

Infrastructures de Données Spatiales au Maroc à la lumière des expériences internationales

Spatial Data Infrastructures in Morocco in light of international experiences

Elomari Elmostapha¹, El-ayachi Moha², El Mansouri Loubna², Ghinane Hassan³

¹ *Doctorant, Centre Doctoral de l'Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat(elomarifr@gmail.com)*

² *Professeurs, Sciences Géomatiques Ingénierie Topographique, IAV Hassan II, Rabat*

³ *Professeur, Université Hassan II, Casablanca*

Résumé

Une Infrastructure de Données Spatiales (IDS ou SDI en anglais) constitue une plateforme de coordination des échanges et de partage de données spatiales entre plusieurs acteurs : producteurs ou consommateurs (utilisateurs) de données à référence spatiale. Au Maroc, on assiste à une production massive de données spatiales et plusieurs organismes généralement publics commencent à sentir la nécessité d'un mécanisme d'échange de données pour optimiser leurs efforts et éviter une production redondante.

Cet article a pour but d'élaborer un état de l'art sur les SDI pour illustrer les bonnes pratiques et étudier leur rôle dans la mise en œuvre d'une plateforme de partage de l'information spatiale au Maroc. La démarche suivie consiste premièrement à décrire et mettre en évidence le concept des SDI à travers une analyse de la littérature existante. Ensuite, une étude Benchmarking sur la construction des SDI au niveau national et international sera conduite.

A travers cette étude, il a été constaté que le contexte national présente des atouts pour la mise en place d'une Infrastructure des Données Spatiales et que les initiatives en cours vont permettre la mise en place d'un observatoire facilitant la mise en œuvre d'une SDI au Maroc.

Abstract

The Spatial Data Infrastructure (SDI) is a platform to coordinate the exchanging and sharing of the spatial data between several actors producing or using data with spatial reference. In Morocco, massive spatial data is produced and several government agencies are feeling the urgent need for a data exchange mechanism to optimize their efforts and avoid redundant production. The purpose of this paper is to elaborate a state of the art on the SDI to illustrate the good practices and study their role in implementing a platform for sharing spatial information in Morocco. The approach consists of describing and highlighting the concept of SDI through an analysis of the existing literature. A Benchmarking study on the construction of SDI at national and international level will be conducted. Through this study, it was found that the national context presents advantages for the implementation of a Spatial Data Infrastructure and that the initiatives in progress will allow the setting up of an observatory facilitating the implementation of an SDI in Morocco.

Mots-clés

Données spatiales, information spatiale, Benchmarking, Normes, partage, plateforme.

Keywords

Spatial data, spatial information, Benchmarking, Standards, sharing, Platform.

1. Introduction

Les données spatiales constituent une denrée importante pour les processus de décision. Elles sont la base dans les processus de prise de décision et de gestion à tous les niveaux, du local au national. Ceci est particulièrement important pour toutes les thématiques et domaines de l'action publique.

Actuellement, l'utilisation de l'information à référence spatiale au Maroc s'est étendue à des domaines de plus en plus variés. Après une aire de cartographie conventionnelle dont l'unique produit était la carte papier, les outils et les méthodes de représentation de l'espace géographique ont évolué. (Ibannain et Donnay, 2012).

Les progrès technologiques réalisés au cours des deux dernières décennies dans le domaine des Technologies de l'Information Spatiale (TIS) et de la Communication (TIC) fournissent a priori un contexte favorable à la mise en œuvre opérationnelle des politiques publiques par des méthodes et des outils technologiques adaptés.

Les Infrastructures de Données Spatiales (IDS ou SDI¹ en anglais) se prêtent parfaitement bien à ce genre de problématiques puisqu'elles offrent des solutions fédérées qui rassemblent les données, les réseaux informatiques, les normes et standards, et les ressources humaines nécessaires pour faciliter et coordonner le partage, l'accès et la gestion des données spatiales. Elles ont pour but de faciliter la mise à disposition et l'accès aux données spatiales. Elles peuvent contribuer à une gestion efficace à travers les systèmes d'information, les politiques et les dispositions organisationnelles qu'elles rassemblent. Leur contribution effective dépend des réponses qu'elles apportent aux gestionnaires et décideurs.

L'analyse de la situation actuelle a permis d'identifier de nouveaux besoins en termes d'administration de l'information spatiale. En d'autres termes, l'attention doit être orientée vers l'instauration des dispositions nécessaires pour une possible mise en commun de l'information géographique, susceptible de conduire à la mise en place d'une infrastructure nationale de données (Ibannain et Donnay, 2012).

Cet article se compose de deux grandes parties. La première partie de revue bibliographique sur les Infrastructures de Données Spatiales (SDI) résume un ensemble de concepts et de définitions SDI et de leur évolution historique à travers une lecture profonde de la littérature dans ce domaine. Également une description de l'architecture des SDI en précisant ses principales composantes et sa nature hiérarchique. La deuxième partie décrit des initiatives internationales en termes de mise en œuvre des SDI afin de comprendre leurs composantes, leurs enjeux et d'identifier les meilleures pratiques ainsi que des approches sur les expériences marocaines de partage de l'information spatiale et le contexte qui favorise cette vision de diffusion et d'accès à l'information.

La partie relative aux concepts et définitions des infrastructures de données spatiales donne des idées clés d'une diversité de définitions. Elle présente en conséquence une description des composantes commune de l'architecture des Infrastructures de Données Spatiales. Cette architecture qui comprend les éléments suivants :

- Données de base,
- Parties prenantes et partenariat,

¹ Dans le reste de cet article, nous avons opté pour l'utilisation de l'acronyme anglais IDS

- Normes et standards,
- Politiques et arrangements institutionnels,
- Réseau d'accès.

Cette partie décrit également les structures hiérarchiques et les niveaux de planification des SDI qui peuvent être développés tant au niveau local, infranational, national (NSDI), régional qu'au niveau mondial.

La deuxième partie de cet article consiste à étudier des expériences internationales de mise en œuvre des infrastructures de données spatiales (la SDI nationale des États-Unis, de l'Australie, et de l'Indonésie), ces initiatives nationales sont décrites avec une approche conceptuelle commune afin de présenter leurs similitudes et différences. Cette partie présentera également des expériences marocaines qui favorisent l'accès et le partage de l'information spatiale.

2. Revue bibliographique sur les SDI

2.1 Concepts de base du SDI

Les Infrastructures de données spatiales (SDI) ont été mises en place depuis une vingtaine d'années afin de contribuer aux politiques publiques en facilitant le partage et l'accès aux informations spatiales. Les SDI font référence à des solutions fédérées qui rassemblent, dans un cadre dynamique, les informations, les réseaux informatiques, les normes et standards, les accords organisationnels et les ressources humaines nécessaires pour faciliter et coordonner le partage, l'accès et la gestion des informations spatiales (J. Georis-Creuseveau et al ,2015).

Le concept SDI représente une infrastructure de base qui soutient l'émergence économique, la gestion de l'environnement et la stabilité sociale dans les pays développés et en développement. En raison de sa nature dynamique et complexe, (Williamson et al, 2003), une diversité de définitions a été proposée par divers auteurs, qui, dans leur ensemble, sont une base pour la compréhension. Cette variété de vues de la SDI se reflète peut-être dans les diverses formes dans lesquelles elle s'est développée (Masser, 1999).

Selon Nebert (2004) l'infrastructure de données spatiale désigne la collection pertinente de technologies, de politiques et d'arrangements institutionnels qui facilitent la disponibilité et l'accès aux données spatiales. La SDI fournit une base pour la découverte, l'évaluation et l'application de données spatiales pour les utilisateurs et les fournisseurs à tous les niveaux du gouvernement, du secteur commercial, du secteur sans but lucratif, du milieu universitaire et des citoyens en général.

Le Comité fédéral des données géographiques (2010) définit la SDI comme un ensemble d'individus, d'organisations, de technologies et de données spatiales intégrées pour faciliter le développement et la diffusion des données spatiales et l'utilisation des technologies de l'information géographique.

ANZLIC (2010) définit l'infrastructure australienne des données spatiales comme étant un réseau distribué de bases de données, liées par des politiques, des normes et des protocoles communs pour assurer la compatibilité. Bien que Masser (1998) explique que l'infrastructure nationale d'information spatiale est un ensemble de politiques, de séries de données, de normes, de technologies (matériel, logiciels et communications électroniques) et de connaissances fournissant à l'utilisateur les informations géographiques nécessaires à la réalisation d'une tâche.

Un certain nombre de composantes sont régulièrement citées pour définir les infrastructures de données spatiales. Williamson et al. (2003) les définissent comme des « dispositifs qui

rassemblent, dans un cadre dynamique, les informations, les plateformes techniques, les normes et standards, les accords organisationnels, les ressources humaines et les communautés nécessaires pour faciliter et coordonner l'accès et le partage des informations géographiques »

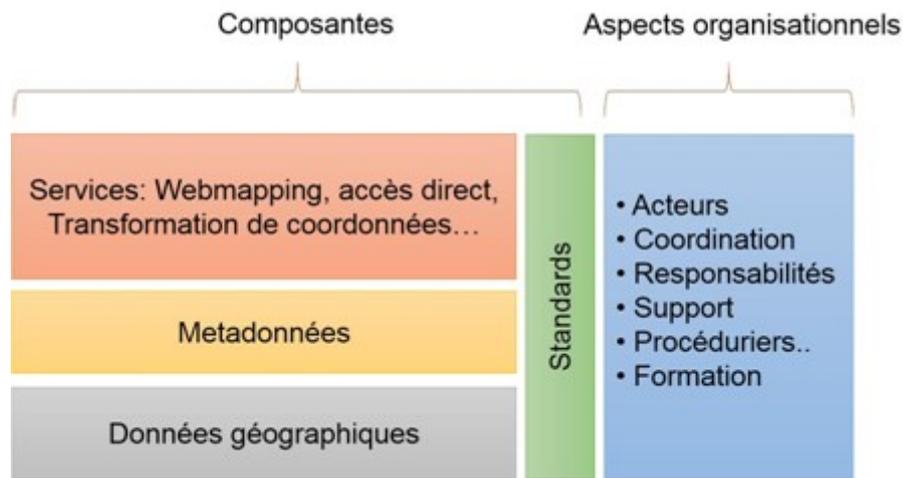


Fig. 1. Composantes des SDI (Adapté du modèle de Rajabifard et al. 2003)

2.1.1 Données

Les données fondamentales ou données de base ont été définies de plusieurs façons, mais des ensembles de données spécifiques sont considérés comme fondamentaux dans une SDI, par exemple, le contrôle géodésique. Cet ensemble de données clés est essentiel car il donne une référence spatiale à toute position par rapport à des données de référence verticales et horizontales spécifiées et assure un niveau de qualité spécifié comme approprié aux ensembles de données SDI (Ryttersgaard, 2001).

Les données spatiales sont la principale composante d'une SDI et, à ce titre, des jeux de données fondamentales ou données de base existent dans tous les modèles de la SDI. Un jeu de données fondamental est défini comme « Un ensemble de données selon lequel plus d'un organisme gouvernemental a besoin d'une couverture nationale cohérente pour atteindre ses objectifs » (ANZLIC, 2010).

L'enquête menée auprès des spécialistes des données spatiales aux États-Unis a largement contribué au développement de l'initiative de la SDI nationale aux États-Unis. Les ensembles de données fondamentales, sept au total, forment le cadre qui comprend les lignes directrices et les procédures nécessaires pour assurer l'intégration et le partage des données. Ces lignes directrices régissent les relations entre les parties prenantes et décrivent les pratiques commerciales visant les données spatiales (FGDC, 2010).

Au Canada, des ensembles de données fondamentales constituent le noyau de l'Infrastructure canadienne de données géo-spatiales (ICDG). Les données fondamentales sont appelées données-cadres dans l'ICDG et sont constituées de données spatiales qui décrivent le contexte canadien et fournissent des informations de référence sous forme continue et intégrée (Géo-Connexions, 2010). L'ICDG s'appuie sur un modèle de nœud de distribution, dans lequel des données spatiales sont créées, fournies, distribuées et entretenues par divers intervenants. Les données fondamentales au sein de l'ICDG sont distinctes par rapport à d'autres INDS, en ce sens qu'elles ont une identification supplémentaire et sont résolues en données spatiales régionales ou nationales.

En outre, les métadonnées peuvent être considérées comme un type particulier de données spatiales au sein d'une infrastructure de données spatiales, mais il est préférable de l'aborder avec des normes pour faciliter l'accès et la diffusion des données spatiales.

En résumé, l'infrastructure de données spatiales au Maroc doit se baser sur un nombre de jeux de données fondamentales en prenant en compte les différentes bonnes pratiques des expériences mondiales en termes de choix des données de base ainsi que les spécificités locales, et ceux par le biais d'un questionnaire spécifique qui sera un moyen pour la collecte des besoins des différentes parties prenantes en termes de données spatiales de référence de la SDI en question.

2.1.2 Parties prenantes et partenariat

Les infrastructures de données spatiales sont reconnues à tous les niveaux de la gestion des données spatiales, comme un outil permettant un partage efficace des informations spatiales, aux niveaux mondial, régional, national et local. En fonction du niveau d'infrastructure de données spatiales, nous pouvons prévoir différentes parties prenantes impliquées dans le cycle de vie des données spatiales (Ciceli, Tomislav, 2014)

L'ensemble des partenaires découlent des activités d'animation, de mise en réseau et de formations que les SDI mettent progressivement en œuvre (AFIGEO, 2014).

La pyramide des utilisateurs de données spatiales devient de plus en plus large presque tous les jours. À l'heure actuelle, la quantité d'informations spatiales utilisées dans différentes thématiques est énorme. Si nous essayons de voir le profil des parties prenantes tout au long du cycle de vie des données spatiales, nous devons être conscients que le cycle de vie peut être défini de différentes manières et sa définition est généralement déterminée par la perspective recherchée. (Ciceli, Tomislav, 2014)

Enfin, cette composante de partie prenante et de partenariat comprend les utilisateurs et les producteurs de données spatiales et tous les agents de valeur ajoutée intermédiaires interagissent pour stimuler le développement des SDI (agents politique, économique...). L'ensemble des activités techniques et organisationnelles des SDI sont généralement coordonnées par des instances décisionnelles et consultatives ainsi que par une équipe en charge du fonctionnement des SDI tels qu'une intuition centrale.

2.1.3 Normes et standards

Les normes de données spatiales représentent un élément clé du développement de la SDI. L'existence de normes, notamment internationales, facilite la découverte, l'échange et l'utilisation de données spatiales à travers le monde.

Un élément essentiel permettant de décrire les données spatiales et les produits à partager est fourni par les normes techniques. Ces normes sont élaborées dans le but de faciliter l'accès et de contribuer à une plus grande intégration et à la qualité des données, et comprennent des systèmes de référence, des modèles de données, des spécifications relatives à la qualité des données, des protocoles de transfert et surtout des métadonnées (Eagleson et Escobar, 2003).

L'utilisation et le partage efficaces de l'information spatiale exigent que celle-ci respecte les normes connues et acceptées. Les normes facilitent l'utilisation d'un éventail plus large de données. L'élaboration de normes formelles est un processus consultatif par le biais d'organismes nationaux de normalisation et par l'intermédiaire d'organisations internationales de normalisation. Les données spatiales sont normalisées en termes de référencement géographique, de contenu des données, de résolution et de métadonnées (SDI Africa, 2004).

Certaines organisations internationales de normalisation pour l'information spatiale sont : les normes ISO de TC211 (de droit) et organisations spécifiques telles que OGC (Open Geospatial Consortium), l'Organisation pour l'avancement des normes d'information structurée (OASIS) et W3C (Gould, et al. 2008).

L'infrastructure scientifique de Données et d'Informations GEO spatialisées sur l'environnement (Indigeo) repose sur différentes normes (F. Gourmelon, et al. 2016) :

- pour la description et la recherche des métadonnées (service de découverte INSPIRE), la norme internationale ISO 19115 de définition des métadonnées pour l'information géographique, ainsi que sur les normes ISO 19110 de catalogage des types d'entités (table attributive) et ISO 19139 de description du schéma d'implémentation XML ;
- pour l'interrogation et le moissonnage de ses métadonnées, le standard Catalogue Service for the Web (CSW) ; - pour la visualisation des données (service de consultation INSPIRE), les standards de l'OGC et principalement le Web Map Service (WMS) ;
- pour le téléchargement (service de téléchargement INSPIRE), les standards de l'OGC Web Feature Service (WFS) pour les données vectorielles / et Web Coverage Service (WCS) pour les données raster.

Les normes de données spatiales sont supposées représenter un élément clé du développement de la SDI. L'existence de normes, en particulier de normes internationales, facilite la découverte, l'échange et l'utilisation de données spatiales à travers le monde.

2.1.4 Politiques et arrangements institutionnels

Traditionnellement, il existait un monopole du gouvernement central dans le domaine de la cartographie. Une situation perpétuée au cours des décennies. Ainsi, les organismes de cartographie gouvernementale ont exclusivement entrepris la collecte et la distribution de données spatiales. Ceci a eu un impact significatif dans le développement moderne des SDI et la gestion des données spatiales (Nebert, 2004).

Le développement d'une SDI a d'abord été conçu comme étant principalement ou uniquement le rôle du gouvernement (Williamson et al. 2003). Toutefois, au fur et à mesure que les séries de données nationales ont été réalisées, le secteur privé a pris une place croissante dans la collecte, la fourniture et le maintien de données et de services spatiaux. Ainsi, l'évolution des rôles s'est-elle traduite par (ANZLIC, 2010).

- L'adoption du rôle de coordonnateur et de facilitateur par le secteur public qui se concentre essentiellement sur l'élaboration du cadre et de politiques et,
- La prestation de services et d'autres activités non essentielles par le secteur privé.

Le cadre institutionnel définit les dispositions politiques et administratives pour la construction, le maintien, l'accès et l'application des normes et des ensembles de données (ANZLIC, 1998). Les politiques et les mécanismes institutionnels définissent d'autres composantes des SDI telles que la gouvernance, la confidentialité et la sécurité des données, le partage des données et le recouvrement des coûts (Nebert, 2006). Ce sont les politiques et les composantes organisationnelles qui permettent la réalisation des buts et objectifs des SDI. Même lorsque des données et d'autres composantes sont en place, sans politiques habilitantes et arrangements institutionnels, la coordination, la coopération et le partage ne seront pas atteints.

2.1.5 Réseau d'accès

Gould et al (2008) affirment que « Bien que SDI soient principalement des cadres de collaboration institutionnelle, ils définissent et guident également la mise en œuvre de systèmes

d'information distribués hétérogènes, composés de quatre principaux composants logiciels reliés via Internet. Ces composants sont : 1) des éditeurs de métadonnées et des services de catalogue associés ; 2) des référentiels de contenu de données spatiales ; 3) des applications clientes pour la recherche et l'accès aux données spatiales ; et 4) des services intermédiaires ou de géo-traitement qui aident l'utilisateur à chercher et à transformer des données spatiales destinées à être utilisées par l'application côté client. Ceci est illustré dans la figure suivante :

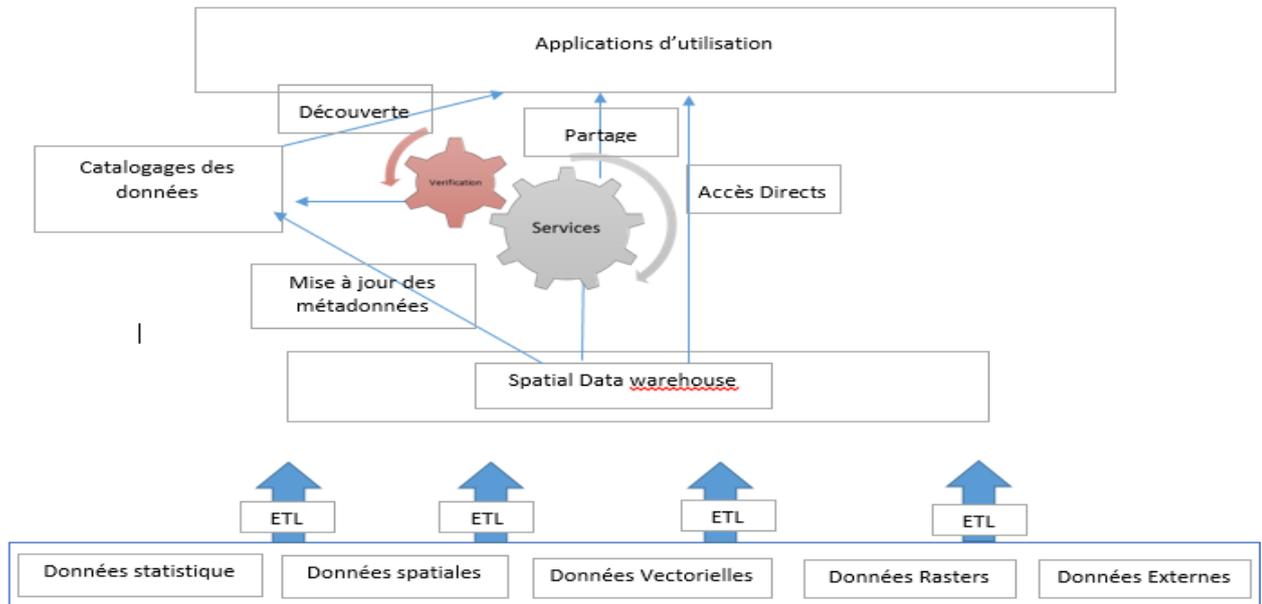


Fig. 2. Haut niveau de l'architecture des SDI , adaptée du FGDC-NASA Geospatial Interoperability Reference Model (GIRM), (FGDC, 2008).

2.2 Nature hiérarchique des infrastructures de données spatiales

Les structures hiérarchiques existent presque partout dans la nature et l'environnement créé par l'Homme, comme les taxonomies, les organisations, les bases de données, les systèmes politiques et le gouvernement, ainsi que les relations père-fils. Les propriétés des systèmes hiérarchiques incluent la simplicité et la complexité, les niveaux supérieur et inférieur et les systèmes imbriqués ; ce sont des propriétés qui ont été adaptées dans certaines applications de données spatiales (Eagleson et al. 2002). De plus, on peut constater une grande similitude entre le développement des SDI et celui des systèmes politiques et administratifs (Chan et Williamson, 1999). La hiérarchie des systèmes des SDI peut être vue d'un point de vue descendant ou d'un point de vue ascendant (Rajabifard et al., 2000; Williamson et al., 2003).

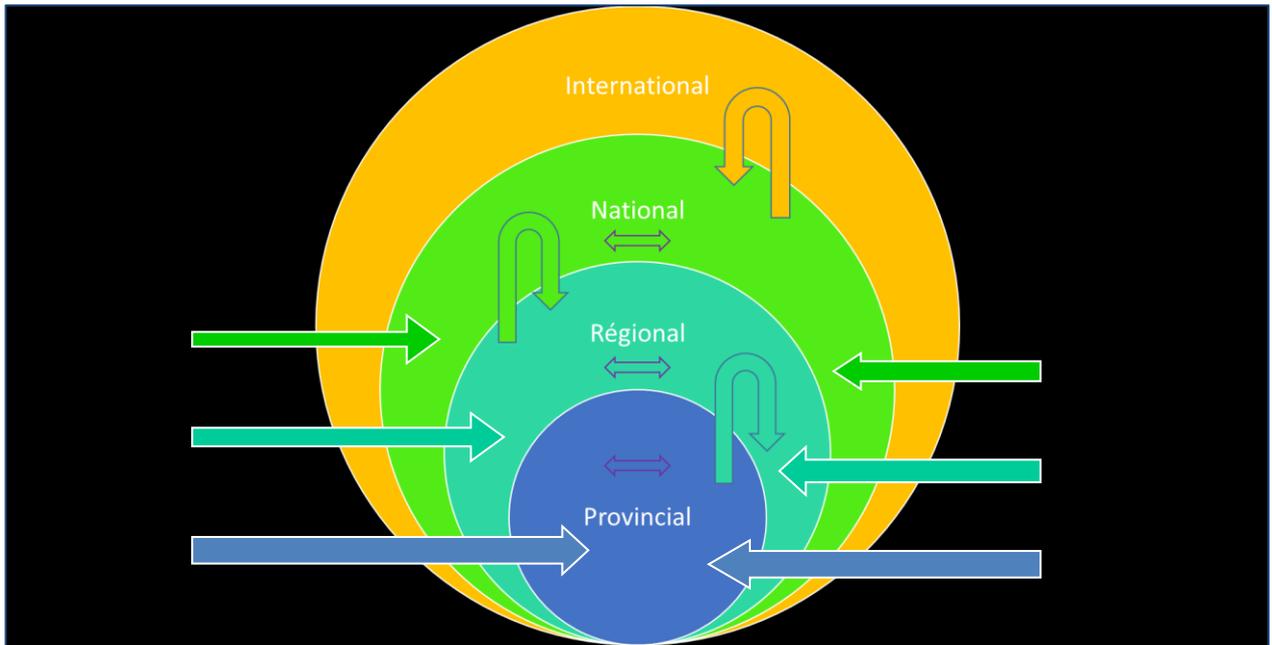


Fig. 3. Hiérarchie des SDI, Relations et collaborations entre les différents niveaux des SDI et les niveaux de planification (Adapté du modèle de Rajabifard et al., 2003)

En se référant à la figure 3 présentant une vue des différents niveaux des SDI et de leurs relations, y compris les flux de données, nous notons que des informations plus détaillées sont recueillies aux niveaux national, régional et provincial pour la prestation de services SDI et la planification.

La SDI peut être développée au niveau de l'entreprise, au niveau local, au niveau de l'État, au niveau national (INDS), au niveau régional et au niveau mondial. De nombreux pays développent des SDI à différents niveaux, de l'échelon local à provincial, national et régional, à un niveau mondial.

La structure hiérarchique appliquée à la SDI est importante dans le développement de structures cohérentes pour conserver des données ou des bases de données, mais le développement et la mise en œuvre ne sont pas sensiblement affectés par son absence (Masser, 2005). En pratique, un organisme national ou fédéral peut choisir de traiter avec le niveau local, court-circuitant le niveau national, La hiérarchie en SDI est bien comprise dans les relations entre les niveaux administratif et politique (Rajabifard et al., 2000, Williamson et al., 2003).

La figure 3 illustre la complexité des relations verticale et horizontale, liant ces niveaux des SDI. L'importance de telles relations hiérarchiques réside dans le partage et le flux de données et d'informations qui découlent de la collaboration entre les niveaux politique et administratif. Ce point de vue de la collaboration peut alors se traduire par l'analyse de relations complexes similaires entre le secteur public et le secteur privé, ainsi que les organisations impliquées dans le SDI. Cependant, ce niveau de détail et de complexité dépasse le cadre de la figure 3, d'où un niveau «corporatif» plus faible est notablement absent.

2.3 Modèles de développement des infrastructures de données spatiales

Le développement des SDI peut être envisagé sous deux angles principaux, à savoir les produits ou les procédés (Rajabifard et al., 2002). Un modèle de développement des SDI axé sur les produits suppose une approche axée sur les projets, axée sur les résultats et la réalisation des

objectifs dans le contexte des solutions techniques. En revanche, une approche axée sur les processus est axée sur le développement d'activités spatiales et de systèmes, procédures et processus de gestion des données spatiales.

Les premières initiatives des SDI se situent vers 1990 (Rajabifard et al., 2002). Les SDI de cette première génération sont appelées « product-oriented » et sont mises en œuvre par des autorités publiques nationales, principalement celles responsables des informations de référence. Elles se concentrent essentiellement sur la production, la collecte et la centralisation des bases d'informations nationales (Masser, 2005; Craglia et Annoni, 2007; Hennig et al., 2013). Principalement destinées aux experts en systèmes d'information et en SIG, ces SDI sont envisagées sans la participation des autorités publiques infranationales, du secteur privé et du milieu universitaire (Masser et al. 2008).

En lien avec les développements technologiques (Masser, 2009), la seconde génération des SDI apparaît progressivement à partir des années 2000 et en fonction de la maturité de chaque dispositif. Cette seconde génération souligne le passage d'un modèle basé sur le produit à un modèle basé sur le processus (process-oriented) (Rajabifard et al., 2006) (Figure 4). Les SDI de cette seconde génération se concentrent sur l'utilisation des informations et des applications, par opposition aux informations elles-mêmes. Ces SDI se caractérisent par l'apparition des services en réseau qui facilitent le partage et l'utilisation des informations (Crompvoets et al. 2004 ; Craglia et Annoni, 2007).

Malgré le passage de la première génération à la seconde, les SDI continuent d'être mises en œuvre dans une approche top-down menée par les autorités publiques nationales où l'implication de groupes d'utilisateurs reste très limitée (Craglia et Campagna, 2009). Encore en 2011, Vandembroucke (2011) souligne que l'implication des communautés d'utilisateurs est assez modeste dans la grande majorité des Etats membres de l'Union Européenne et que la connaissance des usagers, de leurs usages et de leurs besoins reste faible. Les efforts sont essentiellement consacrés à la définition des informations et des métadonnées ainsi qu'aux normes et à la technologie alors que peu d'attention est accordée à l'utilisation réelle et souhaitée par les usagers pour répondre à leurs besoins.

Après la transition produit-processus qui a caractérisé le passage de la première à la seconde génération des SDI, la troisième génération place, quant à elle, l'utilisateur au centre des préoccupations concernant la mise en œuvre des SDI (Nedović-Budić et al. 2008 ; Masser, 2009 ; McDougall, 2010; Hennig et al., 2011)

L'émergence des SDI traduit en soi l'évolution de la production distribuée d'information géographique, initialement issue des producteurs nationaux d'informations géographiques de référence, par un grand nombre d'autres organisations. Cette évolution se poursuit depuis la fin des années 2000, des organisations vers les citoyens afin d'intégrer le phénomène VGI (Budhathoki et al. 2008). Selon les auteurs, « la re-conceptualisation de l'utilisateur en producteur² conduit à envisager la SDI comme une combinaison de centres de production d'information géographique formant des réseaux complexes de producteurs » qui profitent des « connaissances collectives et des savoirs locaux ». Les producteurs peuvent alors être impliqués et responsabilisés à travers une approche progressive et évolutive (cf. Figure 4).

² Le terme producteur est introduit par Budhathoki et al. (2008) pour désigner à la fois les utilisateurs et les producteurs d'information géographique et de contenu spatialisé

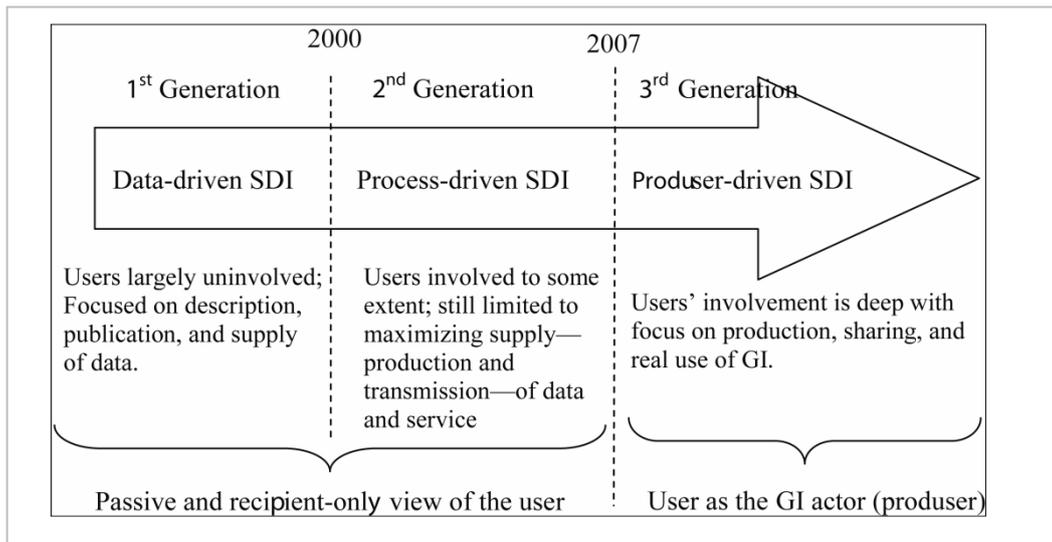


Fig. 4. Continuum de développement des SDI : première, deuxième et troisième génération (Budhathokietal.,2008)

3. Etude de Benchmarking sur les infrastructures de données spatiales

3.1 Principes de Comparaison

De nombreux pays ont lancé des SDI nationales. L'objectif de ces infrastructures est de réduire la duplication des efforts et d'améliorer la qualité, de réduire les coûts liés à l'information spatiale, de rendre les données spatiales plus accessibles au public, d'accroître les avantages de l'utilisation des données disponibles et d'établir des partenariats clés avec les États, les comtés, les villes, les nations tribales, le milieu universitaire et le secteur privé pour accroître la disponibilité des données (FGDC, 2008). Selon Williamson, et al, 2003, « la SDI nationale est une initiative destinée à créer un environnement propice à l'accès et à la récupération de données complètes et cohérentes avec une couverture nationale d'une manière simple et sûre - un cadre fondamental pour l'échange de données entre de nombreux organismes et disciplines ».

Dans cet article, nous allons nous concentrer uniquement sur trois expériences en termes de mise en œuvre de SDI qui concernent l'infrastructure de données spatiales Australiennes (ASDI), l'infrastructure nationale de données spatiales en Indonésie et l'infrastructure Nationale des Données Spatiales – USA. Une analyse des similitudes et des différences entre ces expériences a été effectuée sur des aspects techniques de ces initiatives nationales de données spatiales et sur les aspects institutionnels qui sont des domaines critiques pour la création et la gestion de SDI.

Ces initiatives nationales sont examinées selon les composantes principales suivantes :

- Données de Base
- Réseau d'accès
- Normes et standards
- Politiques
- Arrangements institutionnels

3.2 Définitions et composantes de SDI

3.2.1 Définitions :

L'infrastructure australienne de données spatiales (ASDI) est un cadre national pour relier les utilisateurs aux fournisseurs d'informations spatiales. L'ASDI comprend les personnes, les politiques et les technologies nécessaires pour permettre l'utilisation de données spatialement référencées par tous les paliers de gouvernement, le secteur privé, les organismes sans but lucratif et les milieux universitaires.

Busby et Kelly (2004) ont déclaré que les infrastructures australiennes de données spatiales étaient conçues pour permettre aux utilisateurs de faciliter l'accès à des informations spatialement référencées, peu importe où elles se trouvent. Initié par le Commonwealth australien et les gouvernements des États et des territoires en 1986, sous les auspices d'ANZLIC-The Spatial Information Council, l'ASDI établit des liens entre les SDI qui sont établies dans chacune des neuf administrations publiques de l'Australie. L'ASDI s'attache aussi aux secteurs privé et éducatif et à la communauté dans son ensemble.

Masser (2005) a déclaré que, en 1993, un groupe de travail inter-institutions a été créé pour identifier les utilisateurs et les producteurs de données foncières les plus importants afin de mettre en place un système national d'information géographique à des fins de planification en Indonésie. Bakosurtanal, l'Agence nationale de coordination et de cartographie coordonnait ce groupe de travail.

L'ordre exécutif 12906 appelle à la création de l'Infrastructure nationale de données spatiales des États-Unis qui est définie comme étant les technologies, les politiques et les personnes nécessaires pour promouvoir le partage des données spatiales à tous les ordres de gouvernement, le secteur privé et sans but lucratif, et la communauté universitaire. L'objectif de cette infrastructure est de réduire la duplication des efforts entre les organismes, d'améliorer la qualité et de réduire les coûts liés à l'information géographique, de rendre les données géographiques plus accessibles au public, d'accroître les avantages de l'utilisation des données disponibles et d'établir des partenariats clés pour accroître la disponibilité des données (FGDC, 2008).

(FGDC, 2005). Le Comité Fédéral de Données Géographiques (FGDC), créé par le Bureau de la gestion et du budget du président pour coordonner les activités de données géo-spatiales, est chargé de coordonner le développement de la NSDI à travers trois activités principales :

- La création d'un centre national d'échange de données géo-spatiales ;
- L'élaboration de normes pour la collecte et l'échange de données ;
- L'élaboration de politiques, de procédures et de partenariats pour créer des données géo-spatiales numériques nationales.

3.2.2 Composantes principales : Différences et similitudes

Dans cette partie, nous allons donner un bref aperçu sur les composantes principales de quelques exemples d'initiatives de mise en œuvre des infrastructures nationales de données spatiales dont la NSDI des États-Unis (Pays développé), de l'Australie, et de l'Indonésie (pays en développement). Nous avons identifié et sélectionné des exemples de différents types et nations en vue de trouver les forces motrices derrière les initiatives de mise en œuvre des SDI ainsi que leurs statuts actuels et leurs orientations futures.

| | Données de base | Interopérabilité, norme et standards | Arrangements institutionnels |
|---|---|--|---|
| Infrastructures de Données Spatiales Australiennes (ASDI) | Dix thèmes ont été retenus pour l'audit - limites administratives, cadastre, altitude, utilisation du sol, noms de lieux, routes, adresses de rue, végétation et eau. Ces ensembles de données sont utilisés par de multiples applications SIG et sous-tendent de nombreux produits et services spatiaux. | En réponse à l'évolution des attentes des utilisateurs, la SDI en Australie s'oriente vers un modèle de services Web basé sur les nouvelles normes internationales (ISO19115 et OGC Catalogue Service). Cela répondra mieux aux besoins des utilisateurs. | ANZLIC, composé d'un représentant de l'État australien, du territoire, des gouvernements du Commonwealth et de la Nouvelle-Zélande Gouvernement Secteur privé, secteur de l'éducation et communauté (publique) élargie. |
| Infrastructure Nationale de Données Spatiales en Indonésie | Données géodésiques, Données topographiques, Données cadastrales, Données bathymétriques Données thématiques en quatre classes : Ressources terrestres, Ressources forestières, Ressources en eau, Géologie et Ressources minérales. | L'Indonésie a commencé avec l'élaboration d'un système national d'information spatiale pour la collecte de données normalisées. L'interopérabilité reste difficile. | Agence de coordination : BAKOSURTANAL (Agence nationale de coordination et de cartographie) Autres agences : Centre de recherche sur les sols et les agro-climats ; Centre de données et d'information du département des implantations régionales et des infrastructures |
| Infrastructure Nationale des Données Spatiales – USA | Les thèmes de données géo-spatiales fournissant le noyau, le plus couramment utilisé comme jeu de données de base sont connus comme des données cadre. Il s'agit du contrôle géodésique, de l'ortho imagerie, de l'élévation et de la bathymétrie, du transport, de l'hydrographie, du cadastre et des unités gouvernementales. | Le FGDC élabore des normes de données géo-spatiales pour la mise en œuvre de la NSDI en consultation et en coopération avec les gouvernements étatiques, locaux et tribaux, le secteur privé et la communauté universitaire D'autres organismes de normalisation volontaire consensuels comprennent : ISO TC 211, OGC et W3C. | Agence de coordination : FGDC composé du président des sous-comités thématiques. Autres agences : Groupes de travail, Agences fédérales, Groupes d'intervenants. |

TABLEAU I. SYNTHÈSE DE COMPARAISON DES SDI DU BENCHMARKING

Dans cette partie, nous avons donné un bref aperçu sur quelques exemples d'initiatives de mise en œuvre des infrastructures nationales de données spatiales dont la NSDI des États-Unis (Pays développé), de l'Australie, et de l'Indonésie (pays en développement). Cette comparaison a défini quelques concepts et terminologies fondamentales dans le domaine des infrastructures de données spatiales. Nous avons identifié et sélectionné des exemples de différents types et nations en vue de trouver les forces motrices derrière les initiatives de mise en œuvre des SDI ainsi que leurs statuts actuels et leurs orientations futures.

L'analyse des définitions des SDI présentées dans cette partie est similaire et leurs ensembles de données fondamentales (de base) sont similaires, cependant sur les forces derrière ces initiatives on trouve quelques variations entre les pays développés et les pays en développement. La principale différence est de promouvoir le partage des données et de réduire les doublons dans les pays développés, alors qu'il s'agit de promouvoir la prise de conscience de l'utilisation de l'information spatiale pour aborder des questions nationales telles que la gouvernance et l'environnement dans les pays en développement. De plus, la comparaison des initiatives des SDI a défini quelques concepts et terminologies fondamentales dans le domaine des infrastructures de données spatiales.

Les réseaux d'accès sont mieux développés dans les États-Unis avec la présence d'un centre d'échange d'informations spatiales, tandis que les autres pays (moins développés) présentent des données / métadonnées via leurs sites web sans aucune institution de contrôle et de suivi. Une chose en commun avec toutes les NSDI examinées est que leur développement est un processus d'amélioration continu.

4. Analyse de l'expérience nationale

L'enjeu pour le Maroc dans le secteur des Technologies de l'Information (TI) pour les années à venir est non seulement de pérenniser les avancées déjà réalisées, mais surtout de permettre l'insertion du Maroc dans l'économie mondiale du savoir, via une intégration amplifiée et largement diffusée des TI au niveau de tous les acteurs de la société : État, administrations, entreprises et citoyens (Plan Maroc Numérique, 2013).

Le Maroc a adopté plusieurs stratégies et programmes pour le développement du secteur des technologies de l'information ainsi que des expériences prometteuses en matière de partage de l'information spatiale.

4.1 Loi 31-13 sur le droit d'accès à l'information

En application des dispositions de l'article 27 de la Constitution qui prévoit que « Les citoyennes et les citoyens ont le droit d'accéder à l'information ». Le conseil du gouvernement marocain a approuvé le 31 juillet 2014, le projet de loi 31-13 sur le droit d'accès à l'information.

le Maroc s'est engagé dans une voie d'ouverture et de progrès avec l'inscription du droit d'accès à l'information publique dans l'article 27 de sa nouvelle constitution – se plaçant ainsi parmi les pays les plus progressistes de la région en la matière.

Il doit cependant encore relever de nombreux défis pour que ce droit devienne une réalité. Et si les mises à niveau de la législation nationale et du fonctionnement administratif constituent des prérequis autant que des gageures, un aspect tout aussi important réside dans le changement des mentalités. L'ouverture et la transparence, la confiance entre administrés et autorités et la diffusion des informations pour une meilleure gestion doivent se substituer à la culture du secret et la rétention des informations au service de pouvoirs individuels (Michael T, 2014).

Il s'agit d'un processus long qui demande l'engagement conjoint de toutes les parties prenantes, du gouvernement, des administrations, des organisations de la société civile, des journalistes et de chaque citoyen, mais dont l'impact à moyen et long termes peut véritablement orienter positivement l'avenir et le développement du Maroc (Michael T, 2014).

En application de cette loi, le Maroc est en pleine ouverture pour la mise en place des initiatives de partage de l'information notamment l'information spatiale, dans un cadre global de développement du secteur des Technologies de l'Information.

4.2 Programme E-Gouvernement Marocain

Les services publics et leur efficacité ont un effet important sur la vie économique et sociale à l'échelle du pays. Ainsi, il est de plus en plus important d'offrir ces services de façon intégrée, transparente et sécurisée, pour que la société marocaine se transforme progressivement en société de l'information, grâce aux TI et conformément aux besoins et attentes des citoyens et des entreprises.

Le Plan Maroc Numérique 2013, lancé en octobre 2009, a inscrit le rapprochement de l'administration aux usagers parmi ses quatre priorités ; cette priorité a été déclinée à travers un

vaste programme e-Gouvernement constitué d'un portefeuille de 89 projets et services, sous la responsabilité de différents organismes et administrations, pour un investissement global de plus de 2 Milliards de dirhams (programme E-GOV).

L'objectif est d'exploiter les technologies de l'information et de la communication pour reconfigurer en profondeur les processus, les rendre efficaces et efficaces, totalement orientés au service du citoyen et de l'entreprise. Cela exige alors une collaboration transversale entre administrations et une vision partagée entre les entités qui collectent et exploitent l'information aux différents échelons de l'Etat (programme E-GOV).

Une multitude de projets et services sont réalisés dans le cadre de ce programme e-Gouvernement ; parmi ces projets on trouve le **Cadre Général d'Interopérabilité** qui représente un cadre de référence pour les administrations Marocaines listant des règles de conformité quant à l'usage de normes, de standards ou encore de références dans le développement des systèmes d'information de la sphère publique et aussi le portail **data.gov.ma**, qui est en ligne depuis mai 2014. Développé par le Ministère de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies afin de regrouper en un seul point d'entrée un ensemble de données publiques du Maroc disponibles sur plusieurs sites notamment des données spatiales, dans un format directement exploitable. Ces deux expériences sont encourageantes pour la réalisation de notre infrastructure de données spatiales.

4.3 Observatoire des Dynamiques des Territoires

La Direction de l'Aménagement du Territoire (DAT) est la structure gouvernementale chargée de l'anticipation sur les problématiques-enjeux territoriaux, la conception des stratégies d'intervention, l'impulsion et l'accompagnement des actions régionales en matière d'aménagement du territoire en s'assurant de la cohérence avec les priorités nationales, la production des outils d'aide à la prise de décision et leur diffusion ainsi que la recherche de la cohérence des actions sectorielles liées à l'aménagement du territoire.

La Direction de l'Aménagement du Territoire a initié le projet de la mise en place de l'Observatoire des Dynamiques des Territoires (ONDT). Pour ce faire, elle a adopté une démarche participative à laquelle ont été associés les principaux concernés et qui constituent aujourd'hui les véritables porteurs de l'ONDT.

La construction de l'ONDT s'est fait à travers un document projet d'une feuille de route pour la mise en place de l'Observatoire des Dynamiques des Territoires (ONDT) qui se veut un dispositif d'observation du territoire capable d'accompagner la dynamique des territoires marocains ; d'anticiper sur les enjeux et les évolutions futures de ces territoires et d'assurer une liaison fonctionnelle et opérationnelle avec tous les partenaires. Parmi les directives de la feuille de route de la construction de l'ONDT est « Piloté une réflexion sur l'adoption d'une infrastructure commune de l'information géographique Marocaine ».

Le premier projet concret mis en place par l'observatoire des dynamiques des territoires est le Géoportail national des territoires (www.geoportail.gov.ma) .Vu la nécessité de mettre à la disposition des décideurs et des gestionnaires nationaux et locaux les outils nécessaires (supports cartographiques, tableaux de bord statistiques, etc.) permettant de suivre les changements et les dynamiques de leur territoire et de mesurer l'impact territorial des politiques de développement adoptées qui constituent l'un des enjeux majeur de la gouvernance territoriale. Cet état de fait, requiert la démocratisation d'accès à l'information et le partage des données territorialisées, à jour et centralisées indispensables à l'élaboration des politiques et des stratégies de développement, et à la prise de décision.

C'est dans cette optique que la Direction de l'aménagement du territoire, de par les missions qui lui sont attribuées, a mis au service des acteurs territoriaux le Géoportail des Territoires « www.geoportail.gov.ma » pour la capitalisation, le partage et la communication des informations sur les territoires.

Toutefois, l'obtention d'informations exactes, détaillées, fiables, territorialisées et à jour est un défi majeur, surtout que dans la majorité des cas, le recours au relationnel est la seule issue. Ce qui constitue un obstacle réel à l'accomplissement de ces missions, à la mise à jour des productions de la DAT et des sorties des études et à la pérennité des systèmes d'informations existants. Pour toutes ces raisons et afin d'asseoir les bonnes bases pour l'ONDT, la DAT a lancé un projet d'élaboration d'un protocole permettant la veille sur la disponibilité des données et des indicateurs sur le territoire, leur collecte régulière et permanente auprès des départements producteurs, ainsi que leur valorisation et leur partage (CPS/DAT/ONDT, 2013).

4.4 L'expérience de l'observatoire national du développement humain (ONDH)

L'Observatoire National du Développement Humain (ONDH) a pour mission principale d'analyser et d'évaluer l'impact des programmes de développement humain mis en œuvre dans le royaume, et de proposer des mesures et des actions qui concourent à l'établissement d'une stratégie nationale de développement humain.

C'est un organe pluraliste et indépendant qui est en relation avec les autorités publiques, le secteur privé, les représentants de la société civile (ONG, partis politiques, syndicats) et les organismes internationaux œuvrant dans les domaines du développement humain, des relations d'ouverture, de partenariat, d'échange et de coopération.

L'ONDH produit peu de données, à part les enquêtes ponctuelles sur l'INDH et l'enquête annuel sur un panel des ménages. L'ensemble des données qu'il détient sont collectées auprès des sources de productions statistiques nationales ou internationales.

Les principales sources de production de données de l'ONDH sont les institutions internationales (Banque Mondiale, OMS, UNESCO, FMI), et les institutions nationales (Ministère de l'Intérieur, Ministère de l'Economie et des Finances, Ministère de l'Habitat et de la Politique de Ville, Ministère de l'Education Nationale et de la Formation Professionnelle, Ministère de l'Equipeement, du Transport et de la Logistique, Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Economie Numérique, Ministère de la Santé, Ministère de la Jeunesse et des Sports, HCP, Entraide Nationale, Agence Nationale de Réglementation des Télécommunications et les enquêtes de l'ONDH).

Le niveau de détail de ces données dépend de la granularité de l'information produite à la source. On trouve des données selon les granularités suivantes : territoire, pays, genre, niveau (scolaire, enseignement, qualification, pauvreté, etc.), secteur, tranches d'âge, type (maladies, emploi, médecins, habitat, dépense, etc.).

L'ONDH a entrepris la mise en place de son système d'information géographique (SIG) par la géo-localisation des projets et établissements ainsi que la collecte de données statistiques relatif à chaque projet ou établissement de développement humain relevant des secteurs de l'Education, de la Formation professionnelle, de la Santé, de l'Enseignement supérieur, de l'Entraide nationale, de la Jeunesse et des Sports, des Coopératives, de la Fondation Mohammed V et de l'INDH.

Actuellement, l'ONDH s'inscrit dans le nouveau découpage territorial selon les 12 nouvelles régions. Afin de compléter la géo-localisation déjà entreprise selon l'ancien découpage, il a engagé la géo-localisation de 16 Préfectures et Provinces appartenant aux Régions de Fès Meknès, de Drâa-Tafilalet, du Grand Casablanca-Settat et de Béni Mellal-Khénifra.

4.5 L'Observatoire National de l'Environnement du Maroc (ONEM)

L'ONEM vise à assurer le suivi permanent de l'état de l'environnement afin d'en améliorer les connaissances et de développer des outils d'aide à la prise de décision en matière de protection de l'environnement et du développement durable. Il a pour missions notamment :

- Evaluer l'état de l'environnement (national et régional) ;
- Définir et assurer la mise à jour des indicateurs de développement durable (IDD) ;
- Mettre en place des outils et des systèmes de gestion de l'information environnementale.
- Evaluer les performances des politiques publiques en matière de gestion de l'environnement.
- Diffuser les données environnementales et les partager dans le cadre du réseau national ou des réseaux régionaux de l'environnement.
- Le rôle de l'Observatoire National de l'environnement du Maroc (ONEM) est de mettre à disposition les informations sur l'environnement et le développement durable. Dans cette perspective, la démarche s'appuie sur trois principes fondamentaux :
- Le souci de développer une Base Informationnelle pluridisciplinaire fiable, facilement accessible et régulièrement mise à jour ;
- La volonté de créer un contexte d'échange d'informations et d'expériences au service d'objectifs convergents ;
- L'intérêt de promouvoir une participation active des différents partenaires à travers la réalisation de projets communs et répondant à des objectifs partagés.

L'ONEM dispose actuellement des glossaires ou dictionnaires de données et indicateurs (avec la portée région et province et parfois même la portée commune) qui ont été élaborés dans le cadre de la mise en place de bases de données régionales réalisées dans le cadre des études de l'évaluation intégrées de l'environnement. Il dispose d'un historique de 10 ans à partir de 2001 et ce, selon la disponibilité des données chez les partenaires.

Dans un souci de décentralisation de la gestion de l'information environnementale et dans le but de répondre aux besoins des décideurs régionaux et locaux, les régions économiques marocaines ont besoin d'un système performant pour collecter, analyser et gérer les données environnementales. C'est dans ce contexte que le Ministère délégué chargé de l'Environnement s'est engagé pour la mise en place d'un Système d'Information Régional sur l'Environnement et le développement durable (SIREDD). L'objectif général est de disposer d'un outil d'aide à la décision et de veille stratégique en matière de gestion et de protection de l'environnement et du développement durable au niveau de la région.

Les informations que diffuse le Département sont des informations publiques collectées auprès des administrations publiques. Cependant, les bases de données et les systèmes d'informations Régionaux de l'Environnement et développement durable (SIREDD) une fois finalisés seront ouverts et accessibles au grand public avec des droits privilégiés aux partenaires des réseaux régionaux de collectes et d'échanges d'informations. Les données et indicateurs qui seront contenus dans les SIREDDs seront des données à caractère public.

De même, les informations qui seront générées à partir de ces systèmes seront également mises à la disposition du public. Les données confidentielles qui seront fournies par les partenaires seront gérées dans le cadre de conventions spécifiques qui seront annexées à la charte globale convenue avec les partenaires. (4c, 2017)

Le Département produit également le rapport sur l'Etat de l'Environnement au Maroc (4 ans), les rapports Régionaux de l'Environnement portant sur l'évaluation intégrée de l'état de l'environnement (2 ans) et le rapport des indicateurs du développement durable au Maroc. (4c, 2017)

5. Résultats et discussion

A partir de la lecture profonde des études et productions intellectuelles dans le domaine des infrastructures de données spatiales, nous avons résumé un ensemble de concepts et terminologies fondamentales des composantes communes des SDI, ainsi que les différents modèles de développement des infrastructures de données spatiales. Ces modèles de développement de la SDI évoluent progressivement dans le temps, en commençant par la première génération des SDI axée sur les produits alors que la seconde se caractérise par une approche axée sur les processus et sur le développement d'activités spatiales, la troisième génération est centrée sur les utilisateurs comme un élément fondateur des SDI afin de leur donner un sentiment d'appartenance pour favoriser la création de réseaux.

Une analyse des initiatives nationales de mise en œuvre des infrastructures de données spatiales est importante pour mettre en contexte une nouvelle expérience de SDI pour bien cerner les différentes problématiques et approches liées à la méthodologie et à la conception de mise en place des SDI. Cette analyse des similitudes et des différences effectuées sur les aspects techniques de ces initiatives nationales de données spatiales et sur les aspects institutionnels qui sont des domaines critiques dans la création et la gestion d'une SDI.

Cette comparaison des initiatives nationales de données spatiale des États-Unis, de l'Australie, et de l'Indonésie tourne autour de cinq grands thèmes, à savoir les données de base, le réseau d'accès, les normes et standards, les politiques, les arrangements institutionnels.

Les initiatives internationales examinées dans cet article mettent en évidence trois domaines qui sont essentiels pour la mise en œuvre d'une SDI, qui englobent :

- Les données-cadres ou de données fondamentales ;
- Elaboration de normes et de standards ;
- Partage et accès aux données spatiales.

Les expériences nationales discutées partagent une approche conceptuelle commune de création d'un outil de découverte de données spatiales, qui permet également l'accès à des données et des services spatiaux pour répondre aux besoins des divers utilisateurs dans tout le pays. Toutes ces expériences ont reconnu la nécessité d'une participation forte de l'ensemble des parties prenantes à tous les niveaux.

Dans tout système de partage de données spatiales, les données fondamentales représentent la composante clé. Les expériences ont clairement spécifié des ensembles de données fondamentales qui comprenant les thèmes de données spatiales les plus utilisés et acceptés dans la communauté d'utilisateurs de données spatiales.

Les initiatives visant à mettre en œuvre des systèmes nationaux de partage des données spatiales doivent reconnaître que les facteurs institutionnels et techniques sont des éléments importants de leur réussite, notamment l'engagement organisationnel, les politiques et les ressources

technologiques. Les initiatives nationales examinées ici, pour les États-Unis et l'Australie ont été établies pendant plusieurs années et représentent des cas bien avancés.

La coordination et l'accord de toutes les parties prenantes peuvent être obtenus grâce à des ensembles de données précises et fiables, des métadonnées et des normes largement acceptées et des technologies interopérables.

Ces initiatives révèlent la nature continue des efforts déployés pour réussir l'infrastructure de données spatiale afin de suivre le rythme de changement des applications et des outils technologiques. Cela garantit que toute initiative réussie connaîtra un processus de développement constant.

Les expériences marocaines discutées ici favorisent l'accès et le partage de l'information. En premier lieu la nouvelle loi 31-13 sur le droit d'accès à l'information a été adoptée par conseil du gouvernement marocain le 31 juillet 2014. Ensuite le programme E-Gouvernement marocain qui a pour objectif d'exploiter les technologies de l'information et de la communication afin de moderniser l'administration publique marocaine pour garantir le service du citoyen et de l'entreprise en présentant deux projets pilotes qui favorisent le partage de l'information spatiale. Enfin la présentation de l'observatoire des dynamiques des territoires initié par la direction nationale de l'aménagement du territoire qui a développé un Géoportail national des territoires pour la capitalisation, le partage et la communication des informations sur les territoires. Toutes ces initiatives et d'autres expériences réussies dans les départements clés de production et d'utilisation de l'information spatiale doivent être une base importante pour initier cette nouvelle infrastructure de données spatiales au Maroc.

Références bibliographiques

4c (2017) Centre de Compétences Changement Climatique du Maroc, 4C Maroc. <https://www.4c.ma/fr>

ANZLIC (2010), Spatial data infrastructure for Australia and New Zealand. <http://www.anzlic.org.au/about/history.html> (13 mai 2010).

Budhathoki N., B. Bruce, Z. Nedovic-Budic, 2008, Reconceptualiser le rôle de l'utilisateur de l'infrastructure de données spatiales. *GeoJournal*, 72, 3, pages 149-160.

BUSBY, J.R. et KELLY, P., 2004, Les infrastructures de données spatiales australiennes, dans la 7ème Conférence des Infrastructures de Données Spatiales Mondiales, 2-6 février 2004.

Chan, T.O and Williamson, I.P, 1999 Spatial data infrastructure management : lessons from corporate GIS development. *Proceeding of AURSIA*, 99

CPS/DAT/ONDT, 2013 Cahier Des Prescriptions Spéciales, Appel d'offres ouvert sur offres de prix N° 09/2013, Élaboration et mise en Œuvre du protocole de collecte et de valorisation des données d'Observation des Dynamiques Des Territoires.

Ciceli, Tomislav. (2014). STAKEHOLDER PROFILE IN SPATIAL DATA LIFECYCLE DEFINED FROM SDI PERSPECTIVE. 10.13140/RG.2.1.1529.2648.

Craglia M., A. Annoni, 2007, INSPIRE : Une approche innovatrice pour le développement des infrastructures de données spatiales en Europe, 93-105 p, H. J. Onsrud, Recherche et théorie pour l'avancement des concepts d'infrastructure de données spatiales, ESRI Press, Redlands, USA.

Craglia M., M. Campagna, 2009, Infrastructures régionales avancées de données spatiales en Europe. Ispra : Institut commun du Centre de recherche.

Craglia M., 2010, Building INSPIRE: The Spatial Data Infrastructure for Europe, <http://www.esri.com/news/arcnews/spring10articles/building-inspire.html>

Crompvoets, J., Bregt, A., Rajabifard, A. et I. Williamson (2004). Évaluer les développements à l'échelle mondiale des centres nationaux d'échange de données spatiales. *Journal international des sciences de l'information géographique*, 18 (7): 665-689

Eagleson, S., Escobar, F. and Williamson, I.P. 2002 Hierarchical Spatial Reasoning Theory and GIS Technology Applied to the Automated Delineation of Administrative Boundaries 2002 *Computers, Environment and Urban Systems* 26, 185-200.

F. Gourmelon, M. Rouan, et J. Nabucet, « Infrastructures de Données Géographiques et observatoires de recherche en environnement : un exemple de mise en oeuvre », in SAGEO 2016, Nice, France, 2016.

FGDC (2010) Site Web du Comité fédéral de données géographiques : Une stratégie pour le NSDI. <http://www.fgdc.gov/policyandplanning>, (12 Octobre 2010).

Frank, S. M., Goodchild, M. F., Onsrud, H. J. & Pinto, J. K. (1995) Ensembles de données-cadres pour le NSDI, Centre national pour l'information géographique et l'analyse (NCGIA).

J. Georis-Creuseveau, F. Gourmelon, and C. Claramunt (2015) "Infrastructures de données géographiques : quelle contribution à la Gestion intégrée des zones côtières françaises ?," *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, no. Volume 15 Numéro 1, May 2015.

Hennig S., I. Gryl, R. Vogler, 2013, Les infrastructures de données spatiales, la société spatialement habilitée et la nécessité d'une réduction de la société pour exploiter les données spatiales. *Revue internationale des recherches sur les infrastructures de données spatiales*, 8, pp. 98-127.

Ibannain Fatiha, Donnay Jean-Paul, oct-2012, « Analyse préalable à une infrastructure de données au Maroc » [En ligne] URL: <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/142431>

Géoconnexion (2010) What is the Canadian Geospatial Data Infrastructure (CGDI)? FAQs on GeoConnections. GeoConnections. <http://www.geoconnections.org/en/index.html> (13 Mai 2010).

GOULD, M. et al (2008), Spatial Data Infrastructures. In Karimi, H. (ed), *Handbook of Research on Geoinformatics*, pp 36-41 Information Science Reference (Hershey, 2008).

Masser, I. (2005) SIG - création d'infrastructures de données spatiales, ESRI Press, Redlands, CA.

Masser I., 2009, Changing notions of a spatial data infrastructure, 288 p, B. van Loenen, J. W. J. Besemer and J. A. Zevenbergen, *SDI Convergence*.

Masser, I., 1999. Toutes les formes et tailles : La première génération d'infrastructures nationales de données spatiales. *Revue internationale des sciences de l'information géographique*, 13 (1), pp.67-84.

Masser, I. (2005) SIG - création d'infrastructures de données spatiales, ESRI Press, Redlands, CA.

Masser I., 2009, Changement des notions d'une infrastructure de données spatiales, 288 p,

Michael T. L. Millward, 2014, « accéder à l'information c'est notre droit » guide pratique pour promouvoir l'accès à l'information publique au Maroc. http://www.uneskit.org/sites/default/files/dai_illus_int.pdf

Nebert, D. D. (ed.) (2004) Développer les infrastructures de données spatiales : le livre de recettes SDI V 2.0, GSDI. <http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf> (13 May 2010).

NEBERT, D., 2006, Développement et état de l'infrastructure nationale de données géographiques des États - Unis: Concepts et composantes Secrétariat fédéral des données géographiques du gouvernement fédéral. <http://www.fgdc.gov/>

Nedović-Budić Z., J. K. Pinto, N. R. Budhathoki, 2008, SDI, du point de vue de l'utilisateur, 273-304 p, J.

Plan Maroc Numeric, 2013, <http://www.egov.ma/sites/default/files/Maroc%20Numeric%202013.pdf>

Programme E-GOV, 2014, <http://www.egov.ma/sites/default/files/Programme%20eGov%20Morocco.pdf>

Rajabifard, A., Escobar, F. & Williamson, I. (2000) Raisonnement spatial hiérarchique : appliqué aux infrastructures de données spatiales. *Cartography Journal*, volume 29, (02), pages 41-50.

RAJABIFARD, A. et WILLIAMSON Ian P., 2001, Infrastructures de Données Spatiales : Concept, Hiérarchie SDI et Orientations Futures. Dans Actes de la Conférence GEOMATICS'80, Téhéran, Iran. <http://repository.unimelb.edu.au/10187/1247> 4 janvier 2009.

Rajabifard, A., 2003. Diffusion SDI : une étude de cas régionale pertinente pour d'autres niveaux. Dans le livre 'Développer des infrastructures de données spatiales du concept à la réalité.'

Rajabifard A., A. Binns, I. Masser, I. Williamson, 2006, Le rôle du gouvernement infranational et du secteur privé dans les futures infrastructures de données spatiales. *Journal international des sciences de l'information géographique*, 20, 7, pp. 727-741.

Ryttersgaard, J. (2001) Infrastructure de données spatiales - Tendances et défis du développement. Actes de la Conférence internationale sur l'information spatiale pour le développement durable. Nairobi, Kenya.

Williamson, I, Rajabifard, A., Feeney, M.-E.F. &, 2003. Infrastructures de données spatiales : concept, nature et hiérarchie SDI.