

An Infrastructure of Spatial Data for an Efficient Management of Agriculture Water Need

Bachir ABLAT, Mohamed ROUCHDI, Assou MOHAMMI and Mohammed LAAROUSSI, Morocco

Key words: Sustainability, land, Management, Modeling, decision, quality

SUMMARY

This paper presents the decision model which integrates systemic approach and spatial analysis for an efficient management of natural resources. Thus, this model is based on a multidirectional investigation that incorporates on one hand the organization of the decision process of the irrigated space using the systemic approach and on the second hand the definition of the aided decision cartographic process. This model tries to transform the reality to potential actions through the integration of “data - knowledge” and analysis “spatial – thematic” for the purpose of natural resources valorization by conciliating between science and practice. The application of this model for crop planning, taking into account crops response and water and soil quality provided encouraging results with regard to rational use of resources. Even though, these results justify the use of geomatic to monitor, control, and save the environment and thus enhance water management requests, still, geomatic is unknown for several users who continue undertaking non spatial methods for decision making.

For this reason, it would be useful, to build first a spatial data infrastructure which will assist users in terms of spatial information and will support the elaboration of the geomatic solution.

Mise en place d'une Infrastructure des données localisées pour la gestion de la demande en eau agricole

Bachir ABLAT, Mohamed ROUCHDI, Assou MOHAMMI et Mohammed LAAROUSSI, Maroc

1. INTRODUCTION

La connaissance de la demande en eau agricole nécessite la maîtrise spatiotemporelle des facteurs qui la déterminent à l'échelle de l'entité hydraulique considérée. Ces facteurs sont liés à l'interaction continue des composants du complexe "sol – plante – atmosphère", à la pression exercée sur les ressources en eau et en sol et aussi à l'impact des actions menées par les intervenants tant nombreux que divers.

Cette connaissance permet au gestionnaire de définir les actions à mener en se basant sur des scénarios préétablis qui tiennent compte aussi bien de la répartition spatiale et saisonnière des cultures programmées que de la répartition spatiotemporelle des prévisions agro-climatiques. La gestion efficace de la demande en eau agricole nécessite préalablement que cette demande soit convenablement modélisée afin de l'évaluer effectivement sur la base de ses facteurs déterminants.

Le changement contextuel de la gestion du territoire en général et des espaces irrigués en particulier a montré que les méthodes ordinaires de travail ont atteint leurs limites. Ils ne parviennent plus à satisfaire pleinement le besoin informationnel des décideurs du fait de la complexité du milieu naturel et de l'interaction des intervenants dans les ressources en eau et en sol. D'où la nécessité de modifier les pratiques décisionnelles.

La plupart des Services concernés par la gestion du territoire ont tenté la mise en place des bases de données géographiques dans le but de mieux comprendre la dynamique spatiale des phénomènes et de mieux cibler leurs décisions. Cependant, l'utilisation habituelle des méthodes non spatiales d'aide à la décision et la méconnaissance de la géomatique par les différents intervenants font que ces derniers n'adhèrent pas justement à la solution géomatique.

La géomatique est "*un processus d'interaction unique entre des technologies et une organisation*" (Orlando et al, 2002). C'est une formalisation des tâches effectuées par l'ensemble des acteurs et leur harmonisation dans le temps et dans l'espace en se basant sur les données localisées. Elle dépend du contexte spécifique de chaque organisation, de la nature de son champ d'activité et de la décision politique à cette fin. Ceci confirme le fait que si le transfert de la technologie de l'information et de la communication peut s'effectuer avec succès il n'en est pas de même pour la géomatique. En effet, l'intégration des données à références spatiales dans la pratique décisionnelle, constitue à la fois le but et la clé de la géomatique d'une organisation que ce soit à l'échelle sectorielle ou territoriale.

Nous considérons à ce sujet que la mise en place d'une infrastructure des données localisées (IDL) est l'une des actions préliminaires pour réussir la mise en œuvre de la solution géomatique. En ce sens que l'amélioration du service de l'information spatiale au sein d'une organisation constitue un outil supplémentaire de communication et d'information qui facilitera l'adoption de la solution géomatique.

TS 37 – Spatial Development Infrastructure Linkages with Urban Planning and Infrastructure Management 2/16
Bachir Ablat, Mohamed Rouchdi, Assou Mohammi and Mohammed Laaroussi
TS37.7 An Infrastructure of Spatial Data for an Efficient Management of Agriculture Water Need

Concernant la gestion de la demande en eau agricole, notre objectif principal consiste en la mise en place d'une IDL à même de permettre d'améliorer les capacités d'échange des données et informations localisées et de simuler la réussite des activités collégiales face à la complexité du système à gérer. Cette IDL sera conçue pour servir de référence fondamentale d'information et aussi de support virtuel de collaboration interdisciplinaire dans ce domaine.

Le présent article se propose d'abord de présenter le modèle décisionnel AS2 (ABLAT, 2004) qui tente d'initier la géomatrisation de la gestion des ressources naturelles et de passer en revue les problèmes qui entravent sa mise en œuvre; ensuite on discutera de l'opportunité de mise en place d'une IDL; et en fin nous allons initier la conception de l'IDL spécifique pour le suivi de la qualité des ressources en eau et en sol dans les périmètres irrigués.

2. PRESENTATION DU MODELE DECISIONNEL AS2

Considérant la complexité de la gestion des ressources naturelles, le modèle décisionnel AS2 a été conçu en adoptant la pensée systémique. Il combine, en plus, l'analyse thématique basée sur le savoir-faire avec l'analyse de la dynamique spatiotemporelle des composants du système assujetti à la prise de décisions, et ce à travers la conception et la gestion des bases de données géographiques (BDG).

Cette conception a nécessité préalablement la mise au point d'un processus décisionnel systémique et la définition d'une cartographie d'aide à la décision.

2.1 Processus décisionnel systémique

Dans l'objectif d'améliorer les conditions de vie des agriculteurs et d'assurer la durabilité de l'activité agricole, les attributions officielles du gestionnaire des espaces irrigués concourent vers l'amélioration du service de l'eau, la meilleure valorisation des ressources naturelles et la sauvegarde de la qualité de ces ressources. Le fait de garder constamment en vue ces objectifs face à la métamorphose du système à gérer, demande, autant que nécessaire, un ajustement des stratégies afin de cerner aussi bien les interactions de ce système que l'évolution du contexte global de la gestion.

La réalité du terrain telle qu'elle est perturbée par la pression sur les ressources en eau et en sol et par les interactions qui en découlent et telle qu'elle est menacée par les phénomènes exogènes (naturels, actions humaines) constitue la source principale de données pour chaque intervenant. Ce dernier est à la fois utilisateur et fournisseur d'informations ou de décisions partielles. Les actions, qu'elles soient stratégiques ou opérationnelles, sont fondées généralement sur une combinaison de ces décisions partielles.

L'organisation systémique du cycle d'information s'impose pour cerner l'évolution temporelle par surveillance et relevé périodique des variations des paramètres considérés par le gestionnaire. Elle s'impose également pour fournir aux différents intervenants la description du terrain dont ils auraient besoin (en temps réel en tenant compte du mécanisme action / feed-back). La figure 1 résume les principales stations du cycle d'information.

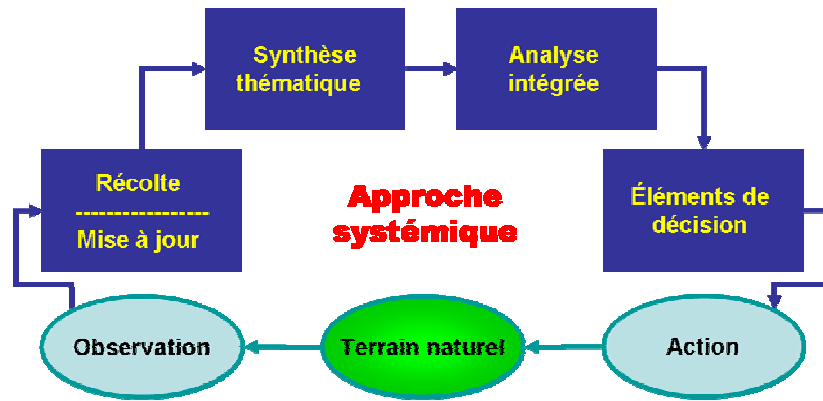


Figure 1 : Schéma conceptuel du processus décisionnel systémique

2.2 Cartographie d'aide à la décision

Pour décider convenablement sur le territoire, la représentation cartographique constitue l'outil complémentaire indispensable pour la réussite de l'approche systémique. Pour cela nous optons pour un processus de mise à jour qui reproduit la dynamique spatiale de la problématique au rythme des observations de changements.

La satisfaction du besoin informationnel des intervenants le long du processus décisionnel, l'aspect collectif de la décision sur le territoire, la localisation spatiotemporelle des actions ainsi que d'autres considérations liées à la complexité notamment des espaces irrigués ont vivement motivé la définition d'une cartographie d'aide à la décision (CAD) pour renforcer le processus décisionnel systémique (ABLAT, 2004).

Il s'agit au juste d'une cartographie spécifique, conviviale et multidisciplinaire assurant une harmonie entre la conception de l'auteur et la perception de l'utilisateur. Elle sera certes utilisée comme messagère de l'information spatiale le long d'une démarche systémique d'aide à la décision, mais aussi elle sera engagée systématiquement dans un processus complexe d'analyse spatiale – thématique pour en visualiser instantanément les résultats.

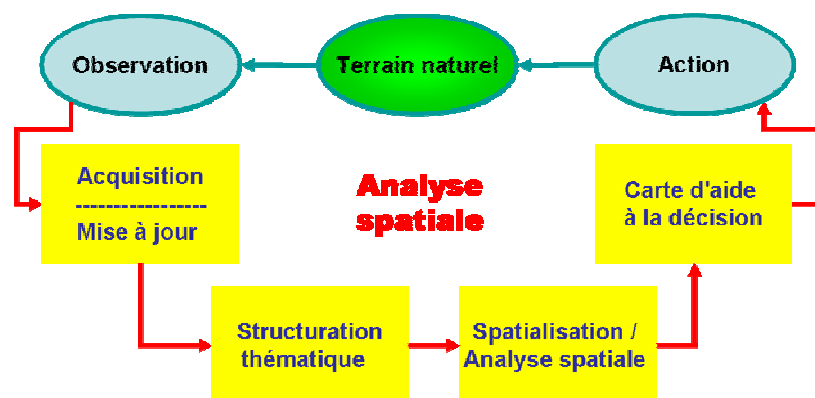


Figure 2 : Schéma conceptuel du processus décisionnel basé sur l'analyse spatiale

Il est évident que la rédaction d'une telle cartographie qui assume le rôle d'éclairage des décisions à tous les niveaux, ne doit laisser aucune équivoque de lecture et d'interprétation. Nous jugeons à ce sujet qu'en plus des règles usuelles de la rédaction cartographique, la CAD doit respecter les dispositions suivantes :

- Utiliser des modèles spécifiques de transformation et de spatialisation des données selon une nomenclature précise des couches d'informations à produire et selon les objectifs à atteindre;
- Mentionner, en plus de l'habillage habituel, les renseignements sur les données "meta-data" et sur les transformations des données en tant que lien auteurs/utilisateurs ;
- Baliser systématiquement le processus décisionnel.

2.3 Modèle décisionnel AS2

Le processus décisionnel systémique se base sur l'observation régulière de la vérité terrain et vise l'intégration des actions et des réactions dans l'élaboration des décisions. L'outil d'analyse spatiale, en l'occurrence la CAD, s'avère complémentaire de l'approche systémique. L'interaction de ces deux techniques a permis de générer un modèle décisionnel intégrant l'approche systémique et l'analyse spatiale (modèle décisionnel AS2).

La figure 3 illustre le cadre conceptuel du modèle décisionnel AS2 qui se réfère aux concepts de l'approche systémique, au capital intellectuel de la gestion des ressources naturelles (connaissances scientifiques, pratiques et théoriques) et aussi au potentiel technologique de la modélisation cartographique et des systèmes de gestion des BDG qui doit assister le parcours informationnel depuis la donnée brute jusqu'à la décision finale.

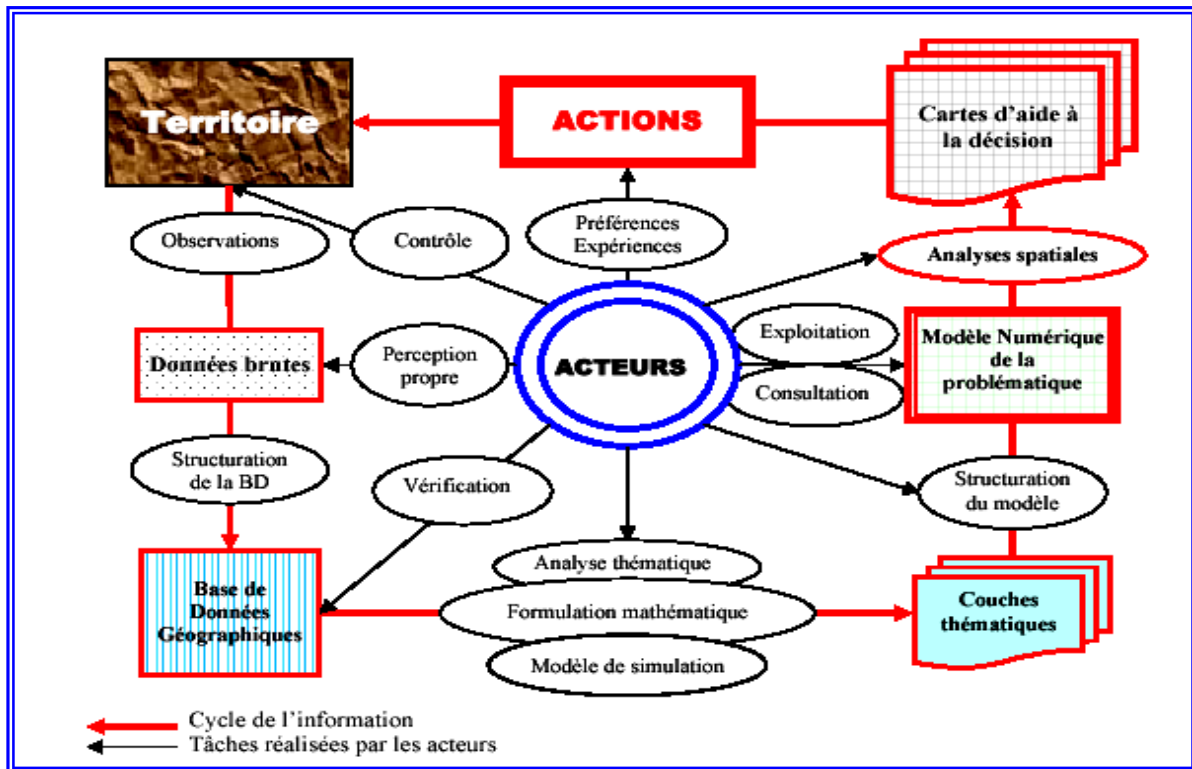


Figure 3 : schéma conceptuel du Modèle décisionnel AS2

2.4 Etude de cas

Dans cet exemple, nous allons exploiter les concepts du modèle décisionnel AS2 pour la mise en place d'une base de données géographiques pour la gestion systémique de l'usage mixte des ressources en eaux d'irrigation de différentes qualités dans le périmètre irrigué du Tadla. Le but de cet exemple est de montrer l'opérationnalité de ce modèle avant de parler des problèmes qui entravent sa mise en œuvre.

L'action du recyclage des eaux souterraines de qualité souvent dégradée utilisée pour l'irrigation, préoccupe aussi bien les exploitants que les décideurs aux niveaux local et national.

Malgré la qualité acceptable des eaux de surface, l'utilisation non contrôlée des eaux de la nappe ayant des taux élevés de la salinité peut se traduire par : i) des baisses considérables des rendements annuels des cultures; ii) une salinisation de plus en plus accentuée jusqu'à stérilisation des sols; et iii) un stress hydrique progressif des cultures.

Avant chaque campagne d'irrigation, la gestion systémique des ressources en eau exige que le gestionnaire reste vigilant vis-à-vis de l'impact de l'irrigation sur la qualité des ressources en eau et en sol et qu'il dispose, en conséquence, de conseils pertinents pour satisfaire le besoin informationnel de l'irrigant. Ce dernier doit être conscient des limites d'usage des ressources en eau dont il dispose et de la marge de liberté concernant le choix des cultures lui permettant de réussir ses spéculations agricoles.

L'objectif consiste en la conception d'une BDG pour la gestion systémique de l'usage mixte des différentes ressources en eaux d'irrigation (eau de surface et eau souterraines) en tenant compte de leur qualité (salinité exprimée en terme de conductivité électrique).

Les données utilisées sont les résultats d'analyses (DDGI, 2002) des échantillons d'eau prélevée de 237 puits (périmètre des Béni Amir, Tadla).

La méthodologie consiste à organiser les observations de terrain sous forme de BDG gérée par ArcView. L'utilisation des formulations mathématiques dans la structuration de la base de données et dans les analyses spatiales combinées permettra de délimiter des zones homogènes sur le territoire concerné. Il s'agit à ce sujet de considérer les critères d'homogénéité ci-après :

- la tolérance des cultures à la salinité des eaux d'irrigation (choix des cultures);
- la proportion optimale du mélange concernant l'eau de la nappe à utiliser.

a. le choix des cultures à mettre en place

D'après les modèles mathématiques de l'effet de la salinité sur les rendements des cultures, et pour chaque catégorie de cultures d'égale tolérance à la salinité des eaux d'irrigation (FAO, 1998), on peut admettre qu'une eau peut être utilisée valablement pour leur irrigation, sans risque de baisse de rendement, tant que la conductivité électrique de cette eau ne dépasse pas le seuil correspondant à un rendement potentiel de 100%.

b. la détermination des proportions optimales du mélange

Disposant de l'eau de surface (canal collectif) et des eaux souterraines de salinité différentes, la conductivité électrique résultant de leur mélange doit satisfaire le système "seuil – rendement". On peut estimer la salinité de ce mélange comme étant la pondération de la conductivité électrique des eaux des deux ressources par rapport à leurs proportions relatives (FAO, 1988).

Calcul de la proportion optimale **p** de l'eau de nappe

Dans le cas général, le calcul arithmétique de la proportion **p** de l'eau de la nappe donne des résultats qui s'étalent de $-\infty$ à $+\infty$. Cependant, à chaque valeur de **p** obtenue, on doit trouver une solution physique et associer une interprétation pratique. Il serait donc utile de discuter le résultat selon le signe et la valeur de **p**.

La distribution spatiale de la proportion des eaux de nappe

Cette phase est réalisée en trois étapes à savoir:

- Analyse thématique

Sur la base de la classification des cultures vis-à-vis de leurs tolérances à la salinité des eaux, l'analyse thématique consiste d'abord à discuter les résultats du calcul arithmétique de la proportion **p** avant de procéder à la formulation de toutes les requêtes possibles.

- Structuration de la base de données géographiques (BDG)

Après avoir introduit les données brutes, la BDG est préparée de telle sorte qu'elle puisse répondre aux requêtes préétablies et ce par ajout des champs nécessaires.

- Analyses spatiales

L'interrogation de la BDG va générer une carte de valeurs de **p**. Deux situations seront envisagées : les cultures sensibles et les cultures moyennement tolérantes.

Étant donné que la conductivité électrique des eaux de surface est évaluée à 2.25 dS/m (DDGI, 1999), la présente analyse montre que l'usage mixte des eaux de la nappe doit être rigoureusement contrôlé. Ainsi pour les deux cas envisagés, les résultats suivants sont obtenus:

Les cultures sensibles (seuil de tolérance de 0.9 dS/m)

Deux puits seulement sur 237 échantillonnés, permettront de maintenir le rendement potentiel des cultures sensibles à 100%. (Puits n^{os} 50411 et 50412 de conductivités électriques respectivement égale à 0.84 et 0.76 dS/m correspondant à des proportions optimales respectives de 96% et 91%.

Les cultures moyennement tolérantes (seuil de tolérance de 4 dS/m)

Pour 107 puits échantillonnés la pratique du mélange est sans aucune restriction alors que pour les 130 puits restants le respect des valeurs de **p** calculées est nécessaire.

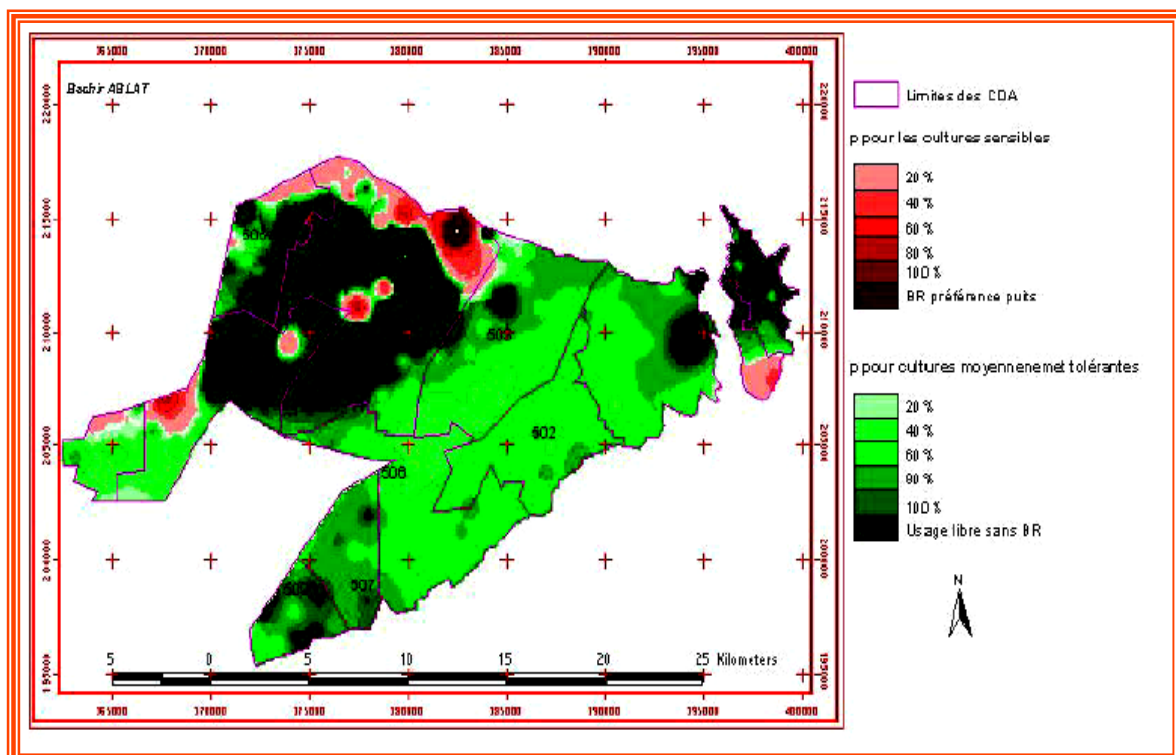


Figure 4 : Carte du mélange optimal des eaux d'irrigation pour les cultures sensibles et les cultures moyennement tolérantes

La représentation cartographique des résultats obtenus a généré la figure 4. A l'échelle des Centres de Développement Agricoles (CDA), cette carte permet d'identifier des zones homogènes selon deux critères : la salinité du mélange des eaux d'irrigation et la tolérance des cultures à cette salinité. Elle va permettre ainsi de fournir aux agriculteurs un système de conseils au sujet de la gamme de cultures à pratiquer en relation avec la proportion optimale de l'eau de puits à utiliser et l'emplacement souhaitable pour cette gamme de cultures.

2.2 Entraves à la mise en œuvre du modèle décisionnel AS2

Dans le cas général, le triomphe des méthodes ordinaires de travail, basées essentiellement sur la statistique descriptive utilisant des données transformées et des résultats généralisés, au détriment des nouvelles technologies (SIG, télédétection, Internet, etc.) revient au fait que plusieurs tentatives d'utilisation de ces technologies dans la prise de décision ont été vouées à l'échec pour différentes raisons. Cependant, les raisons qui paraissent communes à tous ces échecs peuvent être imputées au déséquilibre de la recherche dans le domaine de la géomatique, car *"les chercheurs qui typiquement oeuvrent en géomatique sont souvent préoccupés par les outils technologiques que par les impacts organisationnels"* (ORLANDO, 2002). L'illusion d'apporter des solutions standard à travers la production d'une multitude de représentations graphiques et d'attributs attachés fait que ce type de recherches conduit souvent à des résultats décevants :

- Sous-exploitation des solutions partielles en raison de la non disponibilité des données d'entrée en temps opportun et en format voulu et aussi de la non opérationnalité des outputs;
- Non adéquation des produits avec le besoin informationnel réel des utilisateurs par absence de collaboration interdisciplinaire au sujet de la définition du besoin ;
- Déphasage entre la production des données spatiales à valeur ajoutée et leurs utilisations éventuelles à cause du manque de coordination des tâches.

Cette atmosphère caractérisée par la non conciliation des produits cartographiques proposés avec les besoins réels en informations spatiales et surtout par la non harmonisation des services de la géomatique avec les phases du processus décisionnel n'offre pas de chance à la validation et la mise en œuvre du modèle décisionnel AS2.

En effet, la mise en œuvre d'une solution géomatique consiste à mettre en synergie acteurs, organisation, connaissances, données, informations et technologies. Ce constat dégage trois dimensions capitales de la géomatique :

- Une dimension sociale qui consiste en la mise en place d'outils performants pour réguler l'échange des données et faciliter leur communication;
- Une dimension cognitive qui consiste en la mise en place d'une base de connaissances (nomenclature, standard, protocoles, expériences, etc.); et finalement
- Une dimension technologique qui cherche, par le biais de l'informatique, à optimiser les échanges et assister les acteurs dans la réalisation de leurs tâches par la fourniture ordonnée de l'information utile au moment propice.

Cette option d'assistance à la prise de décision ne peut être opérationnelle que dans la perspective d'un système d'information global (figure 5) ayant comme principale finalité d'assurer l'échange des données et la progression des réalisations en concertation permanente entre les intervenants de différentes disciplines.

Rappelons que la complexité de l'environnement à gérer exige préalablement une standardisation des tâches et des procédures à tous les niveaux de décision et que malgré les différents appels qui recommandent l'observation continue des facteurs décrivant cette complexité, la récolte des données ne s'effectue pas encore d'une manière systématique, normalisée et localisée. À la différence des méthodes ordinaires du travail, le modèle

décisionnel AS2 vise la prise en charge de toutes les données récoltées et toutes les connaissances relatives à la gestion des ressources naturelles et leur intégration dans un environnement global de travail alimenté, contrôlé et exploité par l'ensemble des acteurs, chacun en ce qui le concerne.

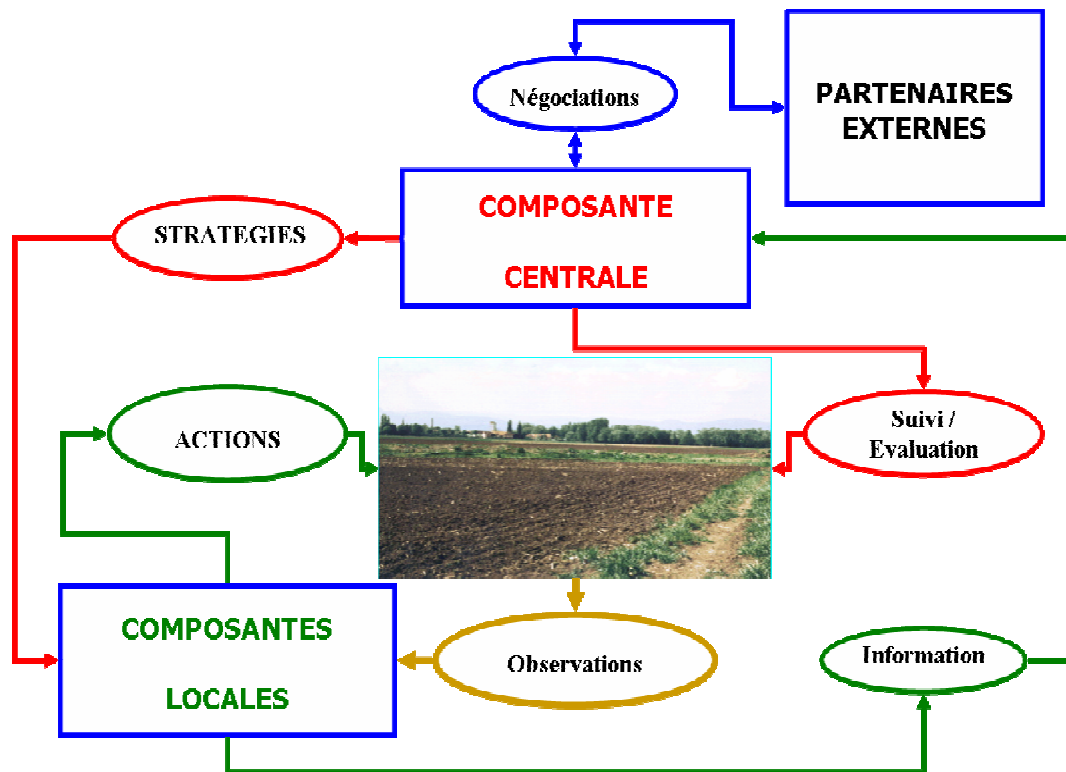


Figure 5 : Architecture du Système d'information global

3 OPPORTUNITE DE LA MISE EN PLACE D'UNE INFRASTRUCTURE DES DONNEES LOCALISEES (IDL)

En regardant la problématique à une échelle globale, la dissimulation de ces difficultés consiste à augmenter la disponibilité des données localisées de base, partager les données à valeur ajoutée et intégrer l'information localisée dans l'aide à la prise de décision.

C'est, en d'autres termes, la genèse d'un environnement virtuel de travail basé sur une IDL. Cet environnement doit permettre, pour un processus d'actions, d'envisager le stockage, le traitement et l'analyse des données localisées d'une manière collégiale grâce à une coordination entre les différents intervenants en temps réel.

Quoique les infrastructures des données localisées diffèrent selon leurs échelles et leurs objectifs, elles ont toutes la même anatomie et la même architecture (portail GéoConnexion) : Sur le plan anatomique, les IDL sont composées de trois organes : i) le fournisseur de données; ii) l'utilisateur des données; et iii) l'interconnexion "fournisseur-utilisateur". Cette constellation d'organes se reproduit d'une manière fractale à l'intérieur d'une institution pour lier chaque utilisateur de données localisées avec ses fournisseurs potentiels. Alors que le fonctionnement de ces organes repose sur une architecture dite "client-serveurs".

En considérant la diversité des tâches, des intervenants et la nécessité d'assurer l'interconnexion d'ordinateurs situés dans des lieux différents de l'espace à gérer, une architecture globale ne peut pas être envisagée. Une démarche de développement progressive est plus adaptée à cette situation; elle doit prendre simultanément trois directions d'investigation :

- L'organisation, dans un environnement virtuel, des fournisseurs et utilisateurs des données localisées ainsi que des développeurs d'interfaces;
- La réalisation d'applications complexes par combinaison d'applications élémentaires développées séparément ; et
- Le suivi de l'évolution du besoin informationnel des utilisateurs et aussi de l'évolution technologique.

Aperçu de la méthodologie

Il s'agit de mettre en place des bases de données géographiques (BDG) à objectifs concourants, quoique distinctes, et les concevoir de manière à répondre à un besoin informationnel précis. Ces BDG seront domiciliées dans des serveurs répartis dans les différents lieux d'observation de l'espace à gérer (composantes serveurs). Vient ensuite la réalisation de plusieurs interfaces (composantes clients) qui permettra d'interroger les BDG par les différents utilisateurs.

Les produits cartographiques renseignés (fichiers de forme avec attributs) issus des analyses spatiales – thématiques des données localisées, seront stockés dans des répertoires partagés. Ces derniers exigent des interfaces de visualisation dans des formats permettant l'exploitation de ces documents numériques par les systèmes de gestion des bases de données géographiques (logiciels SIG) installés dans les différents ordinateurs indépendamment de l'IDL.

Rappelons que si sur le plan physique l'IDL cherche à assurer l'interconnexion d'ordinateurs situés dans des lieux différents de l'espace à gérer, sur le plan logique elle doit aboutir à la réalisation d'applications complexes par combinaison d'applications élémentaires développées indépendamment les unes des autres et à l'exploitation d'autres ressources d'informations.

Aussi ces spécifications fonctionnelles fondamentales exigent-elles que l'IDL dispose des qualités suivantes :

Interopérabilité : possibilité d'accéder à une variété de données multisource et multiforme indépendamment de leur emplacement physique;

Communication : lecture, sans équivoque d'interprétation, des données et des produits par l'instauration de standards pour les observations et les traitements et par la structuration des renseignements sur les données (*metadata*);

Ouverture : interconnexion avec d'autres infrastructures ayant une relation avec le domaine d'intérêt et exploitation des innovations technologiques.

La concrétisation de cette vision exige l'intégration de cette option parmi les choix stratégiques des décideurs et la préparation des termes de référence (TDR) pour le montage et la mise en œuvre d'une IDL spécifique. Les TDR doivent s'articuler sur les axes suivants :

- a- Diagnostic de l'état actuel des équipements informatiques, de leurs utilisations, des projets de mise en place des BDG, de leurs niveaux d'aboutissement et des problèmes qui ont freinés ou retardés leur mise en œuvre.
- b- Analyse de cette situation dans le sens de générer une stratégie claire, un plan d'actions précis et aussi une charte de mise en œuvre de l'IDL;
- c- Etablissement de l'architecture globale de l'IDL et choix des technologies adéquates pour sa réalisation;
- d- Possibilité de mise en œuvre, maintenance et mise à niveau de l'IDL.

Cette approche axée sur les services partagés de l'IDL (publication des données et d'interfaces) permet non seulement d'offrir des facilités supplémentaires pour le développement d'applications mais elle permet également de réduire les coûts (investissement et fonctionnement) d'une manière significative.

En effet, cette approche permet notamment i) de réduire le recours à l'achat de logiciels, chaque intervenant n'aura besoin que des composantes logicielles qui lui seront utiles pour réaliser ses tâches et en publier les résultats; ii) d'amortir le coût d'observation du territoire par usage multiple des données récoltées; et iii) de réaliser une liaison solide entre l'intervenant et le terrain à travers l'organisation des observations.

Cet effort intellectuel collectif devrait permettre l'intégration progressive des données localisées et de l'analyse spatiale dans le processus décisionnel dans le but de renforcer les méthodes actuelles de travail et d'ajuster les approches.

4 L'IDL SPECIFIQUE POUR LA GESTION DE LA DEMANDE EN EAU AGRICOLE

La gestion des espaces irrigués est distribuée selon le temps, l'espace et les disciplines. De ce fait les questions posées par la gestion de la demande en eau agricole sont nombreuses. Nous souhaitons y répondre globalement par la conception d'un outil qui simule cette distribution administrative dont la finalité est de satisfaire pleinement le besoin informationnel des décideurs. Il s'agit donc, de la mise en place d'une infrastructure des données localisées reposant sur les services Internet et la technologie des systèmes de gestion des bases de données géographiques. Cette IDL vise la description, à une fréquence convenable, de la dynamique spatiale aussi bien des facteurs déterminant la demande en eau agricole que des contraintes de la gestion. Cette description offre la possibilité d'analyser ces facteurs et ces contraintes en vue d'argumenter valablement la prise de décision.

Aussi allons-nous nous concentrer sur la cartographie de la qualité des ressources en eau et en sol dans les périmètres irrigués étant donné le rôle fondamental qu'elle joue dans la gestion de la demande en eau agricole. Ce choix est justifié par les raisons essentielles suivantes :

- le sol est le lieu physique de déroulement de toute activité humaine;
- la science des sols au Maroc est très développée pour ce qui est de sa normalisation (nomenclature, observation, interprétation, actions, standardisation et communication);
- la nécessité de contrôler la qualité du milieu naturel soumis à l'irrigation prolongée en vue de la sauvegarder et d'assurer la durabilité du développement dans les espaces irrigués.

En effet, le suivi de la qualité des eaux et des sols permet non seulement de mieux appréhender la gestion de la demande en eau d'irrigation, mais permet aussi d'assurer la protection et la conservation des ressources naturelles dans les Grands Périmètres d'Irrigation

TS 37 – Spatial Development Infrastructure Linkages with Urban Planning and Infrastructure Management 12/16
 Bachir Ablat, Mohamed Rouchdi, Assou Mohammî and Mohammed Laaroussi
 TS37.7 An Infrastructure of Spatial Data for an Efficient Management of Agriculture Water Need

par le biais du suivi de l'évolution des aspects environnementaux dans ces périmètres, notamment les paramètres qualitatifs et quantitatifs des eaux et des sols tels que les caractéristiques chimiques des eaux de la nappes phréatiques et des barrages, les volumes d'eau consommés à des fins d'irrigation au niveau des exploitations, les volumes d'eau en tête du périmètre, la salinité et la fertilité des sols les maladies hydriques et leur propagation (DDGI, 1995).

Rappelons que des périmètres irrigués disposent déjà d'un observatoire des eaux et des sols et que des études achevées ou en cours de réalisation cherchent à optimiser le réseau d'observations et à mettre en œuvre des observatoires similaires dans les périmètres qui n'en disposent pas encore afin de les généraliser sur l'ensemble des zones agricoles au Maroc.

Selon (MOHAMMI, 2002), cet observatoire est un outil de base pour la gestion des ressources permettant d'assurer la rentabilité des investissements consentis en matière d'aménagement hydro-agricoles. Il a pour missions de décrire l'état de ces ressources à une fréquence convenable à la gestion. Cette mission impose, entre autres, la réalisation des tâches suivantes :

- la surveillance des impacts de l'intensification agricole sur ces ressources (Irrigation, fertilisation, traitements phytosanitaires);
- le suivi de l'efficacité des mesures d'atténuation (Drainage, assainissement, encadrement et vulgarisation agricole);
- l'information des décideurs et responsables au niveau local et central sur l'état des ressources naturelles et sur l'efficacité des mesures d'atténuation;
- la proposition des solutions et moyens nécessaires à la protection de ces ressources.

L'observation du périmètre doit être fondé sur un réseau de sites de prélèvements, échantillonnage, mesures, qui soient représentatifs des différentes situations d'exploitation des ressources en eau et en sols d'une part, et de l'état des eaux de drainage / assainissement et de tous autres phénomènes menaçant de dégradation ces ressources d'autre part.

Dans le but de préparer les éléments de bases nécessaires à la proposition des solutions possibles, l'entité administrative locale de gestion de l'observatoire doit disposer entre autres :

- d'un programme de suivi de l'état des ressources en eau et en sol, spécifiant le minimum de paramètres à suivre dont les paramètres communs et les paramètres spécifiques qui diffèrent d'une région à l'autre et fixant la fréquence de leur suivi,
- d'un manuel de procédures de récolte des données afférentes à l'usage de l'eau d'irrigation, d'engrais et de pesticides fixant les méthodes de mesures et d'analyses, les normes d'interprétation de la qualité des eaux et des sols ainsi que les restriction d'usage de ces ressources;
- d'un laboratoire d'analyses des eaux et des sols;
- d'un équipement informatique adéquat permettant le stockage des données dans des BDG structurées de manière à répondre aux besoins de tous les intervenants et décideurs en matière d'information de base.

Les engrais et pesticides doivent impérativement faire l'objet d'enquêtes périodiques tandis que les paramètres spécifiques concernant l'ensablement, l'engorgement ou tout autre phénomène sont laissés à la diligence des ORMVA, chacun en ce qui le concerne.

Afin de tirer profit au maximum de l'observatoire, les données recueillies doivent être traitées et analysées dans leur contexte, à savoir les lieux qu'elles représentent, les techniques culturales appliquées en ces lieux, la gestion des eaux d'irrigation y afférente, l'exploitation et la maintenance des réseaux d'irrigation et de drainage / assainissement ainsi que la nature et le niveau d'encadrement des agriculteurs.

Les données ainsi traitées déboucheront sur des informations instructives permettant de prévenir et d'améliorer la gestion de la demande en eau agricole et, en général, de pallier toutes sortes de problèmes que pourraient connaître les eaux et les sols.

L'observatoire doit périodiquement élaborer et diffuser des rapports instructifs selon un canevas normalisé. L'entité administrative centrale se chargera d'en faire la synthèse et d'effectuer l'échange de l'information avec l'ensemble des parties concernées par la protection et la conservation des ressources en eau et en sols.

La mission de ces observatoires qui consistera à diagnostiquer localement l'état des eaux et des sols sera complétée par le concept de l'IDL selon la méthodologie évoquée ci-dessus. La figure 6 signale le passage observation / action et présente le rapport observatoire / IDL.

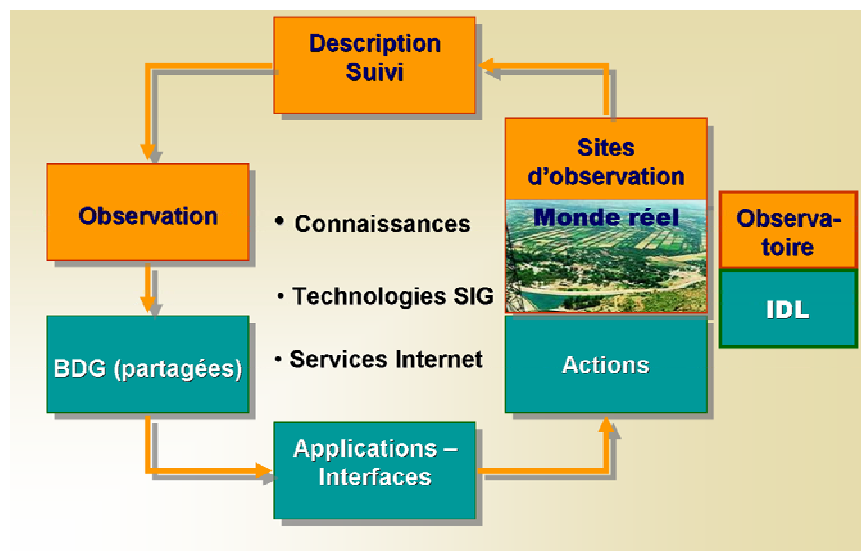


Figure 6 : schéma conceptuel de l'IDL spécifique de la gestion de la demande en eau agricole

5 CONCLUSION ET ETAPES SUIVANTES

Les moyens ordinaires de travail ne permettent pas d'ajuster suffisamment les approches face à l'évolution contextuelle de la gestion des espaces dictée par le progrès économique et la multiplication des intervenants.

Les nouvelles technologies de traitement des données localisées (entrant dans le domaine de la géomatique) et de communication via Internet peuvent apporter un soutien considérable aux différents aspects d'intervention.

Dans cet article nous avons essayé d'aborder brièvement les problèmes qui entravent la mise en œuvre des solutions géomatiques pour la gestion efficiente de la demande en eau agricole et de proposer la mise en place d'une infrastructure des données localisées comme étape préliminaire avant d'adopter cette nouvelle option d'aide à la prise de décision sur le territoire d'une manière général. Ainsi, après avoir rappeler les préalables de la gestion efficiente de la demande en eau agricole, trois concepts ont été développés à savoir :

- l'intégration de l'approche systémique et de l'analyse spatiale pour la gestion des ressources naturelles;
- l'opportunité de mettre en place une IDL pour la collaboration interdisciplinaire au sujet de la gestion des ressources naturelles: et
- l'aspect prioritaire de la mise en place d'une IDL spécifique pour le suivi de la qualité des eaux et des sols en vue d'améliorer l'efficience de la gestion de la demande en eau agricole.

L'IDL proposée vise dans un prompt délai d'assister les utilisateurs dans la définition de leurs besoins en informations spatiales et en cartographie d'aide à la décision. Considérant alors la disponibilité de données localisées et d'interfaces nécessaires pour leur exploitation, la finalité de disposer d'un système de conseil aux agriculteurs va permettre de définir assez clairement le besoin des décideurs en matière d'information spatiale.

Cette initiative envisage le suivi de l'évolution aussi bien du besoin à satisfaire que des technologies à mettre en œuvre. Elle doit aboutir à une organisation durable et engagée de la collaboration interdisciplinaire. Aussi, l'utilité de cet outil se mesure-t-elle par les facilités qu'il offre en terme de partage de données géométriques de base, d'observations brutes localisées ainsi que des données à valeur ajoutée, entre les différents intervenants suivant un consensus préétabli d'utilisation / production des données.

Les étapes suivantes de cette recherche devraient donc prendre plusieurs directions notamment les suivantes :

- Réflexion collégiale et débat autour de l'étalonnage – validation de l'approche proposée;
- Investigations concertées au sujet de conciliation technologies – besoins;
- Recherches dans le domaine de la télédétection en vue de choisir les missions satellitaires adéquates.
- Définition des données géographiques de base et des besoins en information spatiale.

Nous recommandons à ce sujet une prise en charge de cette initiative par les décideurs pour permettre la concrétisation de ces concepts, et aussi une large participation des cadres dans le débat.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABLAT Bachir (2004), Proposition d'un modèle décisionnel intégrant l'approche systémique et l'analyse spatiale pour la gestion efficiente des ressources naturelles, mémoire de fin d'étude, CRAFT-LF, Rabat, juillet 2004.

DDGI, (1995) : Termes de référence du Comité de Protection de l'Environnement, programme de l'amélioration de la grande irrigation (PAGI 2), décision ministérielle n° 63/DDGI/DGRHA du 6 Août 1995.

TS 37 – Spatial Development Infrastructure Linkages with Urban Planning and Infrastructure Management 15/16
Bachir Ablat, Mohamed Rouchdi, Assou Mohammî and Mohammed Laaroussi
TS37.7 An Infrastructure of Spatial Data for an Efficient Management of Agriculture Water Need

From Pharaohs to Geoinformatics
FIG Working Week 2005 and GSDI-8
Cairo, Egypt, April 16-21, 2005

DDGI, (2002): Etude d'impact de l'irrigation sur la qualité des sols et des eaux dans le Tadla, Direction du Développement et de la Gestion de l'Irrigation, IAV Hassan II et ORMVA de Tadla, Projet de la Gestion des Ressources en Eau, Rabat.

FAO, (1998): FAO irrigation and drainage paper n° 56, Guidelines for computing crop water requirements, Rome, <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm#Contents>.

FAO, (1988) : Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 29 Rév. 1 – La qualité de l'eau en irrigation, Rome.

MOHAMMI, Assou (2002) : Note sur l'observatoire type de suivi de l'évolution de la qualité des eaux et des sols dans les périmètres irrigués, DDGI Cellule Environnement, Rabat.

Orlando Rodriguez-Pabion et al (2002), Etablissement de la valeur d'une infrastructure d'information géospatiale selon la perspective de l'interactionnisme social, Symposium sur la théorie les traitements et les application des données géospatiales, Ottawa 2002.

PORTAIL GEOCONNEXION

<http://www.geoconnections.org/ICDG.cfm/fuseaction/home.welcome/gcs.cfm>

http://www.geoconnections.org/publications/Technical_Manual/html_f/toc.html

BIOGRAPHICAL NOTES

Bachir ABLAT: Ingénieur Principal en Topographie, Master en SIG et Télédétection du CRASTE-LF de Rabat, Direction du Développement et de la Gestion de l'Irrigation, Rabat,

Mohamed ROUCHDI : Doctorat Es Sciences Agronomique, Professeur de l'enseignement supérieur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Membre de plusieurs associations, expert en matière de SIG et de Télédétection dans plusieurs projets.

Assou MOHAMMI : Ingénieur en Chef, Sciences du Sol, Eau et Environnement, Direction des Aménagements Fonciers, Rabat, Membre du Réseau Nord Africain des Zones Humides.

Mohammed LAAROUSI : Ingénieur en Chef, Génie rural, Direction du développement et de la Gestion de l'Irrigation, Rabat.

CONTACT

ABLAT Bachir

Institution : DDGI

Hay ESSALAM SECTEUR 8 N° 1016

SALE

MOROCCO

Tel: 21263681185

ablat@agr.madrpm.gov.ma