

Réflexion sur la conception d'un système d'informations foncières à partir des données Multi-sources

SEDDIKI Mohamed Akram¹, SOUIAH Sid Ahmed², MEGA Nabil³, BELHOUARI Fatima Zohra⁴, GUERROUJ Abdel Halim⁵.

¹Ingénieur Principal, SIRS, CTS, Doctorant au laboratoire EGEAT, Université Oran2, ²Maître de conférences A, Université Oran2, ³Maître de conférences à l'Université Hamma Lakhdar - El Oued, ⁴Ingénieur de développement, SIRS, CTS, ⁵Maître de conférences, Université AMMAR Thlidji Laghouat.

¹aseddiki@cts.asal.dz ou akramcnts@yahoo.fr

ملخص: يعد هذا العمل جزءاً من البحث عن حلول تقنية لبناء سياسة عقارية فعالة، هذا من خلال التفكير في تصميم نظام للمعلومات العقارية (SIF) يمكن استغلاله على مستويات مختلفة (فضاء ريفي، تكتل أو منطقة حضرية، مستوى جهوي...) ويطور ممارسات مختلفة. أيضاً، يدمج هذا النظام البيانات المتعلقة بملكية الأراضي واستخدامها لأغراض التخطيط الحضري باستخدام صور الأقمار الاصطناعية ذات الدقة المكانية العالية على شكل هيكل تعاوني يسمح بإدارة أكثر كفاءة لبيانات ومعلومات العقار. كما يعد رسم خرائط صنع القرار أحد تطبيقات النظام المصمم، فهو يحفز تنمية الأقاليم، مما يؤدي بشكل خاص إلى تسهيل نقل الاستراتيجية المحددة على المستوى الإقليمي في إطار انجاز مخطط التهيئة و التعمير (PDAU) إلى قرارات عملياتية و تنفيذية تتخذها السلطات المحلية.

الكلمات الأساسية: نظام المعلومات العقارية، تملك العقار، مخطط التهيئة و التعمير، صور الاقمار الاصطناعية.

Résumé : Ce travail s'inscrit dans la recherche de solutions techniques pour construire une politique immobilière efficace, en réfléchissant à la conception d'un système d'information immobilière (SIF) faisant référence à la théorie des Infrastructures des Données Spatiales (IDS) exploitable à différents niveaux (espace rural, agglomération ou zone urbaine, niveau régional...) et développer différentes pratiques. En outre, ce système intègre des données sur la propriété et l'utilisation des terres à des fins de planification urbaine à l'aide d'images satellites à haute résolution spatiale sous la forme d'une structure collaborative qui permet une gestion plus efficace des données et des informations sur la propriété. La cartographie décisionnelle est également une des applications du système conçu, car elle stimule le développement des régions, ce qui conduit notamment à faciliter le transfert de la stratégie définie au niveau régional dans le cadre de la mise en œuvre de la préparation et de la reconstruction des PDAU utiles aux décisions opérationnelles et exécutives prises par les autorités locales.

Mots-clés : SIF, appropriation des sols, PDAU, Ortho-image, IDS.

Abstract : This work is part of the search for technical solutions to build an effective real estate policy, by thinking about the design of a real estate information system (RIS) referring to the theory of spatial data infrastructures IDS exploitable at different levels (rural area, agglomeration or urban area, regional level, etc.) and develop different practices. In addition, this system integrates land ownership and land use data for urban planning purposes using high spatial resolution satellite imagery in the form of a collaborative structure that enables more efficient management of land use. Data and information about the property. Decision mapping is also one of the applications of the system designed, because it stimulates the development of the regions, which leads in particular to facilitating the transfer of the strategy defined at the regional level within the framework of the implementation of the preparation and the reconstruction. PDAUs useful for operational and executive decisions taken by local authorities.

Keywords : Land information system, appropriation of soils, PDAU, Orthoimage, IDS.

1. Introduction

La population algérienne compte 42,4 millions d'habitants en 2018. Le taux de croissance de cette population qui est de 2,1% indique que l'Algérie n'est plus dans une phase de transition démographique. La proportion d'urbanisation est de 72% et désormais la population rurale baisse même en termes absolus -0,4%/an. (O. Bessaoud, 2019).

La question foncière en Algérie a tendance à prendre plus d'ampleur et d'intensité d'année en année en raison des diverses atteintes et menaces dont font l'objet les terres agricoles et à la nécessité de leurs préservation). (CNES, 2004).

Dans le respect de l'intérêt général et de la recherche d'équilibres territoriaux, l'urbanisme reste une pratique qui a pour objet de proposer une organisation réfléchie et responsable des espaces naturels, ruraux et urbains (ADEUS, 2008). Il étudie les enjeux dans la durée et propose notamment les traductions spatiales des politiques sociales, économiques, environnementales et culturelles.

Cette dimension recoupe la maîtrise foncière à la planification urbaine, en rationalisant le potentiel du sol. De ces considérations émerge donc l'interaction de la question foncière et du phénomène d'urbanisation. (Khaled Chorfi, 2008).

Dans ce contexte, ce travail portait sur la recherche qui appréhende la problématique de l'information foncière à travers le concept de système d'informations foncières.

Un système qui permet aux décideurs publics de bénéficier de l'information nécessaire aux prises de décision relatives aux problématiques foncières. Au plan de choix des assiettes foncières, l'aménagement du territoire se trouve aujourd'hui confronté à deux grandes problématiques qui nécessitent des approches différenciées :

- **Une première concernant la détermination de la nature juridique de tout le parcellaire rural afin d'identifier les espaces appartenant à l'Etat.**
- **Une deuxième liée à la préservation et à la protection des terres agricoles contre l'extension urbaine qui est devenue une politique difficile à conduire en Algérie. Selon un bilan établi en 1995 par le ministère de l'Agriculture, 200 000 ha ont été affectés aux programmes d'urbanisation durant cette même année. La confrontation entre les textes juridiques relève une contradiction entre les lois ; celles qui proclament la préservation des terres agricoles du phénomène de l'urbanisme et celles qui autorisent**

l'urbanisation sous prétexte de l'utilité publique (Nemouchi H, 2011).

En dehors des textes législatifs, un tel dysfonctionnement de l'outil institutionnel ne peut être résolu qu'avec le recours à des solutions de combinaison des données dans le cadre des nouveaux concepts de prise de décisions.

A cet égard, le système d'informations foncières objet de ce travail regroupe trois socles de données dans sa forme architecturale : *données cadastrales ou d'appropriation des sols, données d'urbanisme ou d'usage des sols et des données de l'imagerie spatiale considérées comme support complémentaire et référence de précision.* L'objectif principal est d'aborder les possibilités d'intégration de ces trois données de sources différentes et de nature hétérogènes pour une bonne gouvernance foncière et une meilleure gestion de la consommation du foncier.

2. Zone d'étude

Selon les objectifs visés, le phasage du projet et la disponibilité des données, deux zones d'études ont été choisies. La première se situe au sud de la wilaya de Mostaganem et chevauche administrativement sur trois communes : Mostaganem chef-lieu, Hassi Mamech et Mezaghran. La seconde se situe dans la wilaya d'Oran dans le périmètre administratif de la commune de Sidi Chahmi (figure 01).

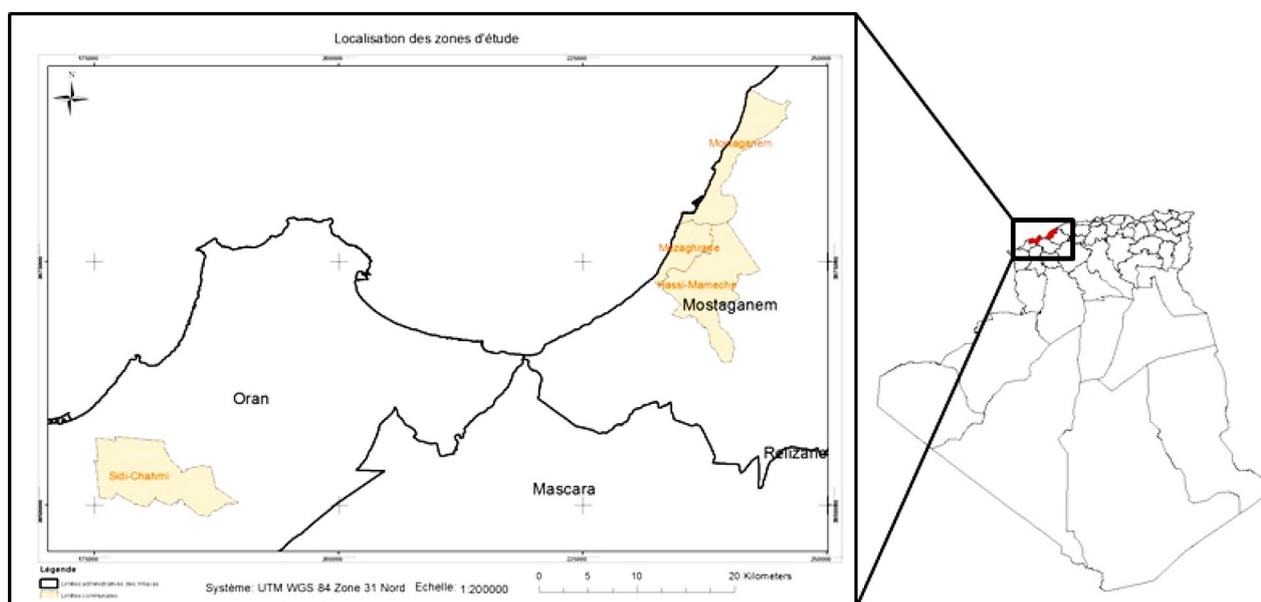


Fig. 1 Localisation des zones d'études (trois communes à Mostaganem et une à Oran)

3. Données utilisées et prétraitements

Les données sont choisies selon l'architecture du système foncier objet de conception (figure 08). Elles se scindent en trois catégories :

- **Données de l'urbanisme** : Plans d'aménagement réalisés en 2015 dans le cadre de la révision du PDAU du Groupement de Mostaganem. (Source : bureau d'études et de réalisation en urbanisme URBOR Mostaganem).
- **Données cadastrales** : Dans la zone de Mostaganem, trois

sections cadastrales urbaines, deux sections cadastrales rurales et 14 sections cadastrales rurales de la commune de Sidi Chahmi à Oran. (Source : Directions du cadastre de la wilaya de Mostaganem et d'Oran).

- **Données images** : Ortho-image Quickbird dont l'image est prise en 2015, d'une résolution spatiale de 60 cm couvrant une bande du territoire de Mostaganem de 17 km sur 5 km. Et Deux images Alsat2 présent en 2013 et 2017 d'une résolution spatiale de 2.5 m. (Source : Agence Spatiale Algérienne).

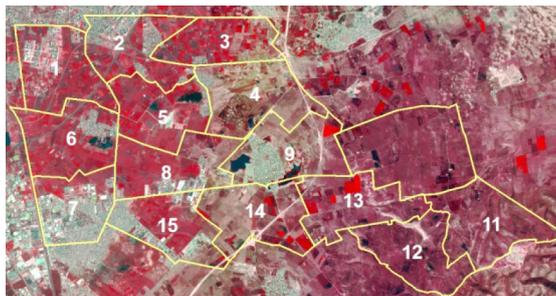


Fig. 2 Limites des sections cadastrales de la commune de Sidi Chahmi

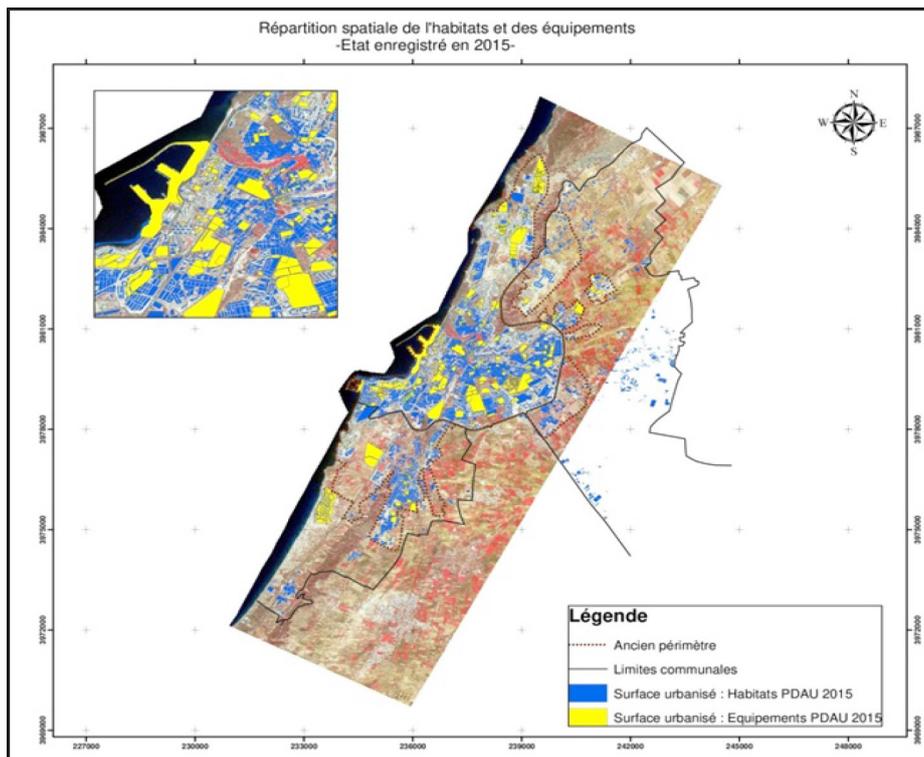


Fig. 3 Exemple d'un plan d'aménagement relatif à la situation enregistrée en 2015

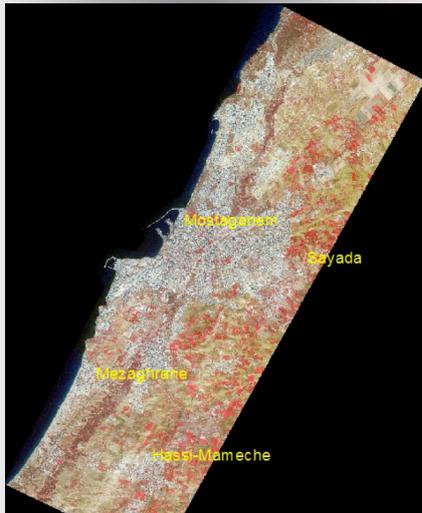


Fig. 4 L'image Quickbird prise en 2015 couvrant le territoire étudié à Mostaganem



Fig. 5 L'image ALSAT2 prise en 2013 couvrant le territoire étudié à Mostaganem



Fig. 6 L'image ALSAT2 prise en 2017 couvrant le territoire étudié à Mostaganem

Des imprécisions notamment géométriques affectent la qualité des données et nécessitent des corrections avant de procéder à toute opération de fusion ou de superposition des données. Les principaux prétraitements effectués sont :

- **Données cadastrales** : Pour la zone de Mostaganem, un géoréférencement et un ajustement spatial sont effectués par rapport à l'image Quickbird. Ensuite une conversion des bases littérales et leur jointure avec le graphique a été faite. Les données cadastrales de la commune de Sidi Chahmi sont directement exploitables sans correction.
- **Données d'urbanisme** : Des ajustements spatiaux par rapport à l'image Quickbird et des corrections des données attributaires ont été appliqués.
- **Données images** : Un petit recalage des images Alsat2 par rapport à l'image Quickbird a été effectué,

4. Méthodologie et résultats

Avant d'aborder les procédures techniques et méthodologiques, nous présentons dans la (figure 08) un organigramme qui explique l'architecture du système à concevoir.

Les traitements ont été effectués par des logiciels de traitement d'images et de SIG à savoir :

- **ArcGIS** : Pour les traitements d'images et des SIG (version sous licence au niveau du Centre des Techniques Spatiales CTS).
- **Ecognition** : Pour la segmentation multi-résolution et la classification orientée objet (version libre).

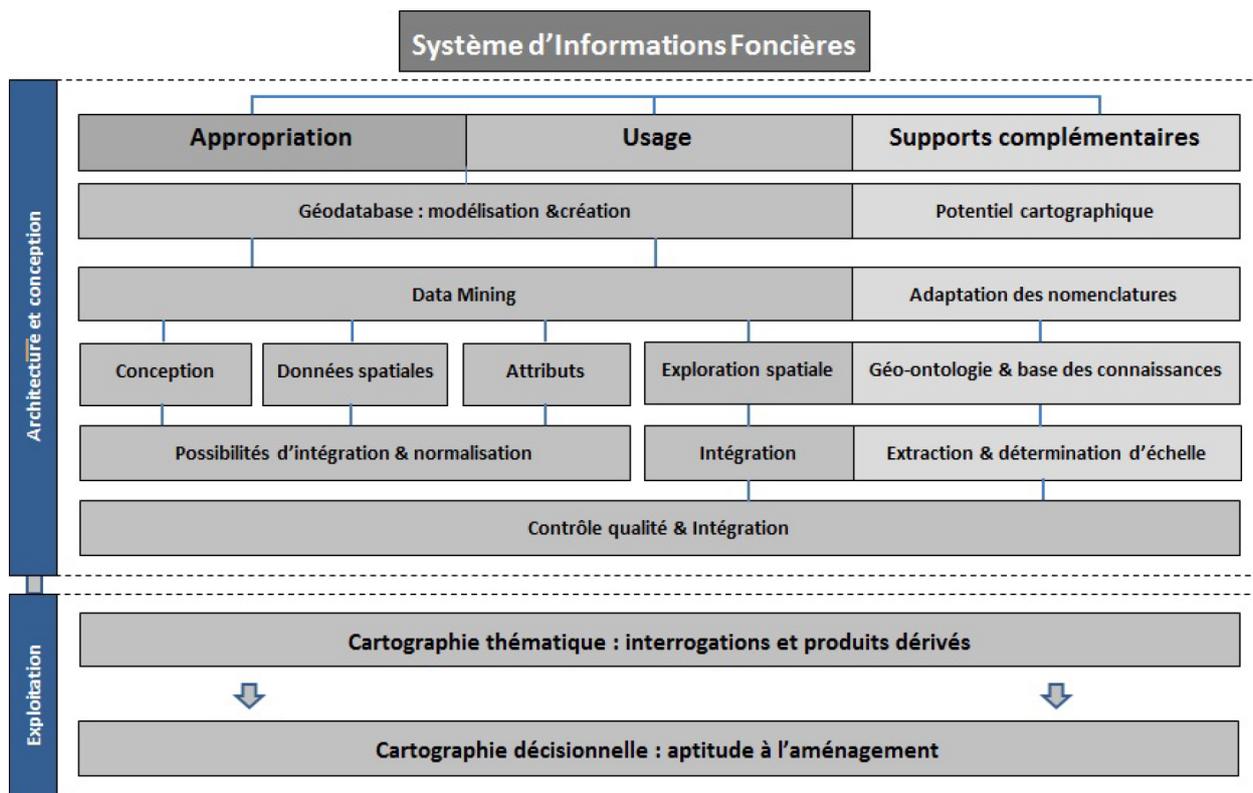


Fig. 7 Architecture du système d'information foncière objet de conception

4.1. Notions liées au schéma conceptuel du système d'information

L'architecture du système d'informations à concevoir (figure 08) s'inspire de la théorie des infrastructures des données spatiales qui offre une solution de médiation entre des utilisateurs ayant besoin de données géographiques et des données issues de sources diverses. Elle vise à faciliter l'accès, le partage, l'échange et l'utilisation de ces données ainsi qu'à fournir des services liés à ces données. A ces fins, elle s'appuie sur un ensemble de technologies, de politiques, de normes et de ressources nécessaires pour acquérir, manipuler, stocker, distribuer et améliorer l'utilisation de données géographiques. (Sébastien Mustière, 2014).

► Intégration des données

Dans ce contexte, la question d'intégration de bases de données se pose et consiste à expliciter les relations de correspondance entre bases de données hétérogènes de sorte à permettre leur utilisation conjointe. Parmi les formalismes permettant la déclaration des correspondances entre bases de données, on trouve les ACI (Assertions de Correspondance Interschémas). Ce formalisme décrit les correspondances au niveau des schémas ainsi que les règles permettant de déterminer quelles données se correspondent. (Nils Gesbert, 2005).

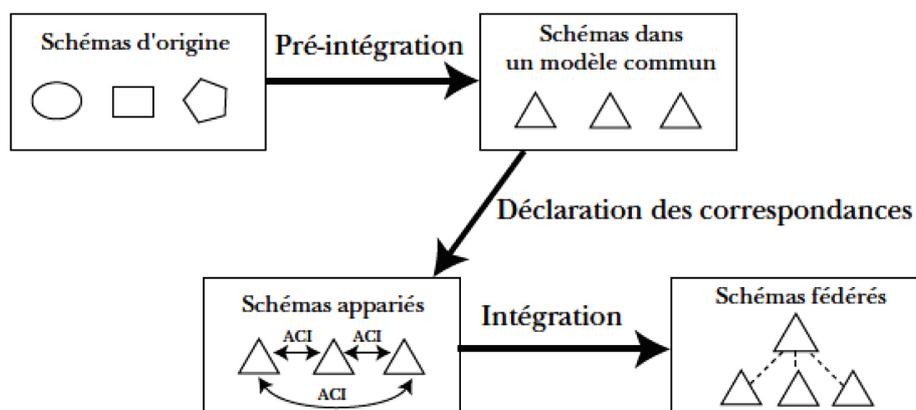


Fig. 8 Processus d'intégration de bases de données (Nils Gesbert, 2005)

La comparaison de représentations implique de rechercher les similarités, spécificités, contradictions, et ce qui ne peut être déduit qu'exclusivement de la combinaison des représentations.

► **Standardisation et normalisation**

Les premiers travaux dédiés à la mise en place d'infrastructures de données géographiques se sont concentrés sur la définition de modèles standards

et de normes s'attachant à permettre, d'un point de vue technique, la réalisation de cet objectif de connexion des usages aux données. En particulier, les efforts du comité technique TC 211 de l'organisation internationale de normalisation (International Standardisation Organisation ISO), spécialement dédié à l'information géographique, ainsi que ceux du consortium OpenGeospatial OGC, ont conduit à la mise en place d'un ensemble de standards et de normes dédiés à cet objectif. (Nathalie Abadie, 2013).

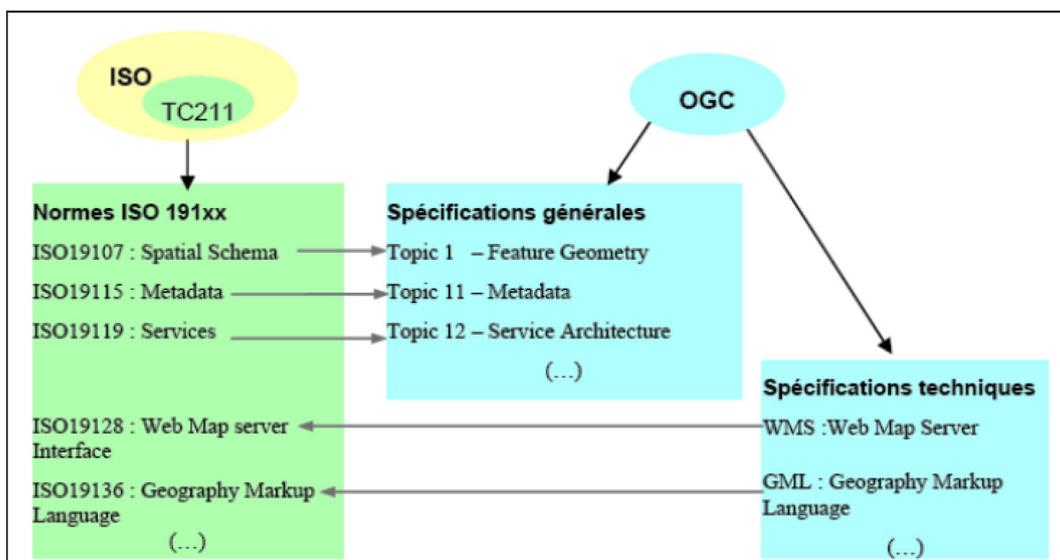


Fig. 9 Interconnexion des travaux de l'OGC et de l'ISO (Abdelfettah Feliachi, 2018)

► **Data Mining**

Le Data Mining est une composante essentielle des technologies Big Data et des techniques d'analyse de données volumineuses. En règle générale, le terme Data Mining désigne l'analyse de données depuis différentes perspectives et le fait de transformer ces données en informations utiles, en établissant des relations entre les données ou en repérant des patterns. (Bastien L, 2018).

Techniquement, le Data Mining est le procédé permettant de trouver des corrélations ou des patterns entre de nombreuses bases de données.

La première étape dans un processus de Data Mining consiste à analyser et préparer les Bases de Données Géographiques BDG, généralement par :

- L'utilisation de formats d'échanges (normes) et d'outils de conversion.
- La traduction des schémas dans un langage de modélisation commun.
- Le rapprochement des structurations.
- Et la transformation des géométries dans une projection commune.

Tab 1. Exemple d'un processus de data-mining (Bertrand Liaudet, 2012)

PROCESSUS du DATA MINING		
Acteurs	Etapes	Phases
Maitre d'œuvre	Objectifs	1 : Compréhension du métier
	Données	2 : Compréhension des données
		3 : Préparation des données
		4 : Modélisation
	Traitement	5 : Evaluation de la modélisation
Maitre d'ouvrage	Déploiement des résultats d'étude	

La deuxième étape consiste à appliquer un appariement des schémas conceptuels de données des BGD vérifiées et une mise en correspondance des données. Il s'agit de répondre à la question suivante :

« Quelles classes des deux bases à intégrer représentent un même type d'entité géographique du monde réel? ». La mise en correspondance des éléments du schéma (classes, attributs et valeurs d'attributs et relations) se fait par analyse des schémas, des spécifications et des données.

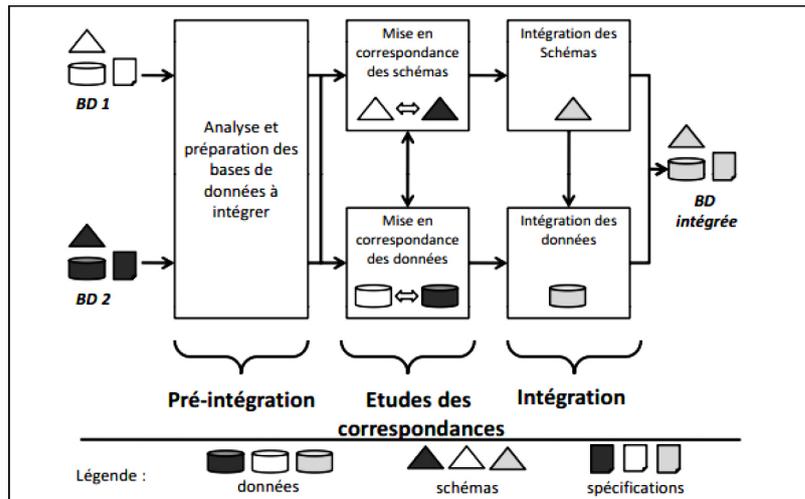


Fig. 10 Principe d'intégration des bases construites (Cyril De Runz, 2008)

► **Ontologie et Géo-ontologie**

Une ontologie est une représentation des connaissances au niveau conceptuel, et peut être considérée comme une modélisation des phénomènes du monde réel d'un domaine spécifique et ce d'une façon explicite permettant une meilleure connaissance et une meilleure compréhension des phénomènes géographiques. Lorsque la dimension géographique (spatiale) est prise en compte, on parle d'ontologie géographique. Les ontologies sont implémentées sous ArcGIS pour la mise en œuvre des spécifications des normes géographiques internationales comme celles des métadonnées ISO 19115/TC211, de l'OpenGIS-OGC, du FGDC, l'interopérabilité, les langages XML, UML, XMI, OWL. (Françoise Pirot et als, SIG 2008).

► **Appariement des données**

Les techniques d'appariement peuvent être classées, d'une part, sur les éléments de schémas seuls ou considérés et d'autre part sur le type des données en entrée de l'algorithme d'appariement (chaînes de caractères, structures, instances, etc.). Lorsque la dimension géographique (spatiale) est prise en compte, on parle d'ontologies géographiques. Il s'agit d'un ensemble d'objets géographiques avec leurs modèles, leurs structures et leurs relations. Par exemple, des outils d'intégration sémantique sont implémentés dans le logiciel ArcGIS pour mettre en œuvre les ontologies sur lesquelles reposent l'interopérabilité et les normes géographiques internationales.

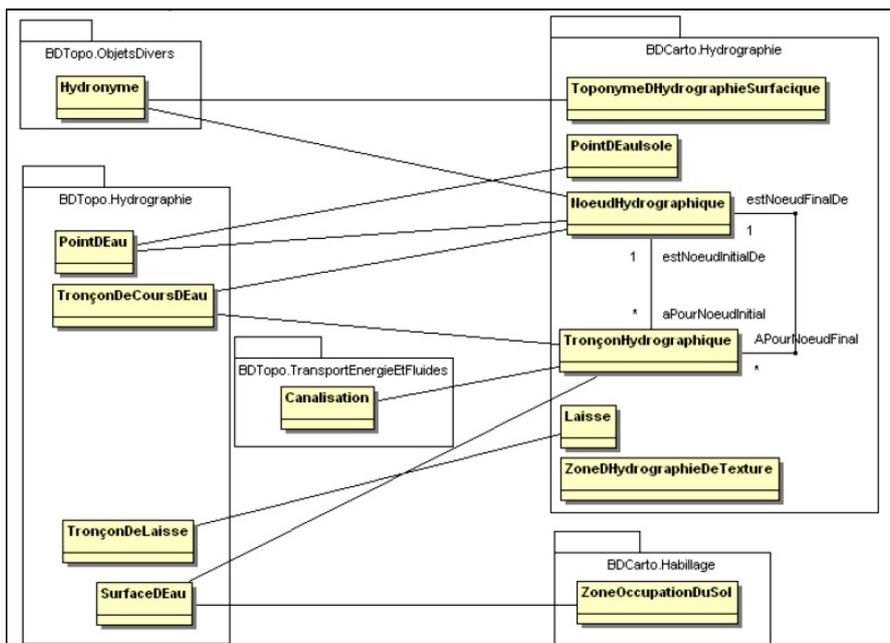


Fig. 11 Exemple de mise en correspondance des classes de deux jeux de données (Université Montpellier3, 2010)

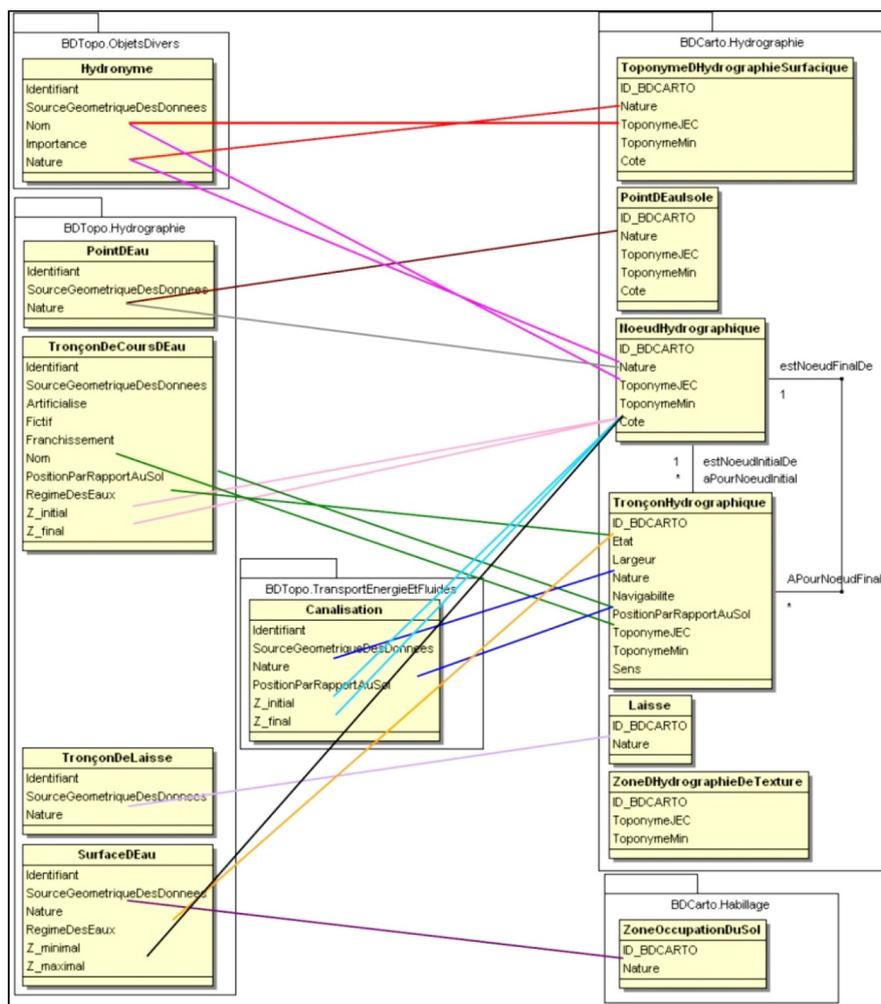


Fig. 12 Exemple de mise en correspondance des attributs des classes de deux jeux de données (Université Montpellier3, 2010)

4.2. Modélisation et création des bases des données

Pour la base de données d'aménagement, le principe de la modélisation repose sur l'examen du contenu informatif de chaque plan d'aménagement récupéré (sous format CAD) et cette opération est effectuée par phase d'élaboration.

Son exécution est très difficile pour les raisons suivantes :

- Nature hétérogène du contenu de chaque plan de la même phase,
- Hétérogénéité d'informations entre les plans des trois phases,
- Volume important d'information à structurer sous forme d'entités,
- Difficulté de distinction entre les entités géométriques et attributaires,
- Difficulté de création des liens logiques entre les entités,
- Choix et nature des relations à définir dans l'implémentation du modèle physique de données.

Pour notre cas, nous avons modélisé le contenu de la phase II relative à l'aménagement qui répond au but fondamental du PDAU (définition des orientations foncières à court, moyen et long terme).

La question qui se pose : comment raisonner pour une telle modélisation ? Selon le contenu du PDAU et la logique d'urbanisme, nous avons examiné cinq facettes pour créer les modèles conceptuels. Chaque solution tient compte de l'aspect de structuration des données par la suite :

- **Modélisation selon les principes de la grille théorique d'équipements d'urbanisme** : Basée sur le principe de définition des entités selon les unités fondamentales (unité de base, de voisinage, quartier...).
- **Modélisation par objets géographiques** : Il s'agit de définir l'ontologie des objets urbains dans chaque plan. L'arborescence permet de définir les différentes entités.
- **Modélisation par objets géométriques** : La troisième solution que nous avons testée, consiste à comprendre les relations qui existent entre les objets géométriques : polygone (bâti, espace vert...), ligne (routes, pistes...) ou point (puits, arbre...).

Cette procédure diffère de la précédente car elle recherche les objets fils d'un objet *géométrique* père au lieu de raisonner par nature *géographique*.

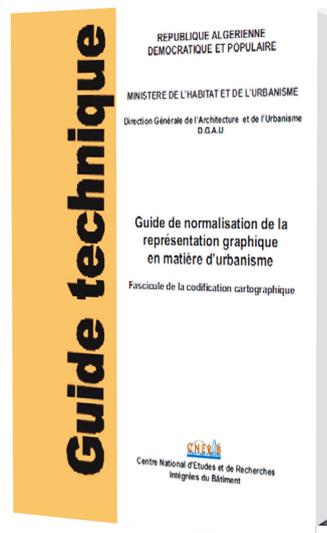
• **Modélisation par unités administratives** : Le raisonnement de cette approche est similaire à la modélisation cadastrale, de l'entité wilaya à la commune, au PDAU, au POS jusqu'à l'îlot urbain et la parcelle.

• **Modélisation par secteurs de l'Etat** : Toutes les entités de chaque secteur sont identifiées en premier lieu puis les objets correspondant, ensuite les liens possibles.

Pour notre cas, et après analyse, nous avons retenu une modélisation par objets géographiques. Il est à signaler ici qu'il était très difficile de comprendre directement la hiérarchie et la nature des objets à représenter. Pour pallier à ce problème, nous avons utilisé le guide technique de normalisation de la représentation graphique en matière d'urbanisme diffusé par le Ministère de la l'Habitat en 2010 pour qu'il soit applicable dans tous les bureaux d'études et Directions qui dépendent de lui.

Pour la base de données cadastrale, nous avons opté pour une modélisation des unités administratives et cadastrales.

En l'absence d'un catalogue officiel qui définit leur contenu informatif, nous avons utilisé la nomenclature définie dans le cadre du cadastre multifonctionnel.



FICHE N° 15-1		BATIMENTS ET CONSTRUCTIONS	Bâti existant
	Construction récente	Construction en épars Une construction en épars est représentée par sa forme en plan. Couleur : noir.	
	Construction ancienne		
	Lieu historique/lieu d'intérêt (ou site historique) Un endroit ou un site qui a été déclaré d'importance historique nationale ou internationale.		
	Monument historique		
	Monument classé		
	Ruine		

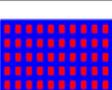
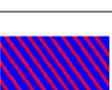
FICHE N° 15-2		BATIMENTS ET CONSTRUCTIONS	Centres urbains
Anciens	Récents	Projetés	
			Centre ville
			Centre inter-quartiers
			Centre quartier
			Zone centrale d'équipements

Fig. 13 Exemple sur la hiérarchisation des classes d'objets urbains et leur symbologie dans le Guide Technique du Ministère de l'Habitat

	
 (Simplifié)	BATIMENT EN DUR
	CONSTRUCTION LEGERE
	BATIMENT EN CONSTRUCTION
	
 (Simplifié)	BATIMENT EN RUINE
	COUR INTERIEURE, ESCALIER

- ✓ La présente instruction contient des symboles cartographiques des **données cadastrales** ;
- ✓ La majorité de ces symboles font partie du type d'écriture (police de caractère) **ANC Symboles 1** et **ANC Symboles 2**, le reste est basé sur le type d'écriture d'**ESRI** ;
- ✓ Ces symboles sont conçus pour les échelles suivantes : **1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/2500** et **1/5000** ;
- ✓ Au-delà d'une certaine échelle, des symboles ont été **simplifiés** pour avoir une meilleure impression visuelle ;
- ✓ Pour faciliter la recherche des symboles, nous avons attribué une **catégorie** et renseigné les **balises** ;
- ✓ Dans les tableaux ci-dessous, les symboles sont répertoriés par catégorie et chaque catégorie peut contenir des **symboles ponctuels, linéaires et/ou surfaciques** ;
- ✓ Une donnée peut avoir plusieurs symboles (en point, ligne et/ou polygone).

Fig. 14 Exemple d'objets qui composent un îlot de propriété (source : instruction relative aux symboles cartographiques des données cadastrale (ANC))

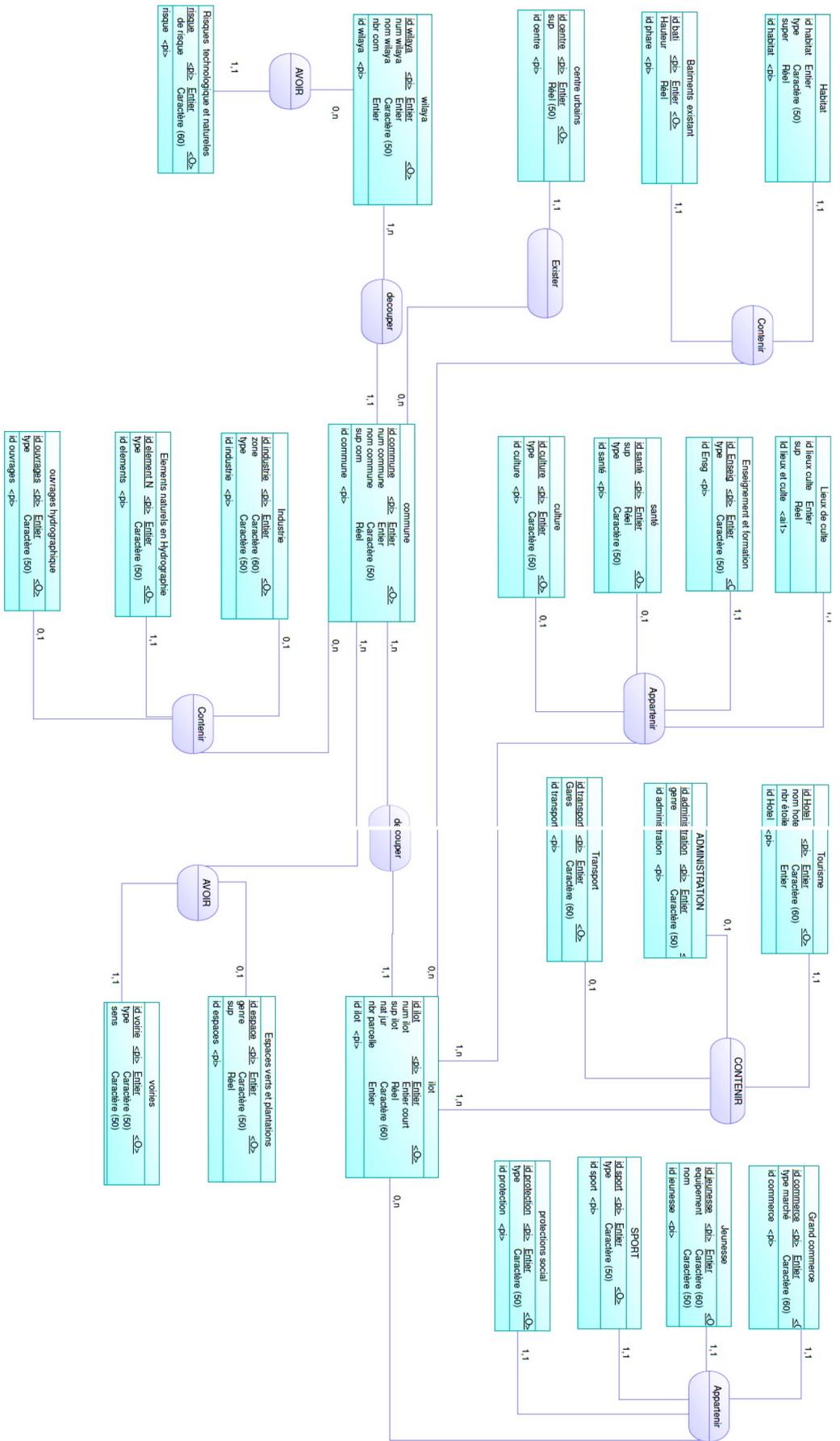


Fig. 15 Modèle conceptuel des données d'aménagement selon la hiérarchisation des classes d'objets urbains et leur symbologie définie dans le Guide Technique du Ministère de l'Habitat

4.3. Mise en correspondance des données

La mise en correspondance des schémas s'est effectuée en comparant les entités représentées dans chaque modèle et son exécution a nécessité la conversion des bases construites en fichiers XML.

Aucune ressemblance n'a été identifiée entre les deux bases de données sauf pour les entités administratives identiques (Wilaya, commune).

```
<?xml version="1.0"?>
<esri:Workspace xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:esri="http://www.esri.com/schemas/ArcGIS/10.3">
  <WorkspaceDefinition xsi:type="esri:WorkspaceDefinition">
    <WorkspaceType>esriLocalDatabaseWorkspace</WorkspaceType>
    <Version/>
    <Domains xsi:type="esri:ArrayOfDomain"/>
    <DatasetDefinitions xsi:type="esri:ArrayOfDataElement">
      <DataElement xsi:type="esri:DEFeatureDataset">
        <CatalogPath>/FD=URB</CatalogPath>
        <Name>URB</Name>
        <Children xsi:type="esri:ArrayOfDataElement">
          <DataElement xsi:type="esri:DEFeatureClass">
            <CatalogPath>/FD=URB/FC=zn_activite</CatalogPath>
            <Name>zn_activite</Name>
            <ChildrenExpanded>false</ChildrenExpanded>
            <DatasetType>esriDTFeatureClass</DatasetType>
            <DSID>23</DSID>
            <Versioned>false</Versioned>
            <CanVersion>false</CanVersion>
            <ConfigurationKeyword/>
            <HasOID>true</HasOID>
            <OIDFieldName>OBJECTID_1</OIDFieldName>
          </DataElement>
        </Children>
      </DataElement>
    </DatasetDefinitions>
  </WorkspaceDefinition>
</esri:Workspace>
```

Fig. 18 Extrait du fichier XML relatif à la base de données d'urbanisme généré par ArcGIS

wilaya	Feature Class has mismatch with HasM Property	
	Message: Feature Class has mismatch with HasM Property Property: HasM	
	Base	Test
	true	false
commune	Missing Field nbr_communes in Feature Class	
	Message: Missing Field nbr_communes in Feature Class Field: nbr_communes	
	Additional Field nbr_commune in Feature Class	
	Message: Additional Field nbr_commune in Feature Class Field: nbr_commune	
	Feature Class has mismatch with HasM Property	
	Message: Feature Class has mismatch with HasM Property Property: HasM	
	Base	Test
	true	false

Fig. 19 Extrait des Résultats d'appariement des schémas (schema based matching)

De même, l'appariement des couches géométriques des deux bases de données et des tables attributaires dépendantes (ou non), a fait apparaître une dissimilarité des objets et attributs appariés.

Tab 2. Extrait du résultat d'appariement des attributs des bases de données (attribut based matching)

Has_error	Identifier	Message	Base_value	Test_value	ObjectID
true	Table	Table row counts are different	1071	988	-1
true	FeatureClass	Feature class extents are different	<Null>	<Null>	-1
true	Table	Tables have different number of fields	7	27	-1
true	Table	Table row counts are different	1071	988	-1
true	Table	Tables have different number of fields	7	27	-1
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	0
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field OBJECTID	15	1328	0
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	0
true	FeatureClass	ObjectID 0 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	0
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	1
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field OBJECTID	324	1329	1
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	1
true	FeatureClass	ObjectID 1 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	1
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	2
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field OBJECTID	328	1330	2
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	2
true	FeatureClass	ObjectID 2 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	2
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	3
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field OBJECTID	329	1331	3
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	3
true	FeatureClass	ObjectID 3 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	3
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	4
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field OBJECTID	330	1332	4
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	4
true	FeatureClass	ObjectID 4 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	4
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	5
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field OBJECTID	331	1333	5
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	5
true	FeatureClass	ObjectID 5 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	5
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	6
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field OBJECTID	332	1334	6
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	6
true	FeatureClass	ObjectID 6 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	6
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	7
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field OBJECTID	333	1335	7
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field SHAPE_Leng	<Null>	<Null>	7
true	FeatureClass	ObjectID 7 is different for Field SHAPE_Area	<Null>	<Null>	7
true	FeatureClass	ObjectID 8 is different for Field SHAPE	<Null>	<Null>	8
true	FeatureClass	ObjectID 8 is different for Field OBJECTID	334	1336	8

La mise en évidence de la similarité entre les deux types de données nous a obligés de changer de méthodes. Le raisonnement basé sur schéma, géométrie ou attributs n'a pas donné des résultats. Dans ce troisième type d'appariement, une approche spatiale basée sur l'identification d'objets homologues a été retenue ou testée. La fenêtre de comparaison correspond à un maillage d'espace de 100m sur 100m, soit une surface de 1 ha. Le test de cette solution

a été effectué sur les deux cartes d'occupation des sols. A gauche celle produite dans le cadre de la révision du PDAU du Groupement d'Oran (commune de Sidi Chahmi) et à droite l'occupation des sols créée à partir de la base de données cadastrale. Nous signalons ici qu'une unification des classes d'objet redonadontes a été appliquée (figures 21 & 22).

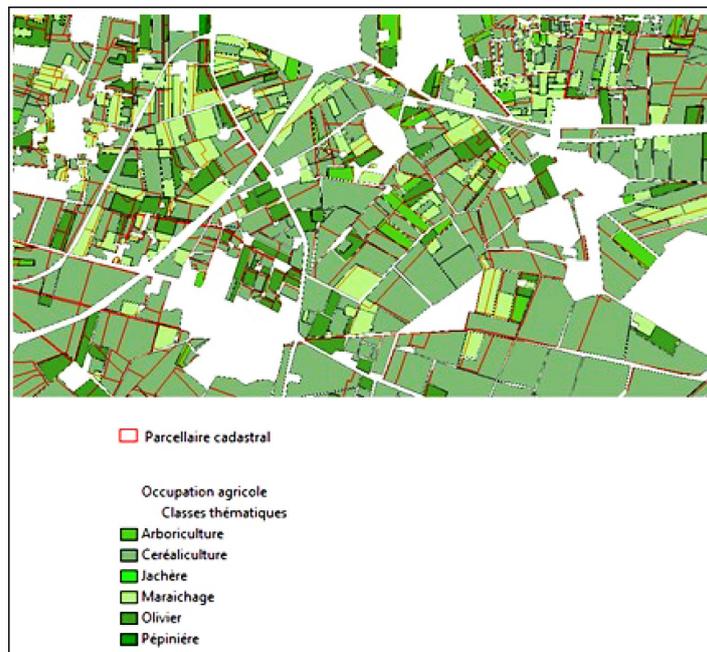


Fig. 20 Extraits de la carte d'occupation agricole des sols (source cadastre, commune Sidi Chahmi)



Fig. 21 Extraits de la carte d'occupation agricole des sols (source urbanisme, commune Sidi Chahmi)

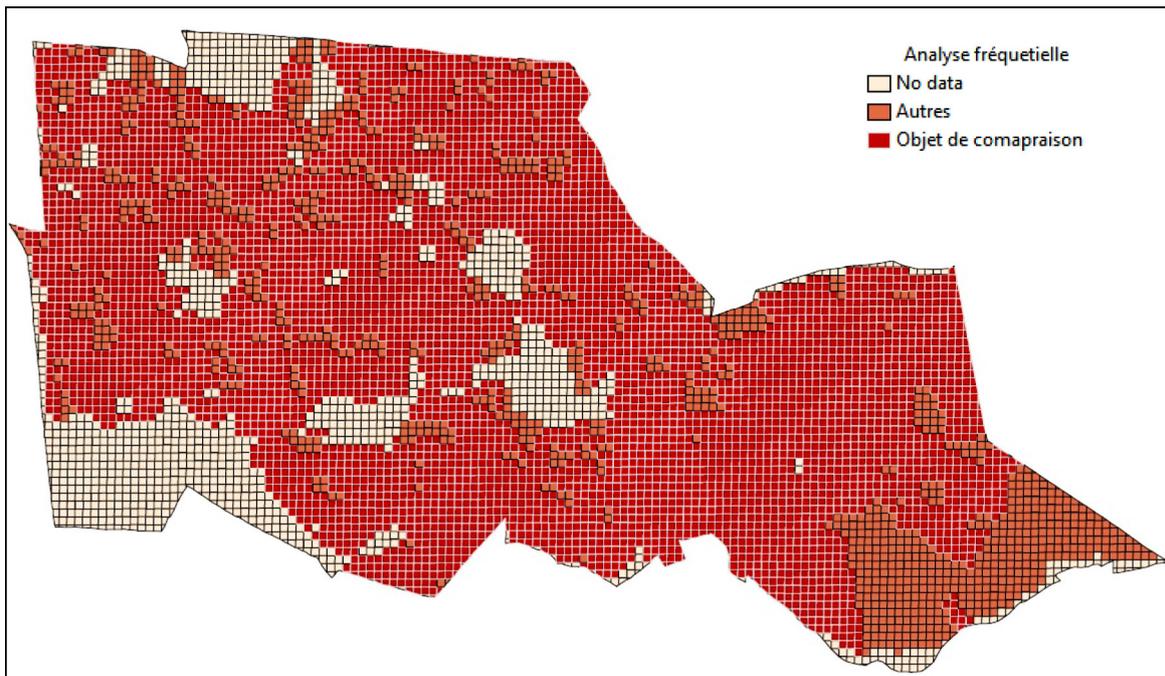


Fig. 22 Statistiques zonales sur l'échantillonnage de la carte d'occupation des sols du PDAU et les zones d'intérêt (commune Sidi Chahmi)
 (Superficies : Autres=1055 ha, objet de comparaison=4892 ha, no data=1003 ha, Total= 6950ha)

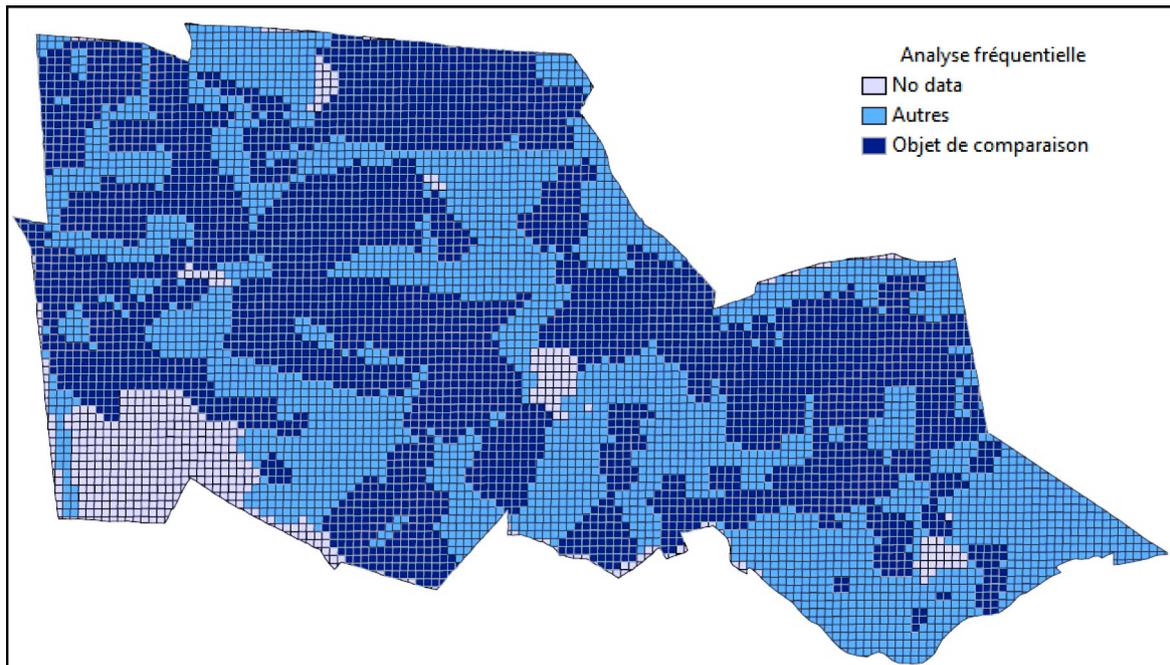


Fig. 23 Statistiques zonales sur l'échantillonnage de la carte d'occupation des sols du cadastre et les zones d'intérêt (commune Sidi Chahmi)
 Superficies : Autres : 2807 ha, objet de comparaison= 3666 ha, no data = 477ha, (Total=6950ha)

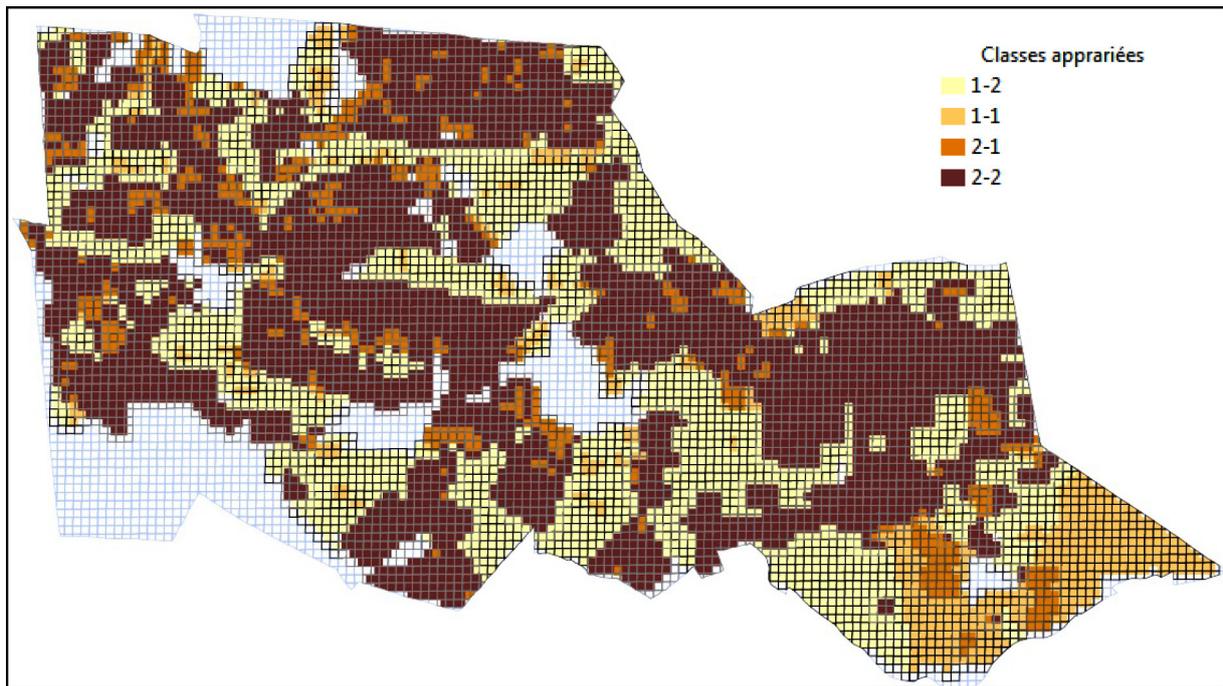


Fig. 24 Résultat d'appariement des objets d'occupation des sols Cadastre-Urbanisme (object based matching).
 Superficies: 1-2 = 1829 ha, 1-1= 533ha, 2-1= 499ha, 2-2= 3028ha, No data=1061 ha Total=6950ha

Contrairement aux méthodes testées ci-dessus relative à l'appariement basé sur les schémas conceptuel et les attributs, le recours à l'approche de mise en correspondance spatiale basée sur les objets, a permis de mettre en évidence une superficie d'objets similaires de plus de 3000 ha soit 43,57% de la surface totale. *Cela signifie qu'une complémentarité d'information est évidente entre les deux données à des échelles égales.*

4.4. Complémentarité des données

L'imagerie spatiale constitue le meilleur exemple de la complémentarité des cartes thématiques d'occupation des

sols qui doit résulter des bases de données cadastrales ou produites dans le cadre d'élaboration des instruments d'urbanisme.

Nous illustrons dans les (figures 26, 27 & 28) le problème d'exhaustivité de la Géodatabase cadastrale (incomplétude).

La carte d'occupation des sols produite par conversion des données attributaires en objets thématiques, montre que plus de la moitié de la superficie correspond à des parcelles dont l'information sur l'occupation des sols n'est pas renseignée.

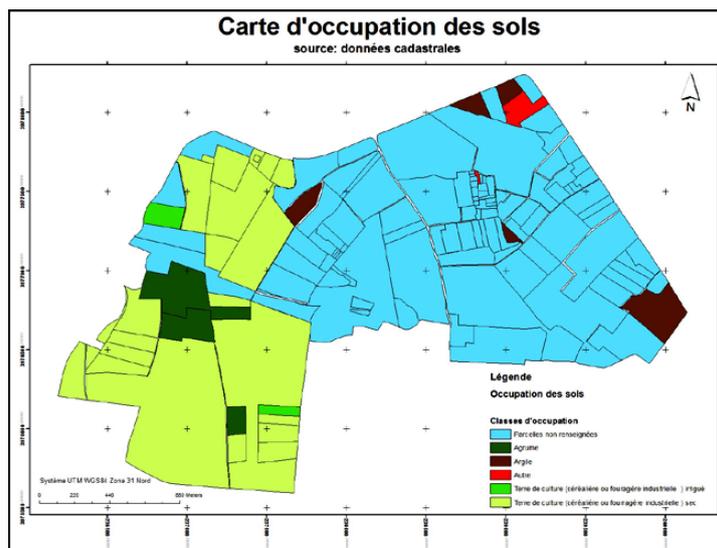


Fig. 25 Carte d'occupation des sols dérivée des données cadastrales (zone d'étude sud de la ville de Mostaganem)

A un niveau de segmentation équivalent à l'échelle des données cadastrales en zones rurales (1/5000), une classification a été appliquée sur l'image Quickbird.

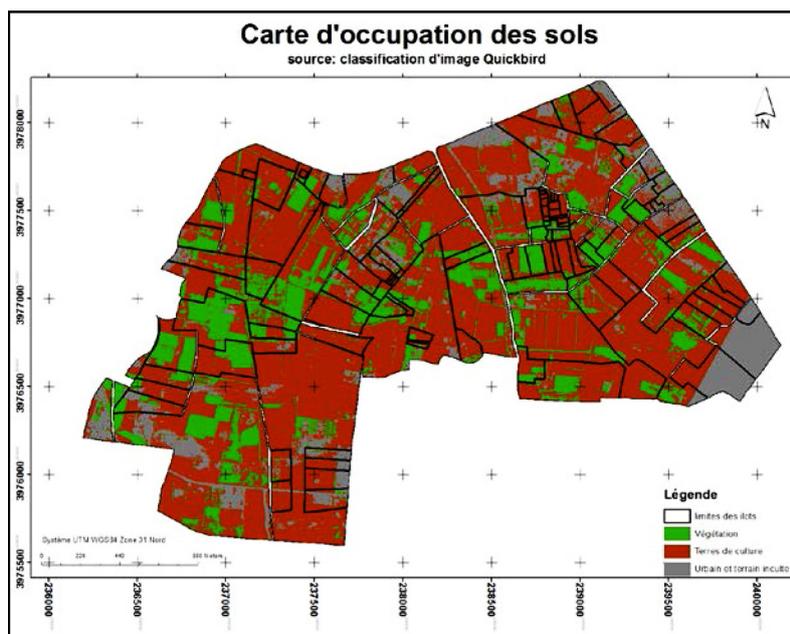


Fig. 26 Carte d'occupation des sols obtenue par classification de l'image Quickbird (zone d'étude sud de la ville de Mostaganem)

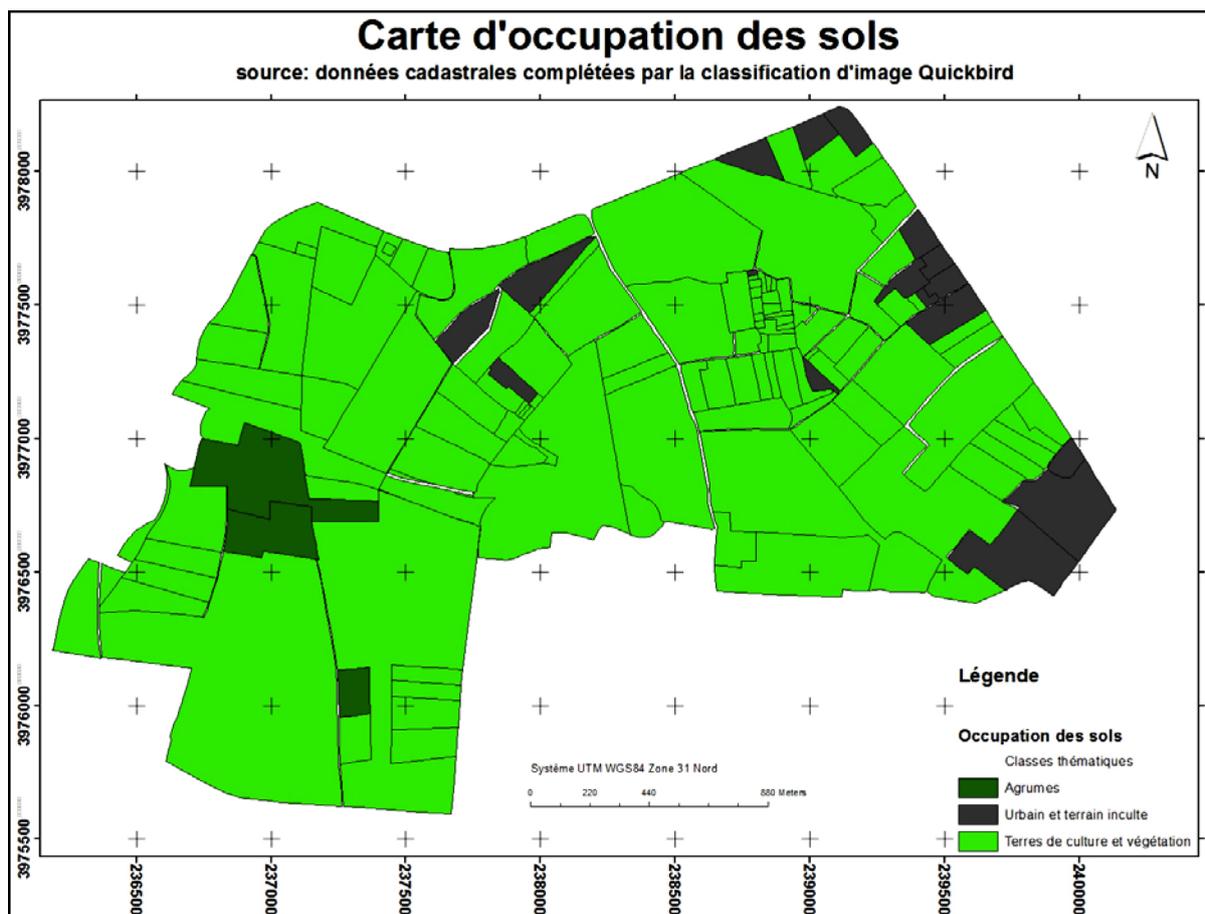


Fig. 27 Carte d'occupation des sols dérivée des données cadastrales complétée par intégration des données complémentaires issues de l'imagerie Quickbird

4.5. Prise de décision

Deux problématiques sont abordées, la première liée aux imperfections relatives à l'exploitation de certains produits dérivés de l'imagerie comme l'indice de végétation normalisé NDVI dont la séparation thématique des différents objets n'est pas précise (limites floues). Pour cela le recours aux cartes thématiques issues des données cadastrales peut constituer une alternative. La seconde liée à l'utilisation des données du système foncier pour la prise de décision en matière d'aménagement.

L'extraction de l'information sur la biomasse végétale à partir d'une série diachronique d'images satellites.

Nous partons du principe qu'une parcelle à faible valeur du NDVI, pendant la saison où la végétation est en pleine maturité et à plusieurs dates, est classée inculte ou à faible rendement et l'inverse. (Les figures 28, 29 & 30) représentent les résultats des séparations thématiques de la végétation aux autres classes pour les images : Quickbird, Alsat2-2013 et Alsat2-2017 respectivement. Une normalisation géométrique a été appliquée afin d'homogénéiser les résolutions.

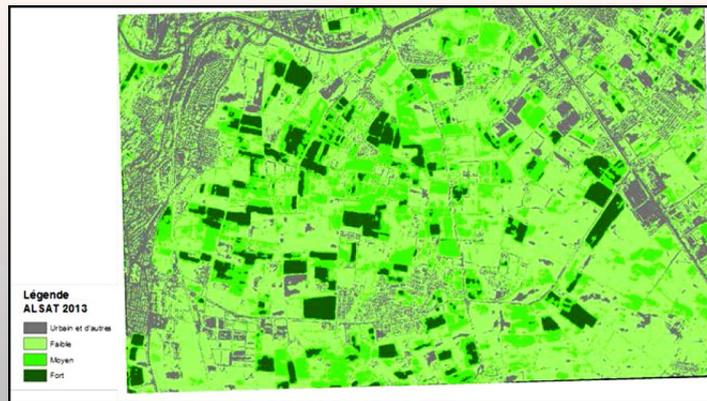


Fig. 28 Séparations thématiques à partir de l'image ALSAT2 2013

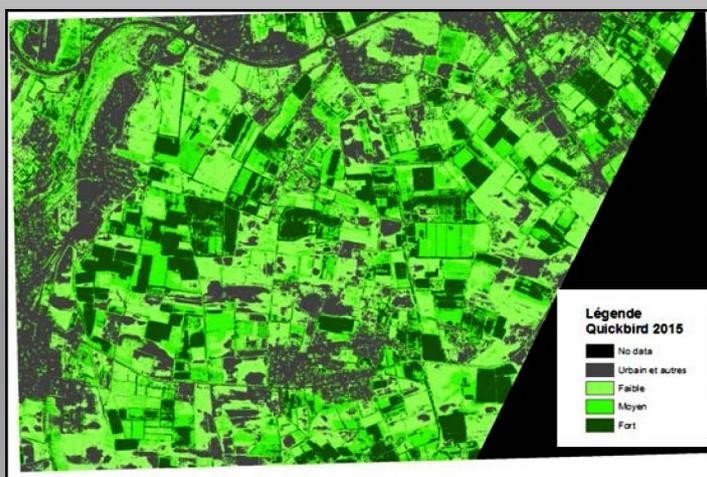


Fig. 29 Séparations thématiques à partir de l'image Quickbird 2015

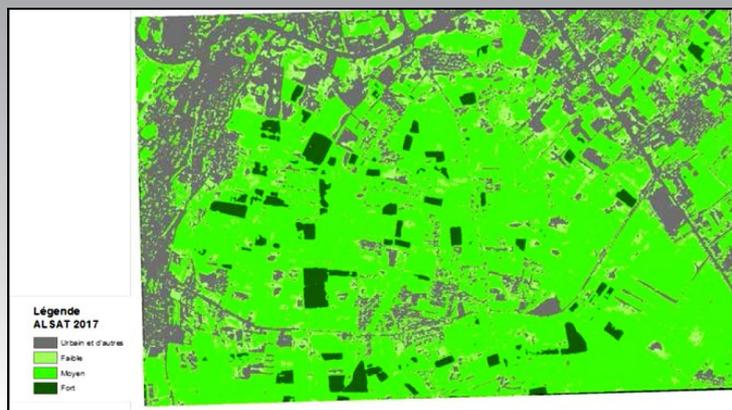


Fig. 30 Séparations thématiques à partir de l'image ALSAT2 2017

Une carte indicatrice sur la densité de biomasse végétale par parcelle est produite par fusion (par analyse multicritères) des trois produits NDVI dérivés des images multi-capteurs.

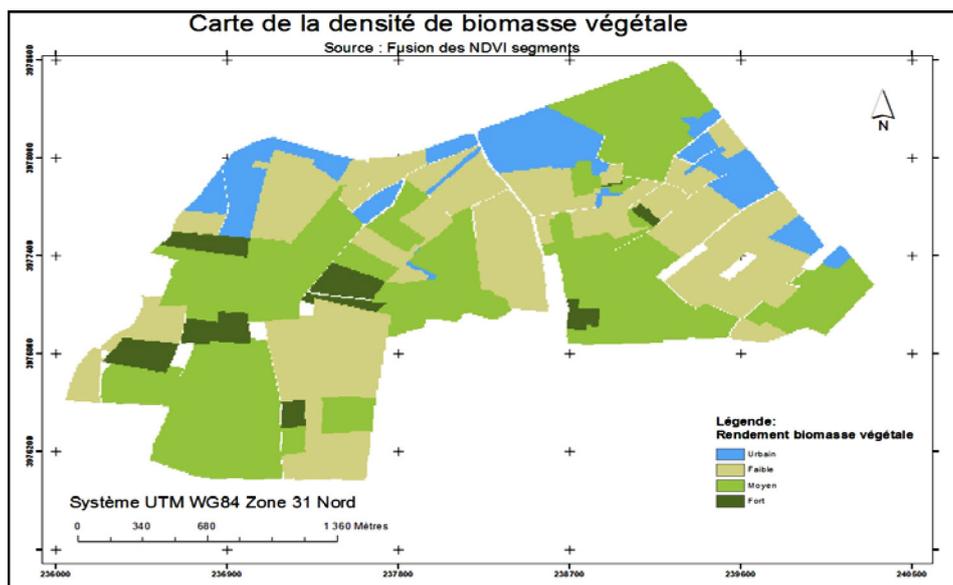


Fig. 31 Carte d'indication sur le revenu des parcelles agricoles obtenu par biomasse végétale

En se référant à la législation régissant l'utilisation du sol pour un besoin d'aménagement, notamment les lois et textes relatifs à l'élaboration du PDAU dans sa première phase, il est strictement interdit (sauf en cas de nécessité pour utilité publique) de programmer des équipements dans des périmètres agricoles ou à vocation agricole. Ainsi, toute opération d'aménagement doit s'effectuer dans le périmètre des biens de l'Etat. Ces deux paramètres ont été combinés afin d'établir la carte d'aptitude à l'aménagement en respectant ces indicateurs législatifs.

Par souci de respect des lois promulguées pour la protection et la préservation des terres agricoles et du choix des assiettes foncières appartenant à l'Etat, la jonction des deux indicateurs a fait ressortir trois classes thématiques de superficies différentes : 375.82 ha (Périmètres inconstructibles par respect des lois), 72.30 ha (Peuvent être utilisées sous conditions), 25.69 ha (Appropriées à l'aménagement).

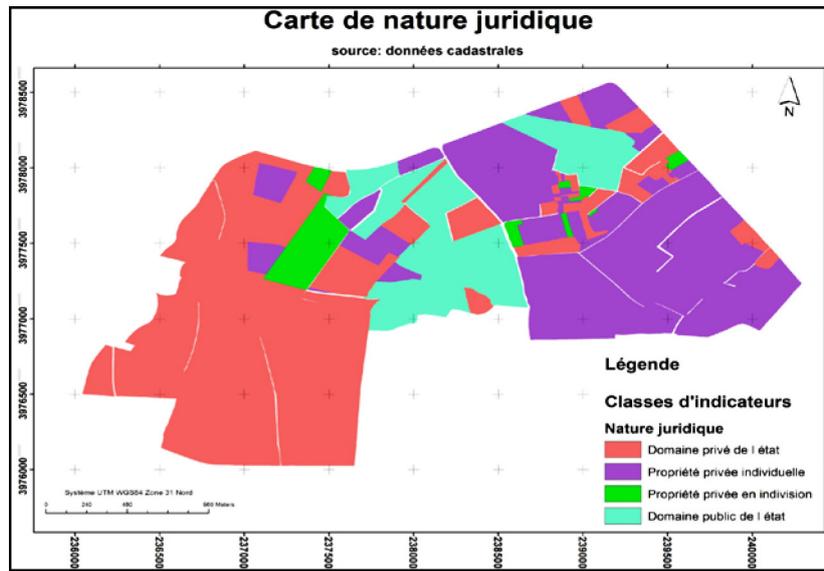
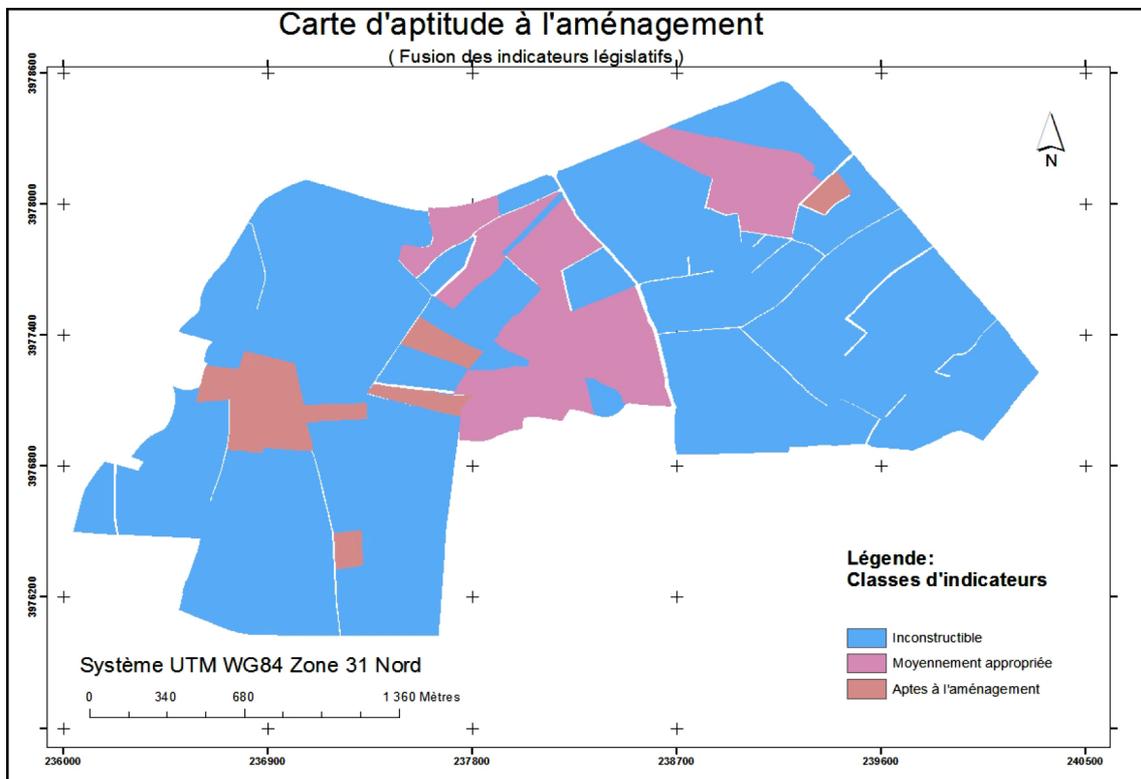


Fig. 32 Carte de la nature juridique des parcelles à l'intérieur du périmètre d'étude



5. Conclusion

Le travail mené dans le cadre de ce projet avait pour objectif d'étudier la gouvernance territoriale et la maîtrise de la donnée foncière. Cela par la recherche des possibilités offertes par les techniques de combinaison des données multi-sources dans le cadre d'un système d'informations foncières. La conception architecturale dudit système regroupe les données d'appropriation du foncier (cadastre) et sa consommation dans le contexte d'exécution des instruments d'urbanisme avec les données ortho-images à très haute résolution comme support d'extraction de l'information complémentaire.

L'idée de cette réflexion n'est pas fortuite, elle s'inscrit dans le cadre d'envergure nationale notamment la création d'une Infrastructure Nationale des Données Géographiques INDG (initié par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection INCT) qui regroupe les principaux acteurs nationaux de l'Information Géographique.

Les problèmes d'intégration des données exploitées dans le cadre de ce travail peuvent être résumés dans les points suivants :

1. L'hétérogénéité des données : La nature et la source des différentes données et l'absence des métadonnées, rendent la problématique de fusion des données difficile, voire impossible dans certains cas.

2. Absence des normes de gestion du foncier : L'absence des règles techniques, des standards relatifs à la définition précise des données foncières, leurs représentations, leurs contenus et leurs métadonnées est l'une des contraintes techniques rencontrées lors de la modélisation. Malgré la présence des deux fascicules de normalisation graphiques du cadastre et de l'urbanisme, les bases construites au niveau des deux services ne faisant pas référence à ces documents. La différence de symboles, de la syntaxe et d'objets a donné un résultat négatif lors des tests du Data-Mining effectués malgré la mise en évidence de la redondance d'information par la solution d'appariement spatial.

3. Précision de la position : Pour trois sources différentes, il faut parler d'au moins trois précisions différentes. La résolution de ce problème nécessite une normalisation

géométrique par recalage par rapport à un jeu de données de référence. Il est important de signaler ici que la résolution définitive du problème de chevauchement des limites n'est pas toujours évidente.

4. Exhaustivité et aspect temporel : Nous avons démontré l'efficacité de l'imagerie haute résolution Alsat2 et très haute résolution Quickbird en matière d'extraction d'information complémentaire à la donnée cadastrale et d'urbanisme. Cependant, certains points conditionnent cette utilisation, notamment la détermination d'échelle d'intégration et les techniques d'extraction assurant la qualité requise.

Le recours à la constitution des arbres ontologiques d'objets par calculs des segmentations multi-résolution a apporté des résultats significatifs en ce sens.

Nous soulignons aussi, qu'un soin particulier doit être porté par l'utilisateur quand il s'agit de l'utilisation des produits dérivés de l'imagerie satellite. L'exemple donné c'était le calcul des NDVI pour avoir l'information sur la biomasse végétale en plusieurs périodes d'acquisition. Les limites incertaines qui séparent les classes thématiques peuvent altérer la qualité des attributs et par conséquent les décisions. La documentation cadastrale peut constituer une alternative à condition qu'elle soit complète et mise à jour régulièrement.

En contournant ces problèmes, l'exemple de la réalisation de la carte d'aptitude à l'aménagement par fusion d'indicateurs législatifs (relatifs à la préservation des terres agricoles ou à vocation agricoles et la programmation d'aménagements dans les territoires appartenant à l'Etat) a prouvé l'efficacité de ce système pour prendre les bonnes orientations foncières dans le cadre d'élaboration du PDAU.

Enfin, ce travail ouvre des pistes de réflexion autour de l'utilisation des normes validées et adoptées récemment par l'IANOR (Institut Algérien de Normalisation) suite aux travaux et recommandations du Conseil National de l'Information Géographique CNIG.

Références bibliographiques

- Abdelfettah Feliachi, 2018* : « Interconnexion et visualisation de ressources géoréférencées du Web de données à l'aide d'un référentiel topographique de support », Université Paris-Est, 2017. Français. HAL Id : tel-01787128 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01787128>.
- ADEUS, 2008* : « URBANISME », Agence de développement et d'urbanisme de l'agglomération strasbourgeoise ADEUS 9 rue Brûlée - CS 80047 67002 Strasbourg cedex, Directrice de la publication Anne Pons, Directrice de l'ADEUS, Contenus Cathie Allmendinger. <http://www.adeus.org/glossaire/urbanisme>.
- Bertrand Liaudet, 2012* : « Cours de Data-Mining 3 : modélisation présentation générale », EPF - 4^{ème} année - IAP - Cours de Data mining -4 : Modélisation - page 1/16.
- Bastien L, 2018* : « Data Mining : qu'est ce que l'exploration de données ? » Magazine I.A, Cloud et Big Data, <https://www.lebigdata.fr/data-mining-definition-exemples>.
- Conseil National Economique et Social CNES-Algérie, 2004* : « La configuration du foncier en Algérie : une contrainte au développement économique », édition/CNES[A3]01/AS/24S/CNES/DEE/CPDES/17.07.2004. <http://www.cnes.dz/static/Cnes/data/Session%20Plénière/FR/SP24/Rapport-sur-la-configuration-du-foncier.pdf>.
- Cyril De Runz, 2008* : « Imperfection, temps et espace : modélisation, analyse et visualisation dans un SIG archéologique ». HAL Id : tel-00560668 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00560668>. P 111.
- Khaled Chorfi, Kamel Younesi, 2008* : « Le foncier urbain entre opportunité et maîtrise. Cas de Sétif (Algérie) ». Penser la ville – approches comparatives, Oct 2008, Khenchela, Algérie. pp.247. halshs-00382600, HAL Id : halshs-00382600, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00382600>.
- Nathalie Abadie, 2013* : « Formalisation, acquisition et mise en œuvre de connaissances pour l'intégration virtuelle de bases de données géographiques : les spécifications au cœur du processus d'intégration », Université Paris-Est, 2012. Français. ffNNT : 2012PEST1054ff. fftel-00794395 HAL Id : tel-00794395, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00794395>.
- Nils Gesbert, 2005* : « Étude de la formalisation des spécifications de bases de données géographiques en vue de leur intégration », Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université de Marnela Vallée Spécialité : Informatique. http://recherche.ign.fr/labos/cogit/pdf/THESES/GESBERT/These_Gesbert_2005.pdf.
- Nemouchi H, 2011* : « Pratiques sociales et problèmes fonciers en Algérie ». Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée. Montpellier : CIHEAM, 2011. p. 127-143 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 66, <http://om.cih.eam.org/article.php?IDPDF=801379>).
- O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, W. Khechimi, 2019* : « Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie ». [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. 2019, pp.82. fffal-02137632f, HAL Id : hal-02137632 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02137632>.
- Sébastien Mustière, 2014* : « Intégration de données géographiques », Synthèse de travaux de recherche en vue d'obtenir l'habilitation à diriger des recherches délivrée par l'université Paris-Est spécialité Sciences et Technologies de l'Information Géographique. <http://recherche.ign.fr/labos/cogit/pdf/HDR/hdr-mustiere-2014.pdf>.
- Université Montpellier3, 2010* : « Acquérir et intégrer des données géographiques Partie 1 ». <http://www.univmontp3.fr/ateliermercator/wpcontent/uploads/2010/03/AcquisitionIntegration2010Part2.pdf>.