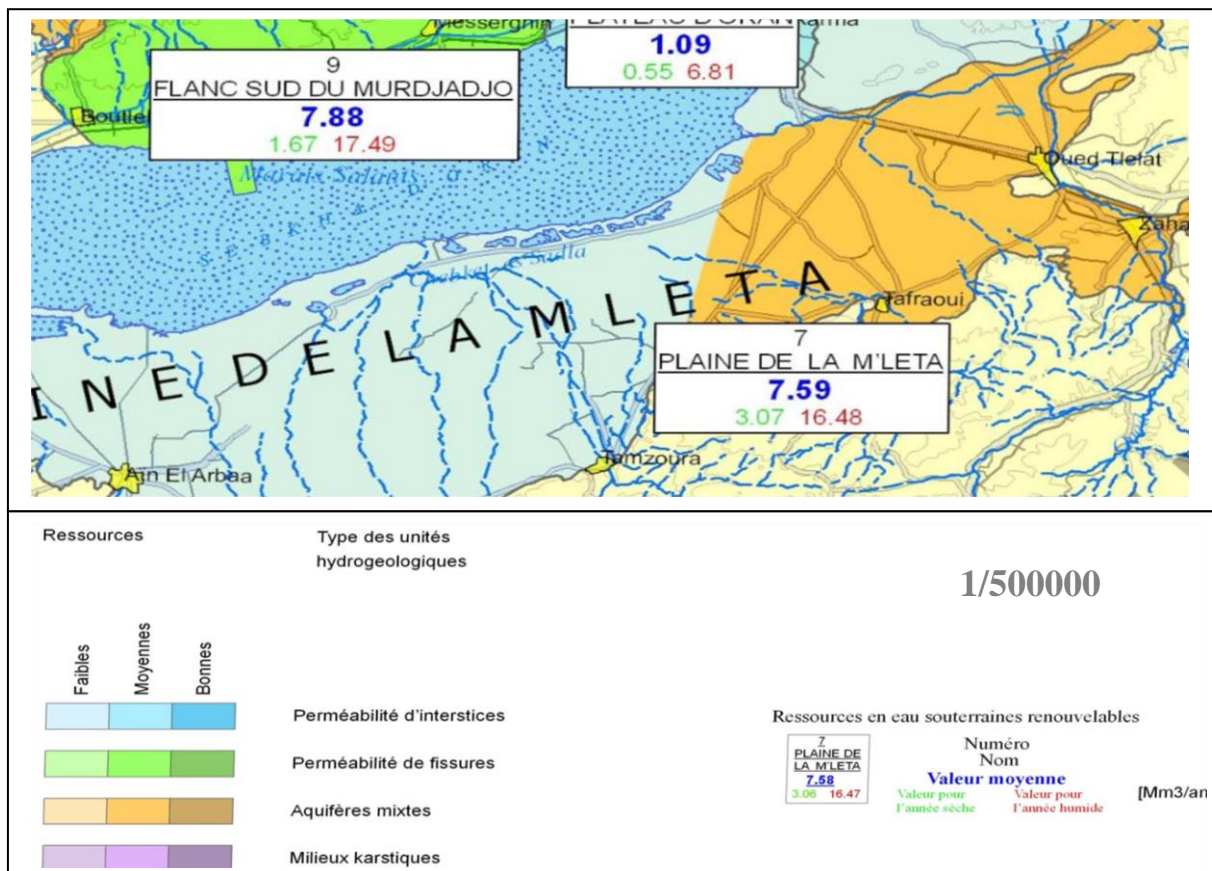
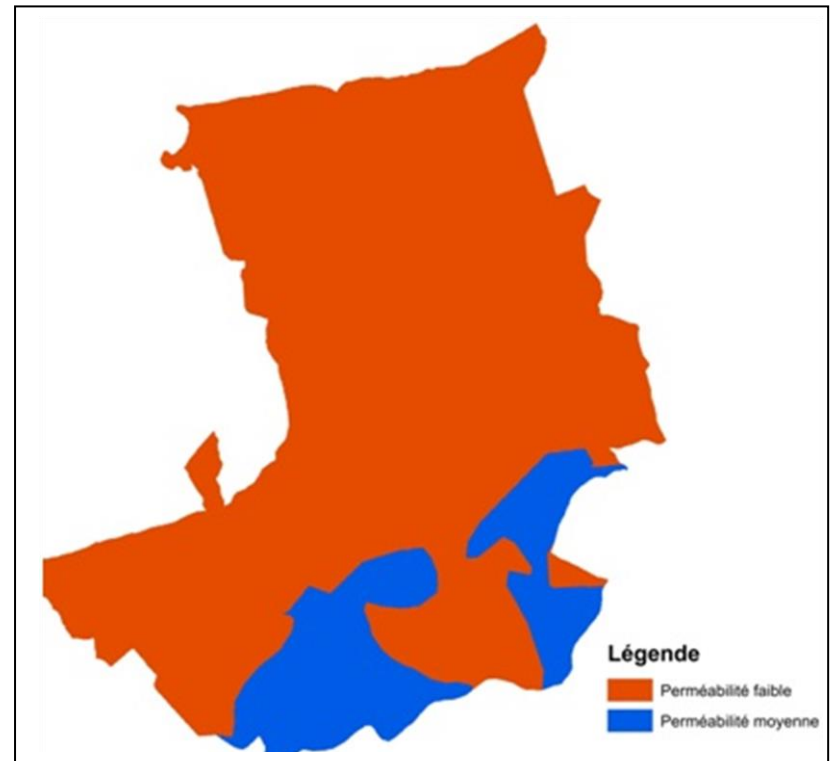
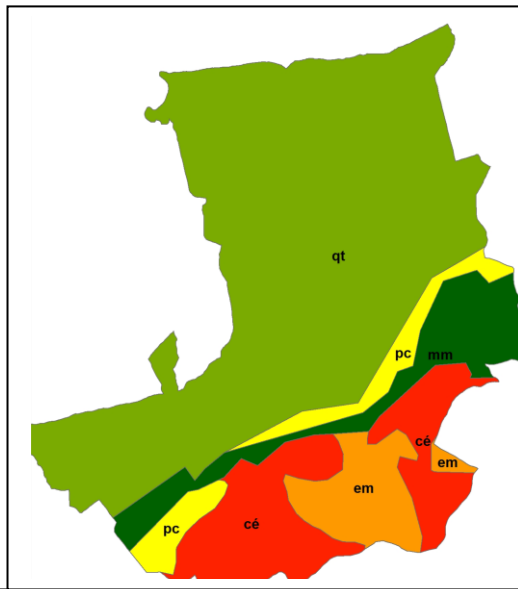


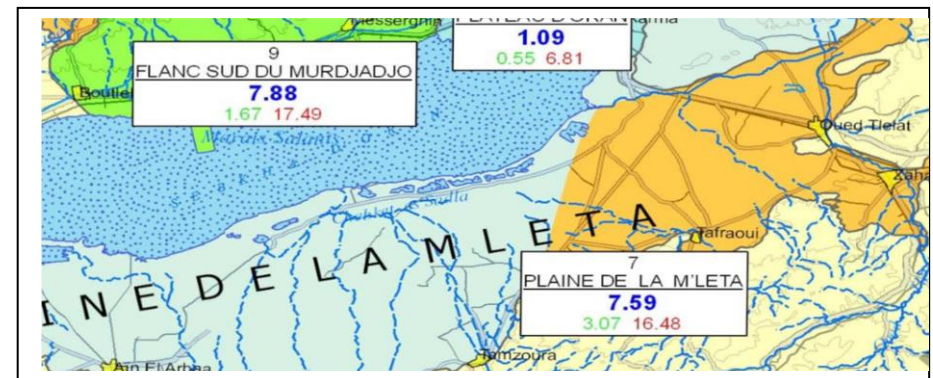
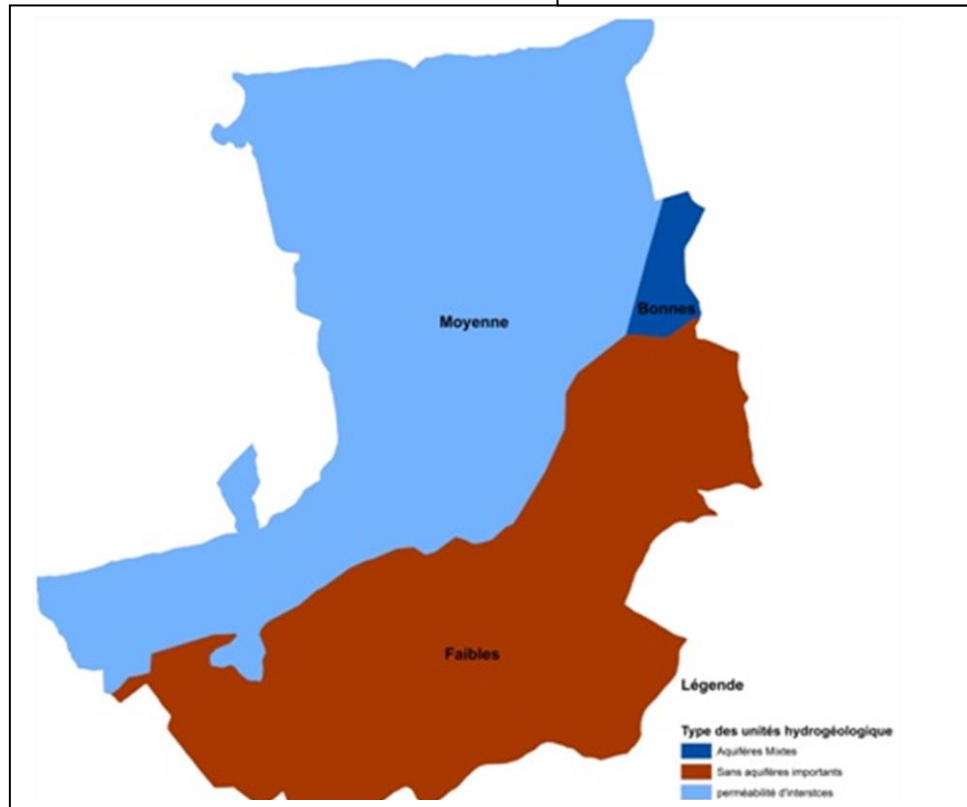
Figure III.11. Extrait de la carte des eaux souterraines

Figure III.12. Extraction de l'information sur la perméabilité à partir de la carte géologique et des eaux souterraines

Perméabilité des roches



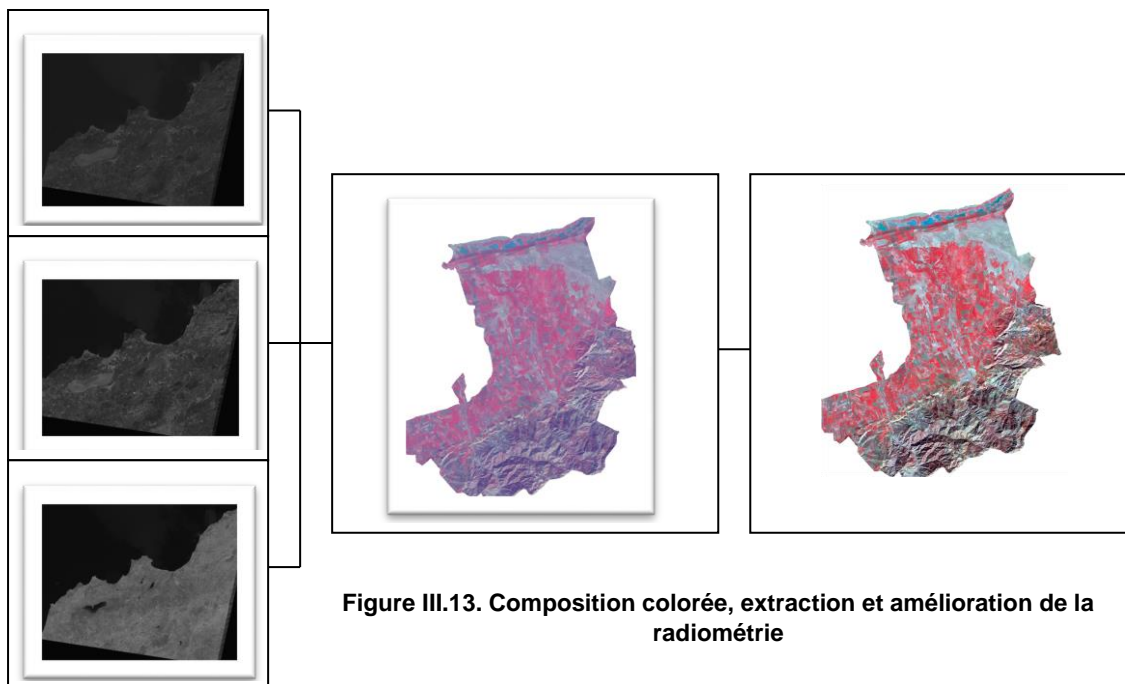
Perméabilité en fonction des unités hydrogéologiques



III.6.4. Prétraitements des données images

III.6.4.1. Réalisation de la carte d'occupation des sols

Pour ce type de données, l'amélioration de la radiométrie est toujours nécessaire, dont le but est le choix des sites d'entraînement lors de la classification supervisée. Le type de correction radiométrique est le stretch linéaire.



Après la correction radiométrique, nous avons procédé à la classification de l'image en appliquant l'algorithme de maximum de vraisemblance. La photo-interprétation, l'examen des signatures spectrales et de l'histogramme des échantillons, nous ont permis de définir cinq classes principales : sol nu, végétation éparse, végétation (culture), urbain et carrière.

L'organigramme résume les étapes suivies :

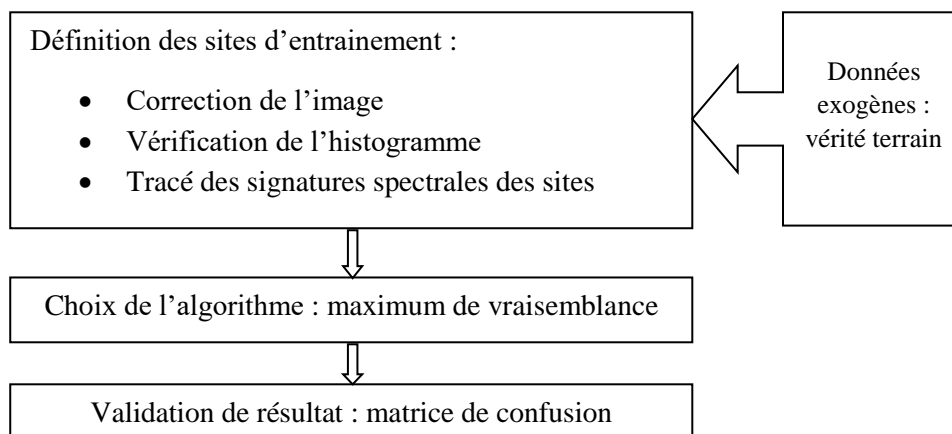


Figure III.14. Etapes de classification supervisée

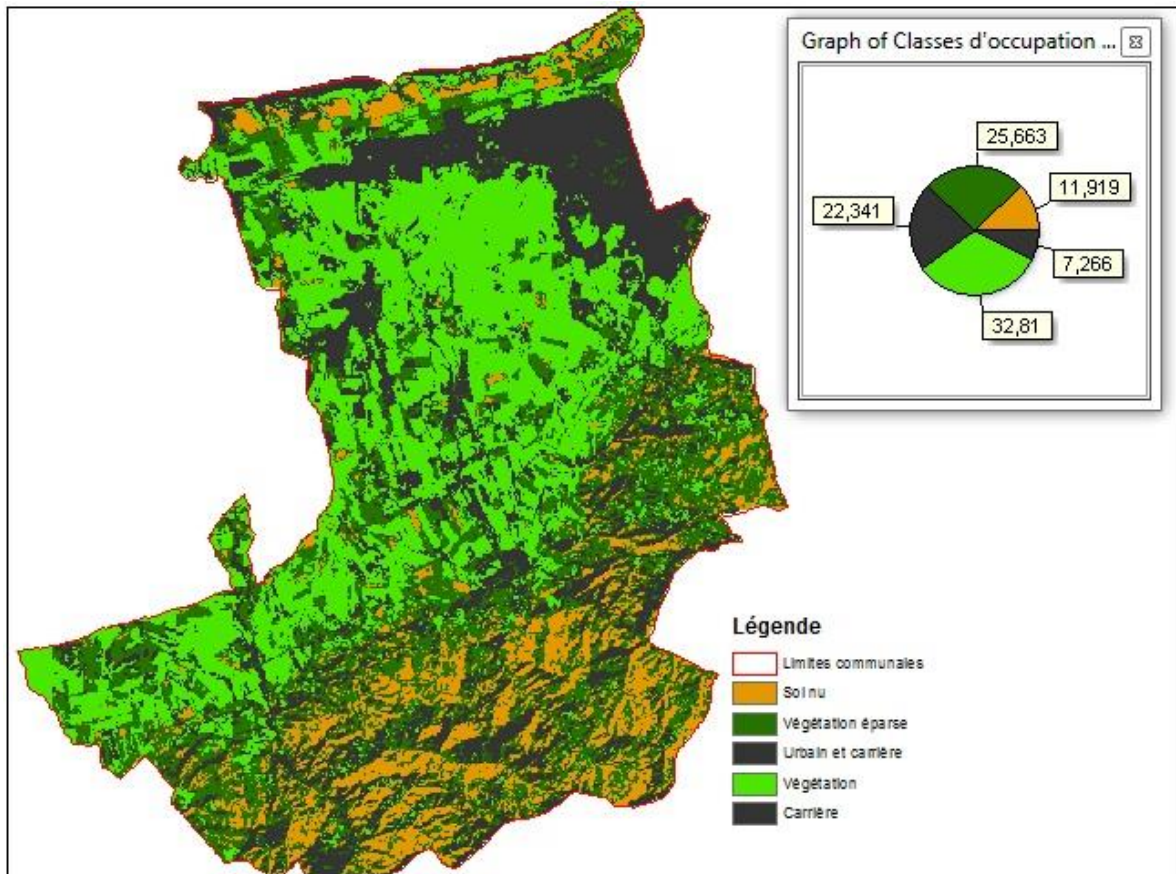


Figure III.15. Carte d'occupation des sols de la zone d'étude

III.6.4.2. Cartes d'indice de végétation et d'indice de brillance

En se basant sur le canal rouge et proche infrarouge de l'image TM, l'indice de végétation normalisé permet de cerner l'objet végétation et l'indice de brillance permet de caractériser les sols et les distinguer par rapport aux autres objets.

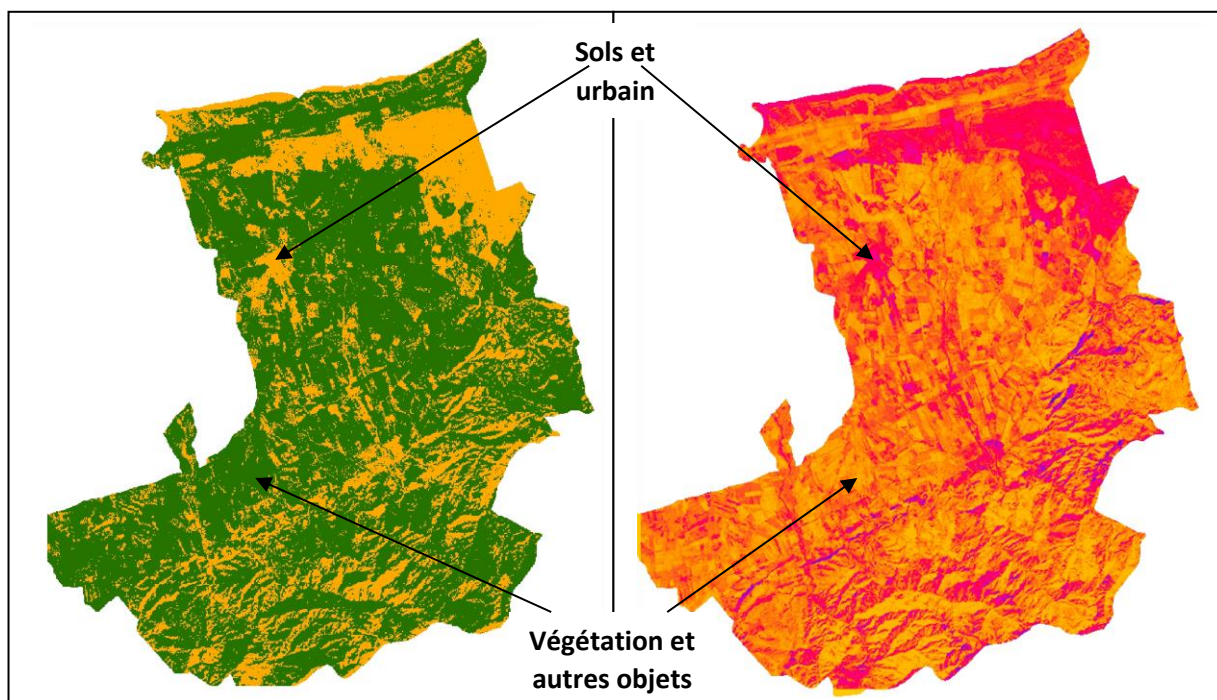


Figure III.16. NDVI et IB calculés en utilisant l'image TM

Le modèle numérique de terrain acquis est de type image radar SRTM 90m. En raison de l'absence des cartes topographiques ou autre sources d'informations altimétriques précises, nous avons utilisé ce produit (SRTM) malgré sa résolution grossière de 90 m qui limite sa précision, en plus, les inondations fonctionnent à une échelle moyenne (échelle des bassins versants).

La carte des pentes est une couche essentielle dans les études des risques inondation, du fait qu'elle définit la topographie de terrain, ce qui permet de calculer certains paramètres essentiels pour l'analyse hydrologique tel que la profondeur de submersion.

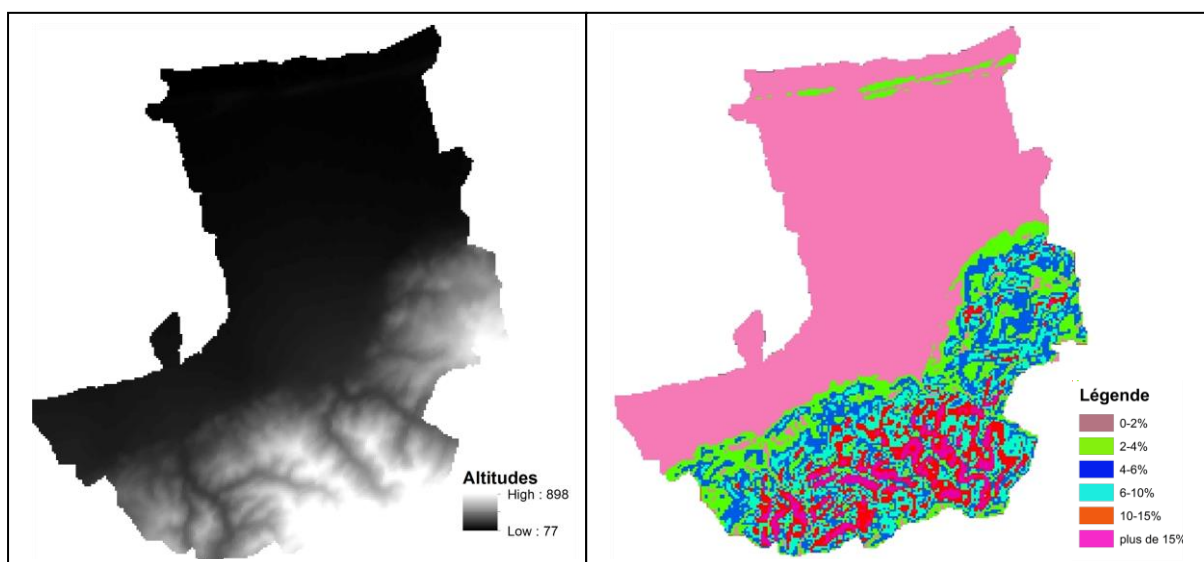


Figure III.17. Modèle numérique de terrain et la carte des pentes dérivée

La grille d'altitude MNT nous a permis aussi de délimiter les bassins versant rentrant dans le périmètre de la commune de Tamazoura.

Le produit résultant est utilisé pour des applications multiples, dans notre cas nous l'avons utilisé pour identifier le bassin faisant l'objet du risque inondation ainsi que pour l'intégration spatiale des valeurs (degrés de risque).

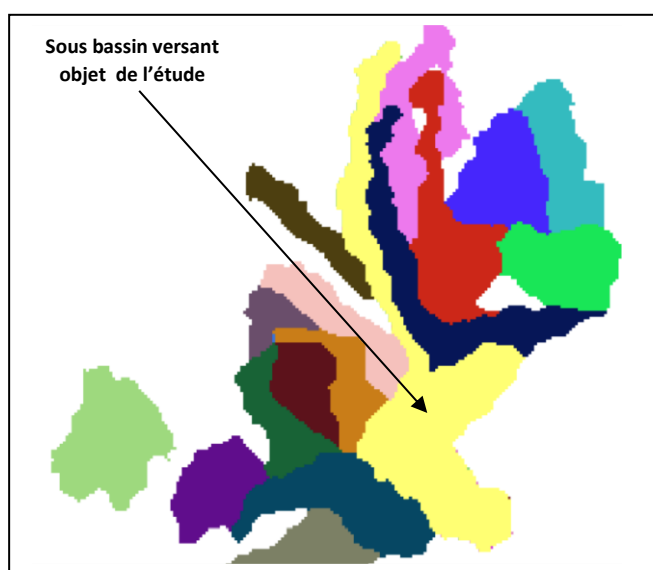


Figure III.18. Bassins versants délimités à partir du MNT

D'après la carte du réseau hydroclimatologique et de la surveillance de la qualité des eaux (figure III.19), il s'agit du sous bassin N°04 du bassin versant N°04 portant le nom BV côtiers oranais.

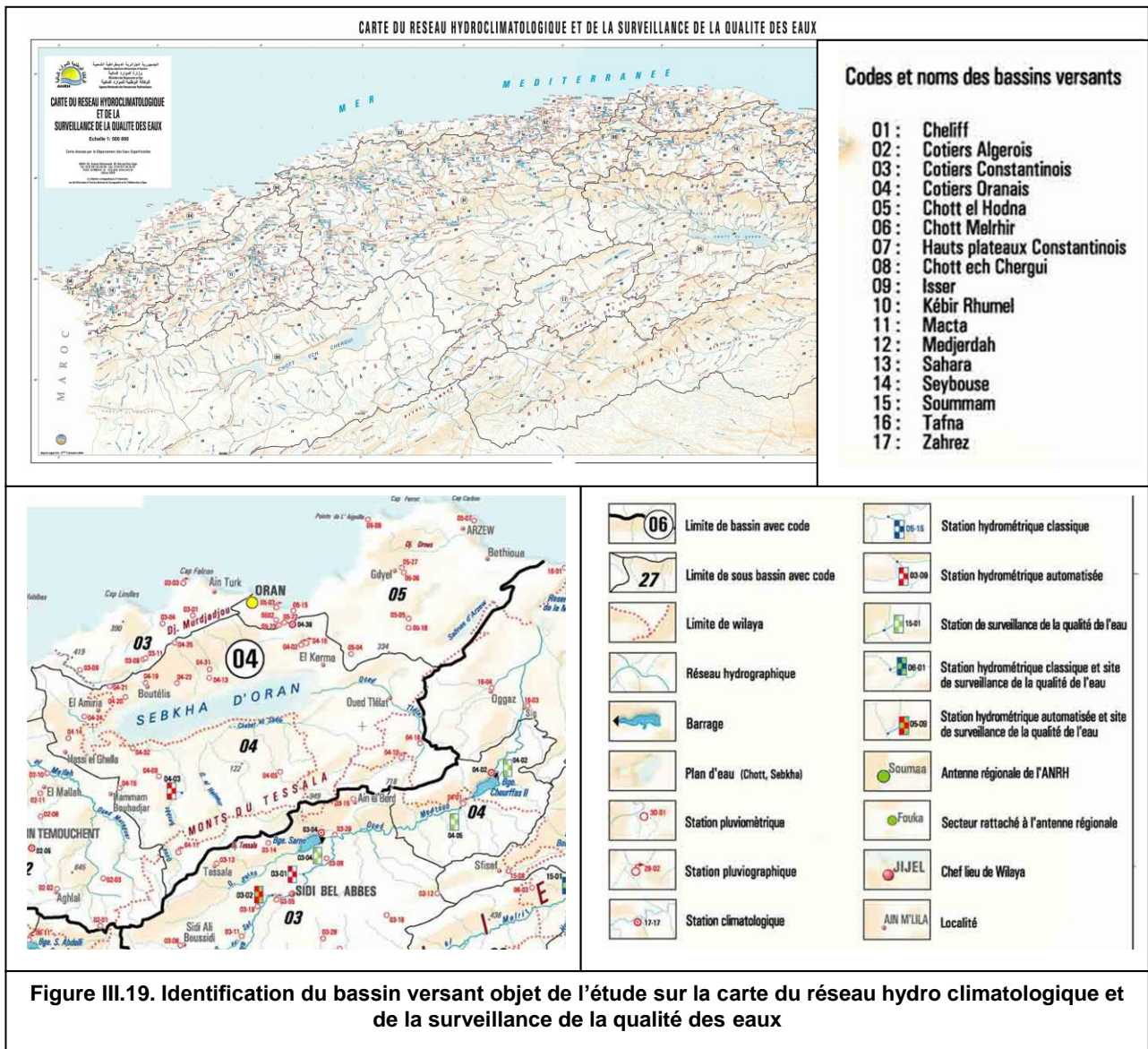


Figure III.19. Identification du bassin versant objet de l'étude sur la carte du réseau hydro climatologique et de la surveillance de la qualité des eaux

III.6.5. Les données météorologiques

Grace aux informations ramenées auprès de la Direction Régionale de Météorologie d'Oran et de l'ANRH, nous avons effectué une interpolation des mesures de pluviométrie à partir de sept stations de : Oran-port, Oran-sénia, Oran-Taфраoui, Mascara-Ghriss, Mascara-Matmour, Tlemcen-Zenata et Sidi Belabbes.

L'interpolation effectuée est de type Inverse de la Distance Pondérée (IDW). Elle est basée sur le principe suivant : les points proches tendent à être similaires, ainsi les points éloignés auront un poids moindre dans les calculs.

L'extraction à partir de la carte globale, montre qu'il y a une classe de pluviométrie dominante pour la zone d'étude, qui correspond à une précipitation moyenne allant de 292 mm à 425 mm/an.

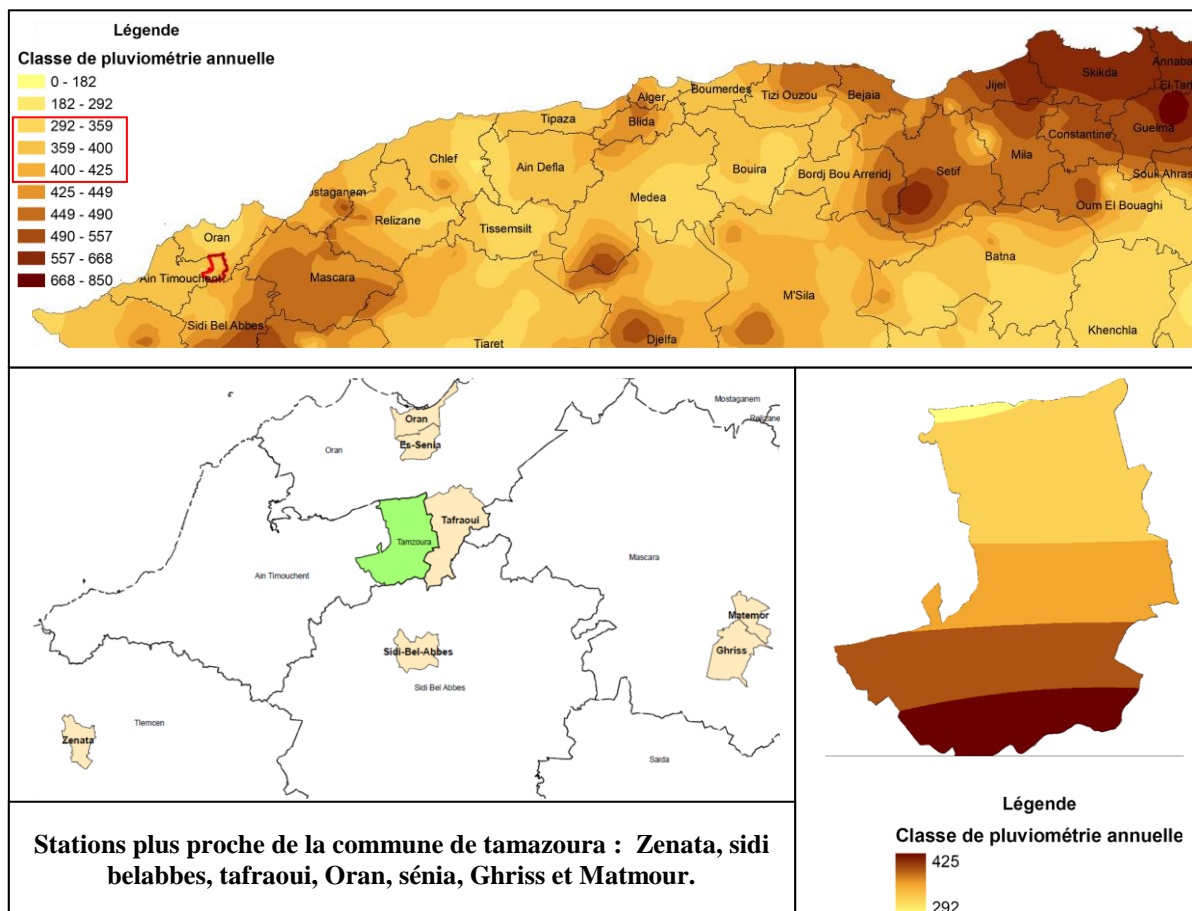


Figure III.20. Carte de la pluviométrie à l'échelle de la wilaya et extraction à l'échelle du groupement

III.7. Approche méthodologique de la cartographie du risque inondation

Le point de départ, de l'approche développée dans le cadre de ce travail, est de suivre et respecter le processus théorique de la cartographie des risques d'une manière générale en passant par deux phases principales :

- Détermination de l'aléa risque inondation,
- Cartographie de l'aléa,

Le but de suivre cette démarche cartographique n'est pas de démontrer la fiabilité ou la précision des résultats issus de chaque phase, car les études en ce sens sont très nombreuses et datent presque depuis l'apparition des SIG et des techniques de cartographie décisionnelle.

La particularité réside alors dans l'intégration des données à grande échelle issues de la base de données cadastrale dans ce processus afin de voir d'une part l'amélioration de la qualité des produits résultants et d'estimer le rôle de ces informations dans l'analyse du comportement hydrologique des bassins versants.

III.7.1. Détermination de l'Aléa inondation : volet degré de risque

Cette phase consiste principalement à faire une analyse hydrologique du bassin versant faisant l'objet des inondations à Tamazoura. En plus des informations extraites sur l'étendue, la forme et la superficie du bassin, d'autres données ont été utilisées telles que la carte des pentes et le fichier de la série temporelle des précipitations enregistrées.

Le tableau III.7 et le schéma (figure III.21), éclairent le déroulement pratique de cette phase, les calculs sont effectués en appliquant les formules définies dans le chapitre II.

Tableau III.7. Principales étapes de détermination du degré de risque aléa inondation

06	Récurrence	Submersion
05	Période de retour des débits QT	Profondeur de submersion
04	Analyse données historiques/débits calculés	Paramètres: surface, forme, pente
03	Calcul des débits	Identification du bassin d'inondation
02	Analyse des données pluviométrique	Délimitation des bassins versants
01	Collecte des données historiques	Amélioration de la qualité du MNT

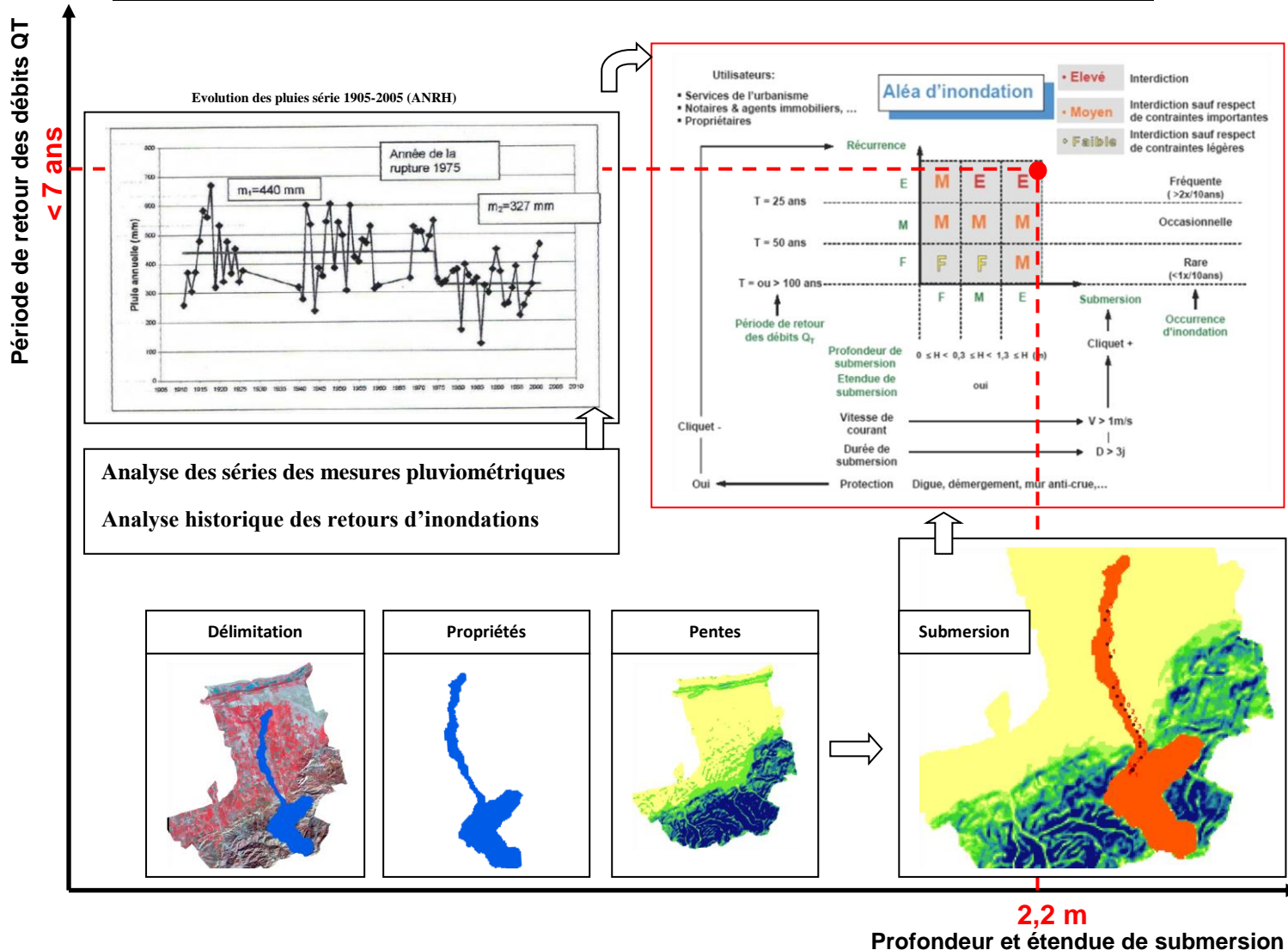


Figure III.21. Schéma de détermination du degré de risque inondation à Tamazoura

Après calculs, le degré de risque aléa inondation déterminé correspond à la classe **‘risque élevé’**, ce qui confirme pratiquement les dégâts enregistrés à Ain Témouchent généralement et à Tamazoura particulièrement tel qu’il a été indiqué dans le journal de la Liberté dans l’article publié le 04 octobre 2008 :

Un mort et plusieurs habitations inondées

AIN TEMOUCHENT

M Laradj

Publié dans Liberté le 04 - 10 - 2008

Les pluies torrentielles qui se sont abattues sur la région de Aïn Témouchent ont causé des dégâts importants au niveau de certaines habitations où l'on a enregistré des inondations, notamment au niveau de la localité de Tamzoura.

Les locataires des 17 logements OPGI situés au rez-de-chaussée ainsi que d'autres vieilles habitations de la cité du 1er-Novembre, ont fait l'objet de débordements de grandes quantités d'eau. Il aura fallu, selon le P/APC, l'intervention de gros moyens humains et matériels de l'APC ainsi qu'à un élan de solidarité des riverains pour venir à bout de ces inondations.

Des opérations de sauvetage de plusieurs personnes et véhicules prises par le déferlement des eaux ont été menées au niveau des confluent des oueds. C'est ainsi que la circulation routière a été perturbée, voire même bloquée temporairement dans certains endroits de la région. Les crues qui ont quitté le lit des oueds ont provoqué des inondations au niveau de ces chemins.

Surpris par des trombes d'eau sur le chemin menant vers Aïn-El-Arba, un semi-remorque a dérapé avant de percuté un eucalyptus. Plusieurs automobilistes ont dû rebrousser chemin pour emprunter d'autres voies plus sûres dont celle de Hassi-El-Ghella.

Par ailleurs, au niveau de la RN 2 dédoublée reliant Aïn-Témouchent à Oran, un grave accident s'est produit juste à l'entrée de la localité de Hassi-El-Ghella et qui a coûté la vie au conducteur.

M. Laradj

Pendant cette première phase, les informations extraites de la base de données cadastrale sont les limites de l'oued qui ont servi à la délimitation du lit majeur.

La détermination du degré de risque aléa n'est pas suffisante pour lutter contre les inondations, **il faut passer alors, à la cartographie**. Dans les paragraphes suivants, nous présentons les démarches suivies et les résultats obtenus.

III.7.2. Détermination de l'Aléa inondation : volet intégration

Nous avons procédé à la cartographie des facteurs aggravant l'aléa par processus d'analyse multi-critères dont la méthode choisie est celle AHP. L'AMC compare des scénarios d'actions ou des variantes en fonction de problématiques générales (dans notre cas l'inondation).

Le principe repose sur la pondération hiérarchique par attribution des préférences aux différentes cartes comparées paire par paire en premier lieu (niveau des macro-critères), puis aux classes qui composent ces cartes (niveau des alternatives).

La méthode AHP permet ainsi de résoudre un grand nombre de problèmes décisionnels de façon quantitative en élaborant un modèle d'aide à la décision, représenté sous la forme d'une hiérarchie.

Le principe de la méthode consiste à :

- Étape 1 : Décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique.
- Étape 2 : Effectuer les combinaisons binaires.
- Étape 3 : Déterminer les priorités.
- Étape 4 : Synthétiser les priorités.
- Étape 5 : Cohérence des jugements.

Afin d'évaluer le rôle de la base de données cadastrale, la carte risque aléa a été conçue par la solution internationalement reconnue (faisant objet des articles publiés) utilisant des données à l'échelle du bassin versant, qu'on va appeler dans les paragraphes suivants solution 'universelle', puis par la solution intégrant les données cadastrales qu'on va appeler solution 'PFE'.

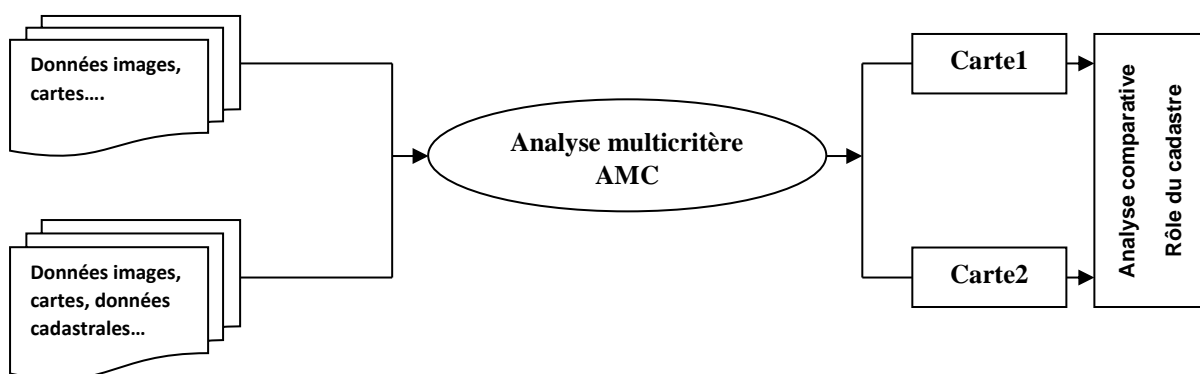


Figure III.22. Organigramme des solutions de cartographie du risque aléa inondation

Le tableau ci-dessous résume les données à fusionner, formant les critères définissant le risque aléa inondation à l'échelle de la commune de Tamazoura.

Tableau III.8. Typologie des données intégrées dans le processus AMC pour la cartographie de l'aléa

		Cartes intégrées dans le processus AMC					
		Occupation des sols	Indice NDVI	Indice de brillance IB	Pentes	Géologie	Lithologie
Sources des données	Solution universelle	Image Landsat TM		MNT SRTM	Cartes ANRH		
	Solution PFE	Base de données cadastrales		MNT SRTM	Cartes ANRH	BD cadastrales	Cartes ANRH

III.7.2.1. Détermination de l'Aléa inondation : solution universelle

Les cartes produites par traitements des données images à résolution moyenne telles que les images Landsat TM, sont pratiquement à l'échelle 1/50000, une échelle généralement acceptable pour représenter le phénomène inondation qui fonctionne à l'échelle du bassin versant.

Néanmoins le taux d'incertitude de l'information varie d'un produit dérivé à un autre. Dans le cas de notre travail et pour pallier ce problème, nous avons intégré les trois cartes : occupation des sols, NDVI et IB dans le processus de fusion AMC afin de profiter de l'information complémentaire notamment sur les classes végétation et sols.

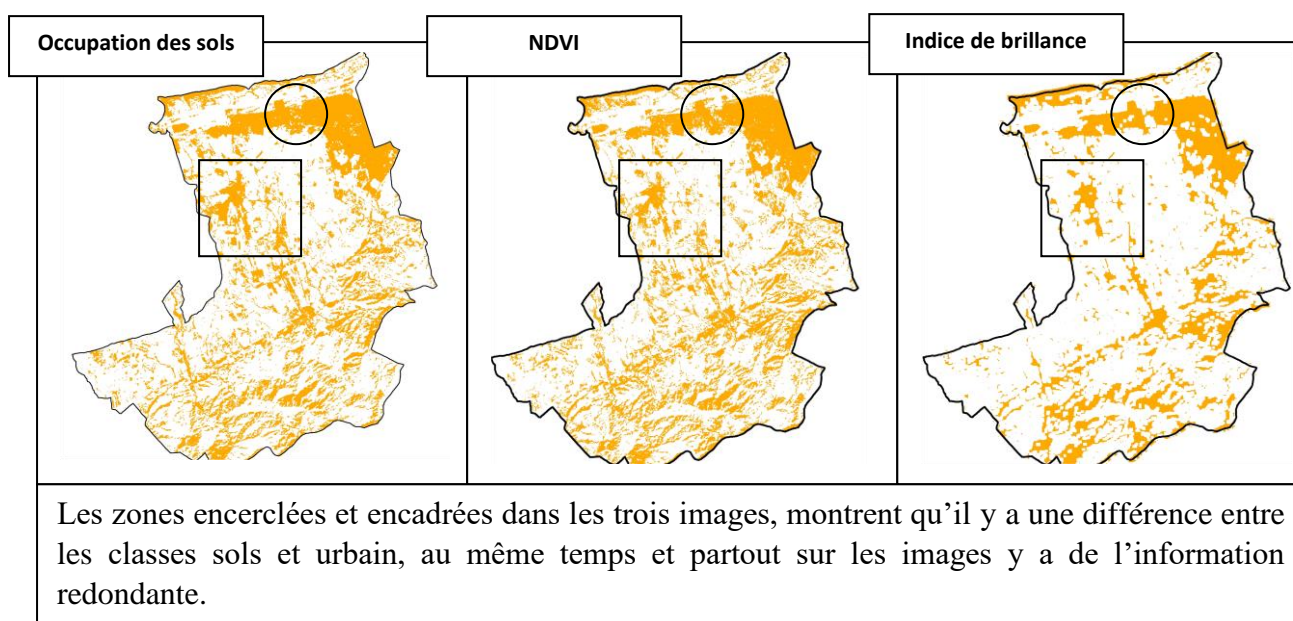


Figure III.23. Extraction de l'information sur le sol à partir des produits dérivés de l'image TM

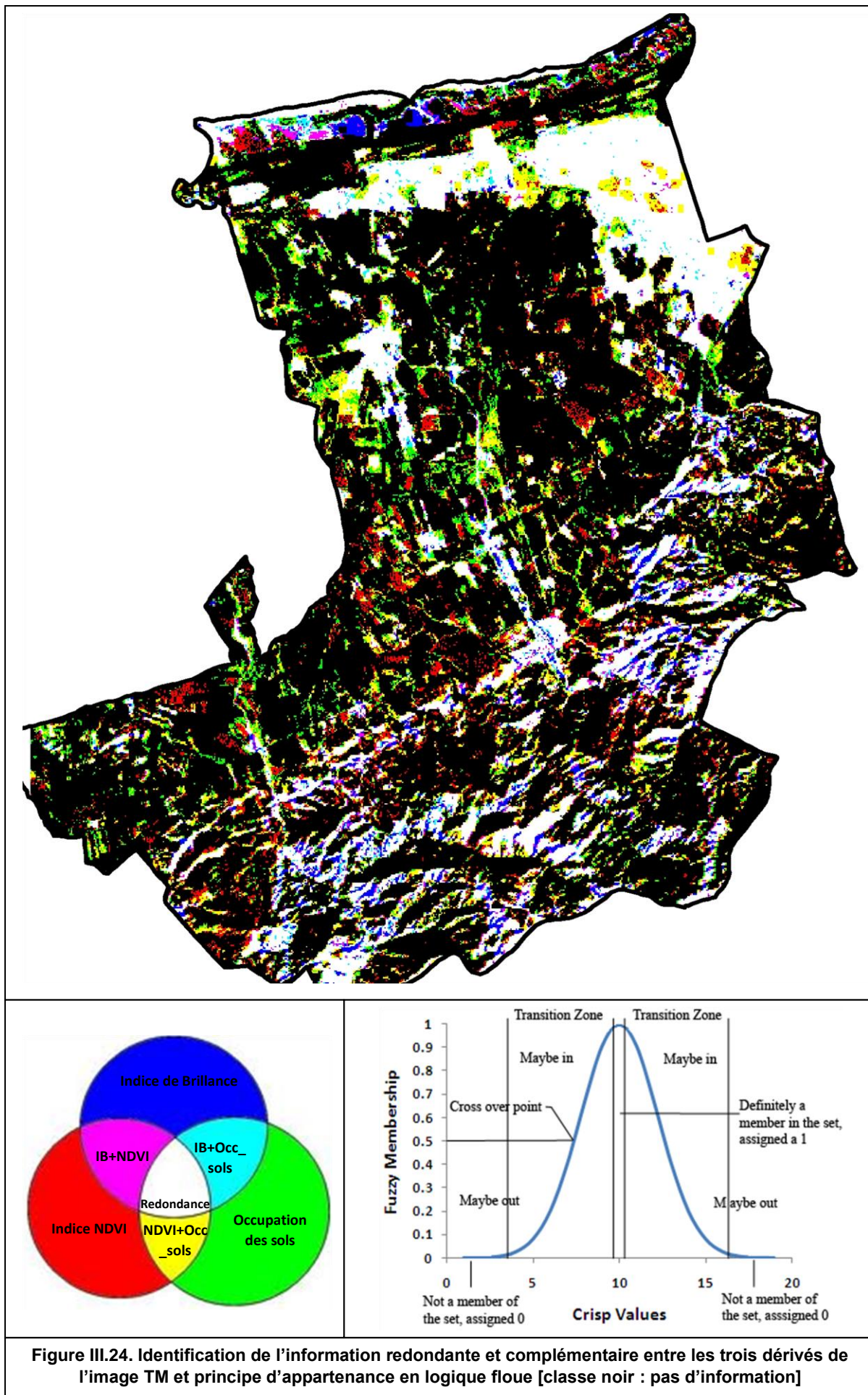


Figure III.24. Identification de l'information redondante et complémentaire entre les trois dérivés de l'image TM et principe d'appartenance en logique floue [classe noir : pas d'information]

Le résultat de la fusion de l'ensemble des critères de la solution universelle fait apparaître quatre classes de risque aléa inondation : risque faible, risque moyen, risque important et risque élevé, dont les deux premières classes sont les plus dominantes. Les risques important et élevé se répartissent partout et touchent principalement des zones de faibles pentes et perméabilité aussi.

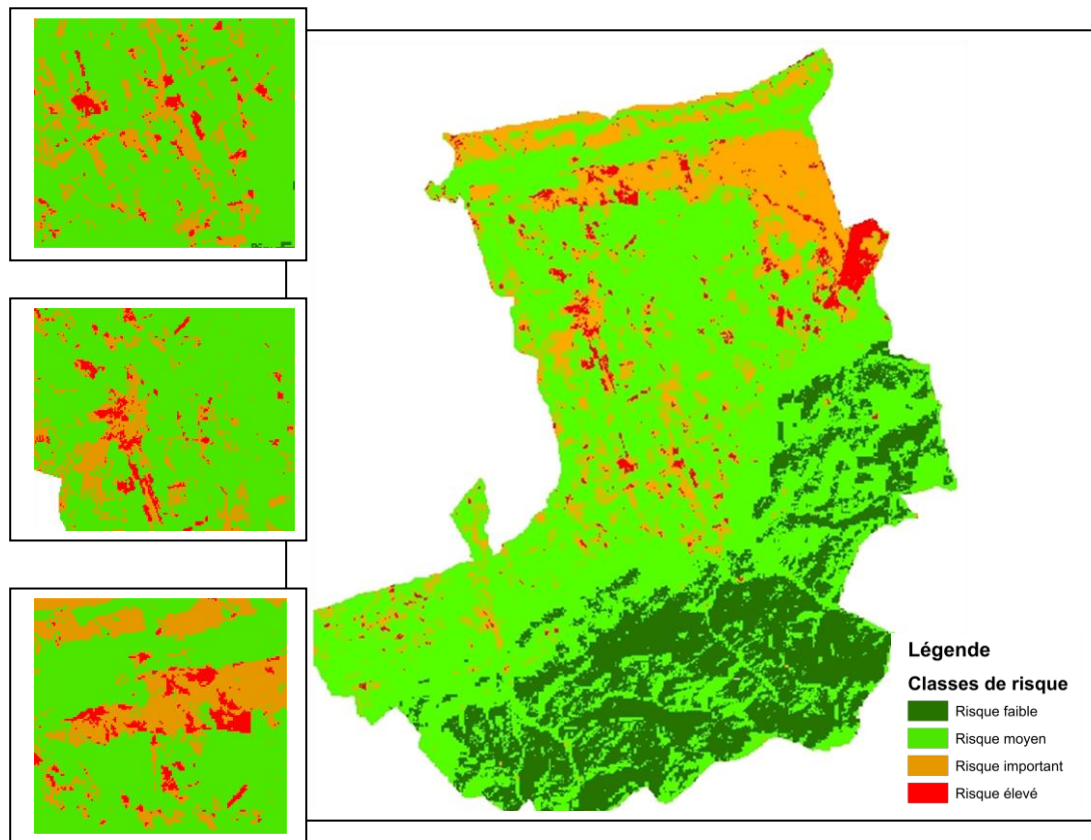


Figure III.25. Carte de risque aléa inondation obtenue par application de la solution universelle

III.7.2.2. Détermination de l'Aléa inondation : solution PFE

Nous avons appliqué le même processus de fusion AMC mais cette fois en remplaçant les trois cartes dérivées de l'imagerie TM par la carte d'occupation des sols extraite par interrogation de la base de données cadastrale, et la carte lithologique par la carte de la nature des sols.

Les deux types d'informations sont enregistrées sur terrain lors de l'exécution des opérations de l'enquête foncière et de délimitation des îlots de propriétés dans les fiches terrain modèle : fiche d'îlot de propriété et de lot de copropriété (voir annexe 02).

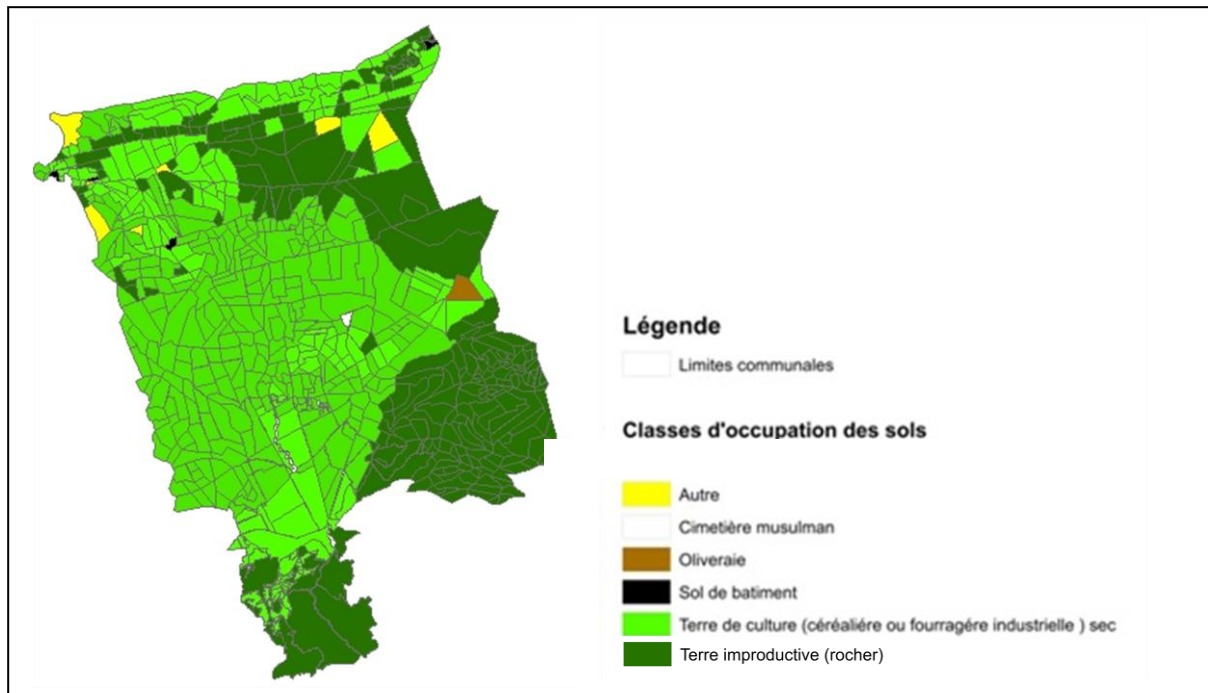
En plus de ces deux informations très importantes, les délimitateurs doivent rajouter l'information sur les modes d'utilisation et les objets supportés. Sur le plan d'échelle, la différence entre les deux solutions qu'on a appliqué, est très large, il s'agit d'un passage des traitements des données à l'échelle du bassin versant 1/50000 et 1/200000 vers des données 1/5000.

Les cartes extraites à partir de la base de données cadastrales et leurs contenus informatifs sont présentées dans les figures ci-dessous.

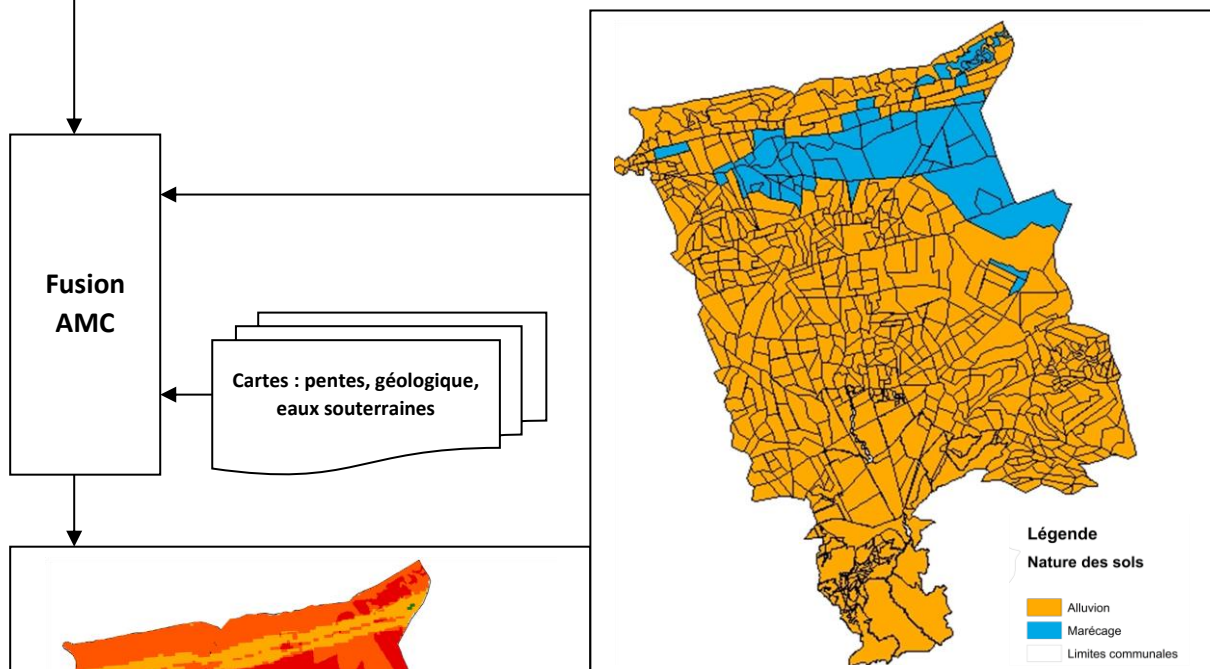
TABLEAU GENERAL DES CODIFICATIONS			
NATURE JURIDIQUE			
BIEN WAKF PRIVE	01	DOMAINE PUBLIC DE LA WILAYA	08
BIEN WAKF PUBLIC	02	DOMAINE PRIVE DE LA COMMUNE	09
COPROPRIETE INDIVIDUELLE	03	DOMAINE PUBLIC DE LA COMMUNE	10
COPROPRIETE EN INDIVISION	04	PROPRIETE PRIVEE INDIVIDUELLE	11
DOMAINE PRIVE DE L'ETAT	05	PROPRIETE PRIVEE EN INDIVISION	12
DOMAINE PUBLIC DE L'ETAT	06	PROPRIETE PRIVEE DU SECTEUR DIPLOMATIQUE	13
DOMAINE PRIVE DE LA WILAYA	07	AUTRE	14
MODALITES D'APPROPRIATION OU DE POSSESSION			
ACCESSION	01	ECHANGE	09
ACQUISITION	02	EXPROPRIATION	10
AFFECTATION	03	HERITAGE	11
ATRIBUTION PAR TITRE	04	LEGS	12
CONCESSION	05	NATIONALISATION	13
CONFISCATION	06	POSSESSION SANS TITRE	14
DEVOLUTION	07	PRESCRIPTION ACQUISITIVE	15
DONATION	08	AUTRE	16
DROIT ET CHARGES			
DROIT DE JOUISSANCE COLLECTIF	01	DROIT D'USUFRUIT INDIVIDUEL INDIRECT	09
DROIT DE JOUISSANCE INDIVIDUEL	02	DROIT D'ANTICHRESE	10
DROIT DE SERVITUDE INDIVIDUEL	03	DROIT D'EMPHYTEOSE	11
DROIT DE SERVITUDE COLLECTIF	04	DROIT D'HYPOTHEQUE	12
DROIT D'USAGE ET D'HABITATION	05	DROIT DE LOCATION	13
DROIT D'USUFRUIT COLLECTIF DIRECT	06	DROIT DE MITOYENNETE	14
DROIT D'USUFRUIT COLLECTIF INDIRECT	07	DROIT DE PRIVILEGE	15
DROIT D'USUFRUIT INDIVIDUEL DIRECT	08	AUTRE	16
NATURE D'OCCUPATION DU SOL			
AGRUME	01	POULAILLER OU ETABLE	16
BARRAGE OU RETENUE D'EAU	02	RUTINES, MONUMENTS ET SITES (historiques)	17
CARRIERE OU MINE	03	SERRIS	18
CIMETIERE CHRETIEN OU JESUITE	04	SOL DE BATIMENT	19
CIMETIERE MUSULMAN	05	TERRAIN DE SPORT	20
DEPOT DE MARCHANDEISE OU SILO	06	TERRE ALPHATIEE	21
FORET, MAQUIS OU LANDE	07	TERRE INPRODUCTIVE (ROCHER)	22
JARDIN OU VERGER	08	TERRE DE PARCOURS	23
LIEU AMENAGE OU ESPACE VERT (ainance)	09	TERRE NUE URBANISABLE	24
MARCHE (couvert ou non couvert)	10	TERRE DE CULTURE (céréalière, fourragère, industrielle,...)-SERRIS	25
OLIVERAIE	11	TERRE DE CULTURE (céréalière, fourragère, industrielle,...)-BRIGUE-	26
OLEODUC OU GAZODUC	12	USINE OU FABRIQUE	27
PALMERAIE	13	VIGNOLE	28
PEPINIERE	14	AUTRE	29
PARKING DE STATIONNEMENT	15		
NOTA : La codification comprise entre 30 et 40 sera réservée aux variétés de palmiers			
MODE D'UTILISATION			
EXPLOITATION AGRICOLE DIRECTE (privée)	01	LOCAUX COMMERCIAUX	
EXPLOITATION AGRICOLE INDIRECTE (privée)	02	LOCAUX D'HABITATION	
EXPLOITATION AGRICOLE COLLECTIVE (EAC)	03	LOCAUX DE SANTE	
EXPLOITATION AGRICOLE INDIVIDUELLE	04	LIEUX DE CULTE	
FERME PLOTE	05	LOCAUX INDUSTRIELS	
GROUPEMENT D'INDIVISAIRES	06	LOCAUX MIXTES (administratifs, commerciaux, etc)	
GROUPEMENT DE MISE EN VALEUR	07	LOCAUX PROFESSIONNELS	
LIEU D'ABSANCE (jardin, terrasse, etc...)	08	LOCAUX SCOLAIRES ET CULTURELS	
LIEU DE DEPOT	09	LOCAUX SPORTIFS	
LIEU DE STATIONNEMENT (ex. garage et / ou parking)	10	NON EXPLOITE	
LOCAUX ADMINISTRATIFS	11	AUTRE	
OBJET SUPPORTE			
BOSQUET	01	PUITS	07
CHEMIN OU SENTIER D'EXPLOITATION	02	PYLONE	08
CONSTRUCTION	03	RUCHER	09
HANGAR	04	SOURCE	10
KOUBA OU MARABOUT	05	TRANSFORMATEUR	11
OUVRAGE D'IRRIGATION	06	AUTRE	12
NATURE DU SOL			
ALLUVION	01	MARECAGE	04
ARGILE	02	SABLE	05
CALCAIRE	03	AUTRE	06

En rouge : les informations extraites à partir de la base de données cadastrale pour produire des cartes à intégrer dans le processus de fusion AMC

Tableau III.9. Tableau général de codification (fiche d'îlot de propriété)



Carte d'occupation des sols (milieu rural) extraite de la base de données cadastrale GIC



Carte de la nature des sols extraite de la base de données cadastrale GIC

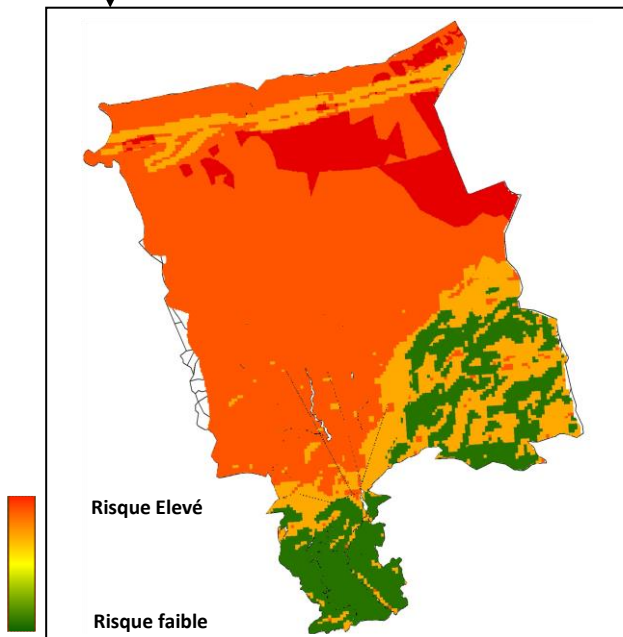


Figure III.26. Cartes extraites à partir de la base de données cadastrales GIC et carte de risque aléa résultante après fusion AMC

Afin de comparer les résultats des cartes aléa risque inondation des deux solutions, nous avons procédé par changement de l'unité spatiale d'intégration 'pixel' par l'unité 'îlot cadastral'.

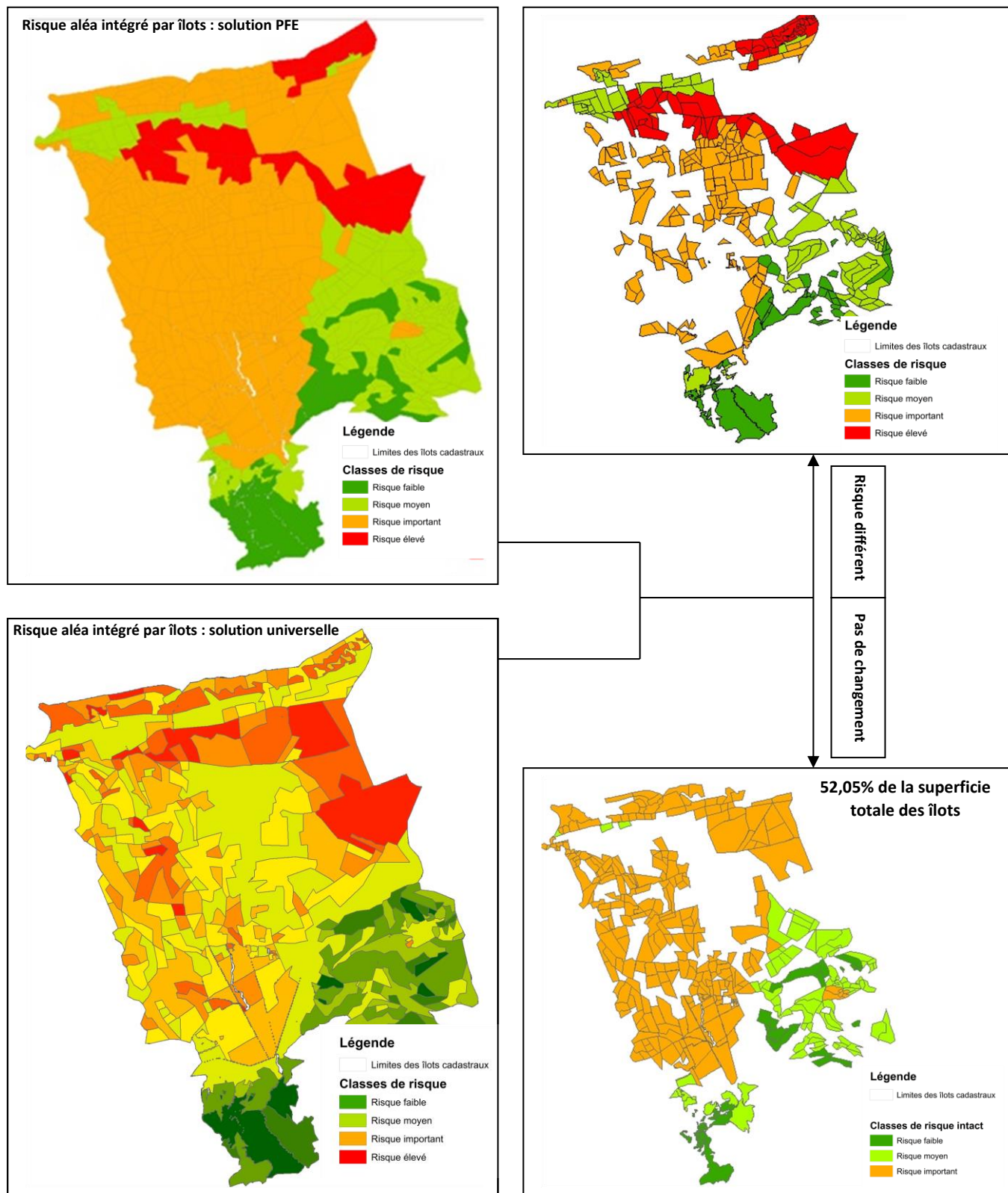


Figure III.27. Intégration des valeurs de risque aléa par îlots cadastraux et comparaison des résultats des deux solutions

La différence entre les deux solutions appliquées en terme des résultats de classement des risques est très remarquable, pour plus de précision et afin de cerner les classes ou les îlots concernés par ce changement, nous avons passé de l'interprétation visuelle qualitative à des solutions statistiques et d'analyse post-classification.

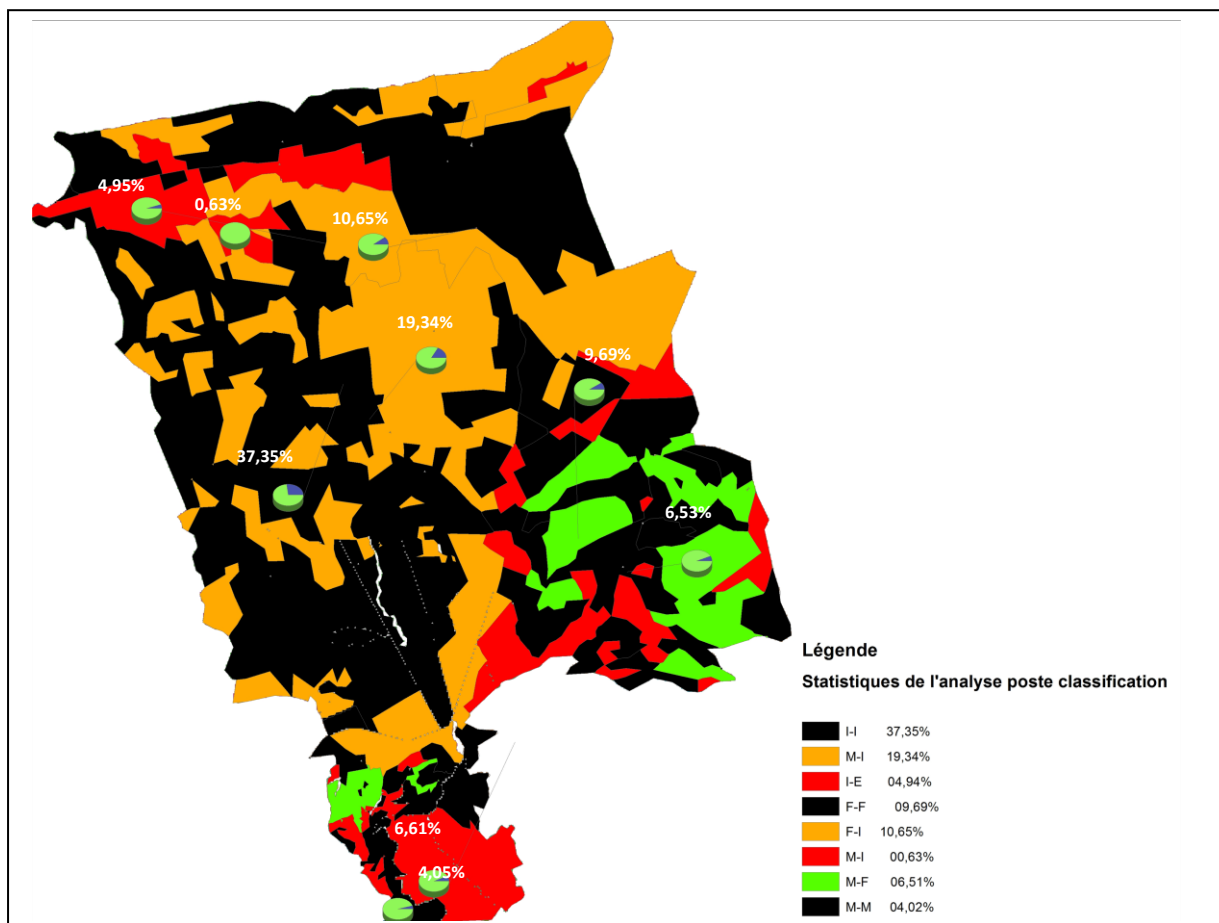


Figure III.28. Carte d'analyse post-classification et statistiques correspondantes

La lecture de cette carte permet de distinguer les différents changements induits suite à l'intégration des données cadastrales dans l'opération de combinaison multicritère, le tableau ci-dessous comprend les éléments d'interprétation de la carte.

Tableau III.10. Statistiques des changements de classes de risque aléa

Classes de changements	Pourcentage total	Commentaires
Classes inchangées	52,05%	Les changements se justifient par l'exactitude de l'information cadastrale qui est à l'échelle de l'îlot de propriété (1/5000) ou la parcelle agricole en milieu rural, cette information intégrée dans l'analyse AMC induit ce changement en la remplaçant par les cartes IB, NDVI, occupation des sols et lithologie.
Devenue classe de risque important	29,09%	
Devenue classe de risque élevé	12,33%	
Devenue classe de risque faible	6,53%	
Le pourcentage total de la superficie des classes de changements par rapport à la superficie des 30 sections cadastrales utilisées est de 47,95%.		

Pour rentrer dans les détails de l'analyse comparative à l'échelle des îlots, le tableau III.11 représente les statistiques d'affectation du degré de risque aléa inondation des 10 premiers îlots de la première section cadastrale, dont les colonnes en gris correspondent aux degrés de risque obtenus en appliquant la solution PFE.

Tableau III.11. Statistiques d'affectation du degré de risque par îlot des deux solutions appliquées

Num_îlot	MIN	MAX	MEAN	SUM	MAJOR	MINOR	MEDIAN	MIN	MAX	MEAN	SUM	MAJOR	MINOR	MEDIAN
46100010001	2	3	2,06	101	2	3	2	2	2	2,00	106,00	2	2	2
46100010002	2	3	2,93	360	3	2	3	2	4	2,72	345,00	3	4	3
46100010003	3	4	3,48	1213	3	4	3	2	3	2,01	701,00	2	3	2
46100010004	2	3	2,59	885	3	2	3	2	4	2,20	745,00	2	4	2
46100010005	2	3	2,69	159	3	2	3	2	2	2,00	116,00	2	2	2
46100010006	2	3	2,08	193	2	3	2	2	3	2,08	189,00	2	3	2
46100010007	2	3	2,38	422	2	3	2	2	3	2,09	365,00	2	3	2
46100010008	2	3	2,96	1719	3	2	3	2	4	2,97	1732,00	3	4	3
46100010009	2	3	2,99	1123	3	2	3	2	4	2,91	1093,00	3	4	3
46100010010	2	3	2,20	659	2	3	2	2	3	2,09	622,00	2	3	2

III.8. Conclusion

Dans cette partie d'applications, nous avons essayé d'intégrer toutes les informations extraites de la base de données cadastrales dans le processus d'élaboration de la carte du risque inondation dans un but d'améliorer la qualité et d'aider à la prise de décision en matière de contre les inondations.

De la fonction de traitement la plus simple à la fonction de fusion de haut niveau, sont appliquées pour préparer le jeu de données à intégrer dans la SIG mis en place sous ArcGIS.

Pendant toutes les étapes, nous avons veillé à assurer une précision acceptable en ce qui concerne les paramètres de numérisation des documents cartographiques :

Tableau III.12. Paramètres de numérisation

Résolution de scannérisation	Format d'enregistrement	Mode	RMSE du géoréférencement	Mode de vectorisation
300 DPI	*.tiff	24 bits	< 1 pixel	Topologique

Les préférences des deux niveaux pour la méthode AHP varient entre 1 et 9 selon l'échelle de saaty.

L'indice de cohérence de la vérification des matrices de pondération de la méthode AHP : ratio de cohérence $Cr < 0,10$.

La normalisation des différentes couches d'information combinées consiste à unifier les échelles des valeurs et la résolution spatiale des images.

Les normes de conception des bases de données ont été respectées notamment la cohérence logique et le contrôle de la redondance.

Les crues et inondations urbaines posent un problème majeur et croissant pour le développement. Sur fond de croissance démographique, de tendance à l'urbanisation et de changement climatique, les causes des inondations évoluent, et leurs impacts ne cessent de s'intensifier. Ce défi considérable et changeant impose aux décideurs d'acquérir une connaissance plus fine du problème afin de gérer plus efficacement les risques actuels et futurs.

Ce mémoire est axé sur la problématique des inondations et de leur étude par l'utilisation des données mixtes : spatiales et cadastrales dans le cadre de mise en place d'un SIG. Nous estimons que les résultats de ce travail pourraient constituer un document d'aide à la décision en termes de prévention, de prévision, de protection des espaces contre le risque d'inondation.

Apports du SIG

- L'outil SIG mis en place dans le cadre de ce travail, donne une vue d'ensemble qui récapitule les principaux aspects avec lesquels les décideurs doivent se familiariser pour formuler des orientations politiques et élaborer des cadres stratégiques en vue de la bonne gestion du risque croissant d'inondation.
- Enfin cet outil s'applique à la planification d'une région: il faudra éviter de placer des critiques dans des zones d'aléas forts pour ne pas les exposer à un risque. C'est ce même principe de précaution qui s'applique dans l'octroi des permis avec consultation préalable des cartes d'aléas naturels.

Rôle du cadastre

- L'intégration des données cadastrales numériques dans l'élaboration des cartes de risque inondation a permis d'améliorer la qualité des produits en passant d'une analyse globale à l'échelle communale à une analyse à l'échelle de l'îlot et même de la parcelle.
- La rigueur métrique et l'exactitude de l'information que possède la documentation cadastrale graphique et littérale permettent une analyse spatiale précise de l'aléa risque. Les résultats obtenus par l'étude comparative entre la solution utilisant l'imagerie spatiale uniquement avec l'approche intégrant l'information cadastrale, sont des arguments suffisants.

Recommandations

Certaines recommandations doivent être prises en considération pour la réussite des stratégies de lutte contre les inondations :

- Concrétisation des projets de recherche qui visent à développer la connaissance des phénomènes ou à mettre en place des architectures de service, par le transfert des résultats scientifiques au monde opérationnel.
- Le renforcement des dispositions légales et réglementaires en matière de gestion des risques, notamment la loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaâda 1425 correspondant au 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, par l'exigence et l'application des mesures de lutte contre les inondations dans les études d'aménagement selon le cas étudié:
 - L'augmentation des capacités d'écoulement consiste à modifier le cours d'eau de telle sorte qu'il puisse supporter un débit plus important sans qu'il ait débordement. Les aménagements concernés sont : recalibrage du cours d'eau, endiguement du cours d'eau, reboisement, recalibrage des ouvrages d'art, recalibrage des systèmes d'évacuation de l'eau.
 - L'augmentation des capacités de stockage consiste à stocker pendant un certain temps un volume d'eau de telle sorte à laminer le débit de pointe en aval de la zone de stockage. Le débit étant moins fort. Le débordement est moins important. Les aménagements qui permettent ce type de comportement : préservation des zones d'expansion des crues, barrage ou retenue d'eau, réservoirs d'orage.
 - Limitation des vitesses d'écoulement, soit au niveau du bassin versant, soit au niveau du cours d'eau. En réalisant ces travaux qui ont pour objet la lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols, par conséquent la régularisation du débit liquide du cours d'eau et la diminution du débit solide. Parmi ces aménagements citons ici deux exemples : correction torrentielle, épis.

Perspectives

Cette étude ouvre des pistes de réflexion autour des axes suivants :

- Amélioration de la qualité des cartes de risque aléa par l'acquisition des données plus précises sur la perméabilité des sols pour passer des cartes hydrogéologiques interprétatives à l'échelle 1/200000 à une échelle plus grande, ce qui va permettre aussi de normaliser les échelles d'analyse (échelle des données cadastrales, données ANRH et imagerie spatiale).
- De tester l'approche développée dans le cadre de ce travail sur d'autres zones autres que la commune de Tamazoura, comparer les résultats pour étudier la possibilité de la

Références bibliographiques

A. Gole, D. Laruelle (ESRI France)	2010	Documents d'urbanisme POS/PLU Modèle de données Guide utilisateur
Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols	2006	Guide d'élaboration d'un schéma de gestion des eaux pluviales
Boris Turpeaud	2003	Etude d'un système d'information à références spatiales (S.I.R.S) dédié au diagnostic, à la surveillance et à l'entretien des digues de protection contre les inondations
Bureau d'études, Tr-Engineering	2002	Réalisation du plan d'Aménagement Général (PAG)
Céline Thyriot, Rémy Martin, Nicolas Doussin	2011	L'apport des SIG pour l'évaluation et la gestion du risque inondation
Chambre d'Agriculture des Ardennes	2006	Projet de Zone de Ralentissement Dynamique des Crues de la Meuse à Mouzon Etat des lieux agricole et foncière
Commission Wallonne d'Etudes et de Protection des Sites Souterrains (CWEPSS)	2006	Méthodologie de détermination des zones d'inondation
Conseil général de l'Essonne	2013	Le risque inondation, Dossier d'information
Direction Départementale du Finistère	2009	Numérisation du plan local d'urbanisme pour intégration dans un système d'information géographique SIG
D.Pontégnie	2011	Cartographie du risque de dommages dû aux inondations par débordement de cours d'eau
EL Bachir Mokhtar, Rouichi Moussa	2013	Méthodes et outils VRD pour la régénération automatique d'une étude d'un projet d'infrastructure Application au projet « POS 34 EL Mahgoun »
Frédéric GRELOT,	2004	Gestion collective des inondations, peut-on tenir compte de l'avis de la population, dans la phase d'évaluation économique à priori ?
GéoBourgogne, Groupement de commande Etat / Région	2011	Cahier des Clauses Techniques Particulières Cahier des charges de numérisation des PLU, POS, CC en Bourgogne
J. Dawance et als	2002	Evaluation des besoins et des disponibilités Foncières pour les activités économiques, la protection de la nature, les loisirs de plein air, l'agriculture et la forêt

Références bibliographiques

José AVILA, Francis ROY, Mir A. MOSTAFAVI	2007	La contribution du cadastre polyvalent à la pratique de l'aménagement terr
Lakhdari Mohamed, kali Mohamed Youcef, Hammadi Sofian	2012	Caractérisation et état de connaissance du bassin de la grande sebkha d'Oran
Magali di solvo	2007	Plan local d'urbanisme Modèle de cahier des charges de numérisation
Marc APARICIO	2012	Bilan d'étapes SCOT Montpellier
Me Jean-Pierre, St-Amour	2002	La rénovation cadastrale et l'aménagement du territoire municipal
Renaud Hostache	2006	Analyse d'images Satellitaires d'inondations pour la caractérisation tridimensionnelle de l'aléa et l'aide à la modélisation hydraulique
Steponas Deveikis, Vaiva Deveikiené	2004	Le rôle du cadastre multilatéral dans l'aménagement du territoire urbain
Service Urbanisme et Prévention des risques	2010	Cahier des charges CCTP Schéma d'aménagement Hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations
Service d'appui technique à l'eau et à l'assainissement	2010	Numérisation des réseaux « humides » Guide de recommandations pour intégration dans un système d'information géographique AEP : Alimentation en Eau Potable EU : Eaux Usées EPL : Eaux Pluviales
Service Public de Wallonie SPW	2013	Aléa d'inondation, zones inondables, risques d'inondation Méthodologie de la cartographie Notice technique

Site officiel de l'Agence Spatiale Algérienne, ASAL