

---

# Observatoire scientifique en appui aux gestionnaires de territoire, entre abstraction OSAGE et réalité ROSELT/OSS

Maud Loireau<sup>1</sup>, Mireille Fargette<sup>1</sup>, Jean-Christophe Desconnets<sup>1</sup>,  
Habiba Khiari<sup>2</sup>

1. UMR Espace-Dev (IRD, UM2, UAG,UR), Maison de télésection  
500 rue J.F. Breton, 34093 Montpellier Cedex 05, France  
 [{Maud.Loireau ; Mireille.Fargette ; Jean-Christophe.Desconnets}@ird.fr](mailto:{Maud.Loireau ; Mireille.Fargette ; Jean-Christophe.Desconnets}@ird.fr)
2. Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)  
BP 31, bld du Leader Yesser Arafet, Tunis 1080, Tunisie  
 [khiari.habiba@oss.org.tn](mailto:khiari.habiba@oss.org.tn)

---

**RÉSUMÉ.** À partir de la description formelle des concepts « OSAGE » (Observatoire Scientifique en Appui aux GEstionnaires de territoire) dans ses dimensions scientifique, technique et organisationnelle, nous analysons l'expérience concrète et spécifique de l'observatoire ROSELT/OSS (Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme/Observatoire du Sahara et du Sahel) menée depuis 1992 en matière de lutte contre la désertification dans le circum-Sahara. Cette confrontation modèle abstrait/modèle concret (ou « instance ») permet de tester la validité du modèle abstrait (OSAGE), mesurer sa richesse et ses difficultés de mise en œuvre et l'enrichir, tout en offrant un cadre formel pour analyser ROSELT/OSS et mesurer son niveau de conformité au modèle OSAGE.

**ABSTRACT.** Based on the formal description of the concept "OSAGE" (Scientific Observatory in support of land managers) in its scientific, technical and organizational dimensions, the analysis of the real and specific case ROSELT/OSS observatory (The long term ecological surveillance observatories network/Sahara and Sahel Observatory) was carried out; this device started running in 1992 in order to combat desertification in the circum-Sahara. The comparison between the abstract model and this instance allows to test the validity of the abstract model (OSAGE), assess its advantages and implementation difficulties and further develop it. It also provides a formal framework to analyse ROSELT/OSS and measure how far ROSELT/OSS case complies with OSAGE model.

**MOTS-CLÉS :** système, modèle, opérationnalité, pérennité, qualité, recherche, suivi, observation, analyse, indicateurs, donnée, information, connaissance, acquisition et production de biens, services rendus, appui à la décision, organisation, désertification.

**KEYWORDS:** system, model, operatinality, perenity, quality, research, monitoring, observation, analysis, indicators, data, information, knowledge, acquisition and production of goods, provided services, decision support, organization, desertification.

---

DOI: [10.3166/ig.2017.00033](https://doi.org/10.3166/ig.2017.00033) © 2017 Lavoisier

## 1. Introduction

Sous diverses formes et niveaux d'organisation au fil du temps, l'homme cherche à enrichir sa connaissance de l'univers, de la planète Terre, des composants naturels du milieu qui l'entourent et contribuent à subvenir à ses besoins, des sociétés dans lesquelles il s'organise et qui le gouvernent, des relations société - milieu et, de façon plus générale, de l'ensemble des phénomènes et interactions qui se déploient entre et dans ces « compartiments ». Motivé par la curiosité et soif de connaissances ou par l'intention de s'organiser, il se pose des questions dont les réponses intéressent son avenir et orienteront son projet de vie (question de société) et/ou relèvent de la connaissance (question de science). Pouvoir y répondre passe par l'acquisition et l'appropriation de nouvelles données et informations.

Les chercheurs des sciences de la Terre et de l'Univers se mobilisent très tôt pour organiser la surveillance des facteurs relevant des domaines astronomiques, géophysiques et océanographiques, qui permettent de décrire et suivre, de comprendre, voire anticiper, les phénomènes reliés à leurs questions de recherche fondamentale sur de vastes espaces (*e.g.* évolution du système solaire, changement climatique, etc.), et/ou des événements exceptionnels à risque (*e.g.* sismicité, inondations). Ils développent des instruments de mesure spécifiques, tels que les satellites dédiés à l'observation de la Terre au milieu du siècle dernier. Ils investissent sur des compétences hautement qualifiées et des instruments à haut niveau de technologie pour générer de la connaissance qui intéresse tout le monde, politiques, gestionnaires et individus  $\lambda$ . La plupart de ces dispositifs existent encore aujourd'hui et sont renforcés dans le contexte actuel des changements globaux, tels que les réseaux du Système mondial d'observation du climat<sup>1</sup>, ou les observatoires de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) (*e.g.* l'observatoire atmosphérique HBAO – Henties Bay Aerosol Observatory – en Namibie) sous le label régional GAW (*Global Atmosphere Watch*). En France, sous le label système d'observation, ils sont rattachés aux observatoires des sciences de l'univers – OSU de l'Institut national des sciences de l'univers (INSU). Ces derniers, à statut public, ont des objectifs de production de connaissances (acquisition, analyse, interprétation de données), mais aussi d'animation de la recherche et de formation<sup>2</sup>.

Le processus de mondialisation et l'évidence des changements globaux suscitent le besoin de suivre les évolutions spatiale et temporelle d'un phénomène ou d'une portion de territoire. Ce besoin s'étend dès les années 1990 au domaine de l'environnement *sensu lato*, *i.e.* l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines. Dans un contexte de solidarité internationale croissante, ce besoin se généralise dans les années 2000 aux questions sociétales touchant à l'équité, la santé, etc. Ces dynamiques mobilisent toujours les sciences de l'univers, mais aussi celles du vivant et de la Terre, et de plus en plus, les sciences humaines et sociales.

1. <http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/index.php?name=AboutGCOS>.

2. Ce sont des écoles au sens de l'article L.713-1 du code français de l'éducation.

Par l'observation répétée (suivi) et l'analyse des données collectées, il s'agit de favoriser la compréhension des mécanismes en cause et, si possible, anticiper les évolutions, quels que soient la question posée et l'espace concerné (taille, type), voire générer des systèmes d'alerte. Ces dispositifs ne sont plus motivés uniquement par des questions de recherche fondamentale, mais aussi et d'abord par des questions posées par les sociétés. Certains mobilisent des chercheurs et visent des données scientifiques à l'usage des chercheurs ; leur lien avec d'autres utilisateurs tels que les politiques et professionnels en charge de gérer le problème posé n'est pas un objectif premier. C'est le cas du LTER<sup>3</sup> (*Long Term Ecological Research Network*) aux États-Unis avec ses 30 sites labellisés ; ou encore des deux modèles d'observatoires mis en place par le Centre national de recherche scientifique français (CNRS) : l'Observatoire de recherche en environnement (ORE)<sup>4</sup> et l'Observatoire homme milieu (OHM)<sup>5</sup> (Loireau *et al.*, 2015a). D'autres dispositifs au contraire souhaitent renforcer le lien entre science et politique, entre science et professionnels en charge de gérer le problème posé. Ils mobilisent toujours des scientifiques, mais ne se limitent pas aux chercheurs en incluant des professionnels et en facilitant l'accès de leur production scientifique à d'autres utilisateurs. Ce sont les cas, pour le domaine environnemental, du ROSELT (Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme) de l'OSS<sup>6</sup> en matière de lutte contre la désertification en Afrique, ou encore, pour le domaine sociétal, de l'Observatoire africain de la santé<sup>7</sup> de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en matière d'accès aux soins et de renforcement d'un système d'information sanitaire.

Depuis une dizaine d'années, nous pouvons noter la mobilisation croissante d'autres acteurs que les scientifiques dans les dispositifs d'observation, que ce soit parce qu'ils s'impliquent ou se responsabilisent dans la surveillance de leur environnement ou dans la résolution d'un problème sociétal. En témoignent les méthodes pour créer de l'information par un collectif non réduit à des chercheurs, telle que l'information géographique volontaire (Goodchild, 2007), ou encore la mobilisation directe des citoyens dans la collecte des données. En effet, des observatoires dits « citoyens » voient le jour. En France ils sont soutenus par le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer : *e.g.* le dispositif des volontaires pour l'Observation citoyenne de l'environnement<sup>8</sup>. Un peu précurseurs, les observatoires du programme Vigie-Nature<sup>9</sup> sont un autre exemple de sciences participatives. Chaque citoyen peut devenir observateur volontaire de la biodiversité et offrir aux chercheurs du Muséum des données de terrain dans toute la France. Chacun peut participer à l'amélioration des connaissances sur la biodiversité ordinaire, mais les moyens de traiter les

---

3. <https://lternet.edu/network>

4. Sous tutelle INSU : s'il intègre un SO, il constitue un Système d'observation et d'expérimentation pour la recherche en environnement SOERE.

5. Sous tutelle INEE, Institut écologie et environnement.

6. OSS – Observatoire du Sahara et du Sahel: <http://www.oss-online.org>

7. <http://www.aho.afro.who.int/>

8. <http://www.institut-ecocitoyen.fr/voce.php>

9. <http://vigienature.mnhn.fr>

« avalanches » potentielles de données multiples préoccupent et définissent des défis techniques. Les associations et organisations non gouvernementales se mobilisent aussi comme en témoigne le Réseau des observatoires de l'égalité de genre (ROEG<sup>10</sup>) pour la lutte contre les inégalités entre les femmes et les hommes en Afrique, en Europe, dans l'Océan Indien et les Caraïbes. Si leurs compétences scientifiques internes sont insuffisantes, ils s'associent à des institutions scientifiques pour consolider leur démarche.

Quels que soient les « opérateurs » mobilisés, ces observatoires priorisent la qualité et pertinence scientifique des données, informations et connaissances mobilisées ou produites et ne participent pas directement à la décision et action sur les territoires concernés. Si *l'espace* entre la production scientifique et la décision est réduit parce que le temps long de la science ne semble plus compatible avec le temps court de la décision et de l'action, leur qualité respective peut être fragilisée.

Ces observatoires se distinguent des dispositifs « décisionnels » qui donnent une place prioritaire aux acteurs du territoire et à la décision. C'est la vision des observatoires territoriaux *définis* par De Sède-Marceau *et al.* (2011) centrés sur la mutualisation des connaissances des différents acteurs et la recherche d'un consensus nécessaire pour l'action. Généralement déconnectés des dispositifs scientifiques, ces dispositifs décisionnels priorisent la mise en réseau des acteurs économiques d'un territoire à des fins de développement autour d'une plateforme technique de capitalisation, gestion et valorisation de l'information existante (*e.g.* les observatoires mis en œuvre par l'APEM<sup>11</sup>). Contrairement aux précédents dispositifs scientifiques, les acteurs économiques du territoire sont les intervenants du dispositif ; ce sont eux qui décident de la pertinence de l'information à mobiliser, voire qui la produisent. L'intervention du chercheur est potentielle et non centrale.

Cette revue des dispositifs existants permet de mettre en exergue plusieurs concepts associés à l'objet « observatoire » : question de recherche (connaissance), question à finalité (de société) ; compréhension, évaluation, suivi ; acteurs (de territoire, d'observatoire) ; espace, réseau ; instrument de mesure, protocole d'observation ; compétences humaines, moyens techniques ; donnée, information, connaissance ; partage, mutualisation, gestion, valorisation, formation ; organisation, labellisation ; qualité, utilité ; dynamique, pérennité ; dispositif, système de décision... Face à la diversité de représentation de ce qu'est un observatoire, de ce qui le constitue et de la façon de le mettre en œuvre, face à leur profusion sous différentes formes, qui peut même induire une coexistence, voire une concurrence, sur un même territoire, il paraît nécessaire d'éclaircir le contenu, le mode de fonctionnement de cet objet polymorphe et de définir *in fine* une vision partagée et sa déclinaison en modèle(s) formalisé(s) d'observatoire. C'est la démarche que nous avons adoptée en présentant le modèle abstrait d'Observatoire Scientifique en Appui aux GEstionnaires de territoire (OSAGE) issu de la synergie de compétences entre scientifiques de divers domaines (géographie,

10. <http://www.observatoiresdugendre.com>; créé en 2001.

11. APEM : Assemblées pyrénéenne d'économie montagnarde, <http://www.apem.asso.fr/>

agronomie, écologie, informatique) et de l'analyse de l'état de l'art (Loireau *et al.*, 2015a).

Sur la base du modèle abstrait OSAGE consolidé et complété d'une part, et forts de notre expérience concrète ROSELT (Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme) de l'OSS dans le *circum*-Sahara d'autre part, notre objectif est d'analyser (en termes de structure, fonctionnement, dynamique, viabilité) et d'illustrer chacune des propositions abstraites du modèle OSAGE, sa richesse comme ses difficultés de mise en œuvre concrète. Cette confrontation modèle abstrait/modèle concret (ou « instance ») permet à la fois de tester la validité du modèle abstrait (OSAGE), voire de l'enrichir, et de mesurer le niveau de conformité du modèle concret (ROSELT/OSS) au modèle abstrait.

Nous proposons, en section 2, la description synthétique du modèle OSAGE (Loireau *et al.*, 2015a). Nous revenons brièvement sur les dispositifs scientifique (section 3), technique (section 4) et développons le dispositif organisationnel (section 5) constitutifs d'OSAGE.

Les descriptions sont formalisées à l'aide du formalisme UML<sup>12</sup> (figure 1).

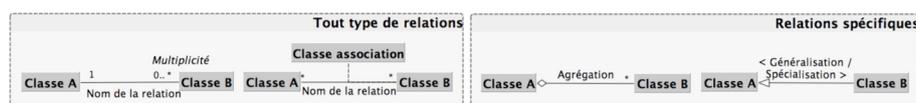


Figure 1. Formalisme UML (Unified Modeling Language)

L'analyse *via* l'expérience ROSELT/OSS est présentée et discutée en sections 2, 3, 4 et 5. La vision systémique (Fargette *et al.*, 2017b) guide notre réflexion. Les concepts représentés dans les schémas UML des parties consacrées à la description du modèle abstrait sont rappelés en italique dans celles consacrées à l'analyse ROSELT/OSS. La conclusion revient sur les points essentiels dégagés par cette confrontation et trace les perspectives de recherche.

## 2. Modèle général OSAGE

### 2.1. Instrument de production de connaissances en appui à la décision territoriale

La société peut poser une question selon son projet de vie, plutôt environnementale (*e.g.* désertification) ou sociétale (*e.g.* émigration des jeunes), sur laquelle il est difficile de prendre position sans un nouvel apport de connaissance. Elle peut alors décider de se doter d'un observatoire qui permet, une fois mis en œuvre et opérationnel, de

12. UML - *Unified Modeling Language* : standard de l'*Object Management Group*, résultat de la fusion de formalismes dédiés initialement au génie logiciel (approche objet) et développés (1980-1995) par Booch *et al.* (2005).



d'information, et partiellement seulement le système décisionnel, au sens de [Le Moigne \(1999\)](#). Il est une brique de l'édifice du système de décision ; il n'est pas système de décision.

De plus, s'il appartient au domaine public, OSAGE ne déroge pas à la règle de mise à disposition des produits de sa recherche pour la formation hors observatoire : participation aux cursus diplômants et formation permanente. Ainsi, « Question de société », « Décision », et « Formation » appartiennent à l'environnement du système complexe de production de connaissance, OSAGE.

Comme tout système (cf. viabilité), l'observatoire OSAGE s'inscrit dans la durée (cf. pérennité). Pour assurer ses activités (opérer) dans la durée, il mobilise des compétences dans la société (opérateurs) et il est mis en place sur un périmètre (zone sous observation délimitée) défini pour représenter l'espace concerné par la question posée. Comme tout système, il peut être élémentaire (un groupe d'opérateurs, un périmètre), ou complexe (plusieurs groupes d'opérateurs, plusieurs périmètres<sup>15</sup>) pour répondre à une même question selon l'échelle à considérer. Il se compose de trois dispositifs (scientifique, technique et organisationnel). De leur intégration dépendent la qualité, pertinence, robustesse de la production de l'observatoire, *i.e.* son opérationnalité et pérennité.

Un observatoire ne se décide pas, ni ne se construit, en un jour et peut nécessiter des phases « de décision » puis « de construction » (de la « naissance » à l'« adolescence ») plus ou moins longues. Dès que ses trois dispositifs sont définis, il entre en activité ; il est dans la phase « adulte » de son cycle de vie. Pour que celle-ci s'inscrive dans la durée (dispositif pérenne), l'observatoire doit pouvoir s'adapter. Les modalités de construction et les conditions de pérennité de l'observatoire sont d'ordre scientifique, technique, et organisationnel tel que nous le détaillons respectivement en sections [3](#), [4](#), et [5](#).

Au final, l'observatoire OSAGE est un instrument finalisé de production scientifique. Il traduit la question de société en question scientifique et pourvoit les gestionnaires de territoires (ceux de l'espace concerné par la question) en informations qui leur donnent des repères pour la prise de décision.

## **2.2. Conformité du projet ROSELT/OSS au modèle abstrait OSAGE**

Le contexte international de lutte contre la désertification (LCD) guide la conception de ROSELT/OSS. Au Sommet de la Terre de Rio en 1992, la *société* pose la question de la compréhension et évaluation de la désertification<sup>16</sup>. Elle a besoin de réponses pour se donner les moyens de lutter contre la désertification et ses effets négatifs sur la sécurité alimentaire, la pauvreté, le climat et la biodiversité ; sinon son projet de vie risque d'être mis à mal. La question est posée dans toutes les régions sèches du monde mais elle est

15. Dans ce cas, il s'agit d'un réseau d'observatoires.

16. [//www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/UNCCD\\_Convention\\_FRE.pdf](http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/UNCCD_Convention_FRE.pdf).

discutée par sous-région. La sous-région Afrique (annexe I de la CNULCD<sup>17</sup>) et tout particulièrement la zone sahélo-saharienne sont reconnues à caractère prioritaire. Cependant, l'évaluation de la situation s'y avère impossible vu que les données et informations dont disposent les pays sont rares, partielles (*e.g.* liens entre conditions biophysiques de dégradation des terres et modalités de vie des populations), manquantes (*e.g.* mesure de la diversité des actions de LCD et leurs effets), difficiles d'accès et disparates dans le temps et l'espace. Concertations entre spécialistes, missions de consultance et inventaires sont effectués, en vue d'identifier des sites prioritaires : dans le Nord Sahara lors des réunions sur les réserves de biosphère du bassin méditerranéen ; puis, en Afrique de l'Ouest dans l'ensemble des pays du Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) sous la coordination de l'Institut du Sahel (INSAH), et en Afrique de l'Est sous la coordination de l'East African Wild Life Society (EAWLS). Dans le même temps, l'OSS est créé sous l'impulsion des pays africains de la zone saharo-sahélienne (22 pays membres) et d'un groupe élargi d'experts scientifiques et décide de concevoir un réseau d'observatoires locaux dans les pays concernés et spécifiquement dédiés à la surveillance environnementale (SE) relative à la désertification.

La démarche de décision de création de ROSELT/OSS est conforme à celle proposée dans le modèle OSAGE : une *question* est posée par la *société* (qui a un *projet de vie*) ; le besoin d'un instrument (ou *dispositif*) de SE dédié à la désertification, et de production scientifique au service des *gestionnaires* des pays ayant ratifié la CNULCD, est identifié (début de la *phase de décision*) ; la création d'un réseau d'observatoires locaux est décidée (fin de la *phase de décision*).

En juillet 1992, une réunion est organisée par l'OSS, le Programme international géosphère biosphère (PIGB) et le Programme sur l'Homme et la biosphère de l'Unesco (Unesco-MAB) en vue d'établir les bases d'un système global d'observation des écosystèmes terrestres (GTOS). ROSELT/OSS apparaît comme sa potentielle composante africaine, mettant l'accent sur l'évaluation et le suivi de la désertification ; sa création répondrait aux recommandations<sup>18</sup> de la CNULCD. L'idée ROSELT/OSS est validée par tous les pays au cours d'un atelier organisé par l'OSS en avril 1994 : l'option est prise pour que les observatoires locaux soient proposés par les Pays ; la conception de la SE dédiée à la désertification<sup>19</sup> débute. En août 1995, 32 observatoires locaux sont labellisés dans 11 pays *circum*-Sahara ; un document sur les fondamentaux ROSELT/OSS est rédigé (DS1, réédition 2004). D'un point de vue scientifique, il s'agit d'harmoniser et coordonner les approches de manière à produire périodiquement un état de l'environnement *circum*-saharien et de garantir la représentativité des données relatives aux phénomènes étudiés. D'un point de vue technique, il s'agit de mettre en œuvre un système de gestion des données à la fois efficace et susceptible d'évoluer sans risque d'obsolescence et de perte de valeur temporelle. D'un point de vue

---

17. CNULCD, Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification.

18. Articles 16 (collecte, analyse et échange d'informations) et 17 (recherche - développement) de la section 2 (coopération scientifique et technique).

19. Couvrant tous les aspects écologiques *s.l.* des espaces ruraux (*s.l.*), dont socio-économiques.

organisationnel, il s'agit d'organiser une certaine permanence des acteurs responsables (*opérateurs*) du recueil, stockage et traitement des données, d'augmenter l'acceptabilité sociale et économique du réseau en s'appuyant sur la volonté de LCD des pays, et de rechercher sa pérennisation par des démarches institutionnelles et financières appropriées. Pour s'adapter aux demandes des gestionnaires et faciliter leur prise de décision, il est prévu de fournir plusieurs types de *produits* : rapports thématiques et synthèses, données brutes ou indicateurs, cartes thématiques.

En 1995, l'intégration des dimensions *scientifique, technique et organisationnelle* dans les objectifs et principes généraux de mise en œuvre ROSELT/OSS est conforme au modèle abstrait OSAGE. ROSELT/OSS est construit comme un *observatoire complexe* (réseau régional) composé d'*observatoires élémentaires* (observatoires locaux) ; sa *phase de construction* est terminée.

### 3. Le dispositif scientifique (DS) OSAGE

Le DS OSAGE pointe les données à mobiliser ou acquérir dans l'espace et le temps, crée de nouvelles informations, par l'analyse et l'interprétation des données acquises, sur les processus (activité de recherche) et les dynamiques (activités de suivi) du système en jeu derrière la question posée. Il est garant de la qualité et de la pertinence de son activité de recherche et de suivi.

#### 3.1. Structure, fonctionnement et cycle de vie

Pour atteindre ses objectifs, le DS s'articule sur trois modèles interactifs : modèle théorique systémique, modèle d'observation et modèle de suivi (figure 3a).

Le modèle théorique systémique (MTS) décrit le système en relation avec la question posée sur la base de connaissance scientifique experte ou à dire d'acteurs. Il 1) fait appel aux notions structurelle, fonctionnelle ou dynamique du système en question, 2) distingue ce qui est interne et externe (forces motrices) au système, 3) montre le niveau d'intégration société - milieu au sein du système.

Le modèle d'observation (MO) pointe et décrit dans le MTS : 1) les observations nécessaires à la compréhension du système et, 2) l'étendue spatiale, ou périmètre, dans laquelle elles doivent être opérées. Les observations sont considérées au sens « mesures » (sur le terrain ou à distance, *e.g.* à partir de satellites) portées sur un objet d'intérêt selon un protocole de collecte et d'échantillonnage défini. En référence au modèle OBOE (*Extensible Observation Ontology*, Madin *et al.*, 2007), elles permettent d'acquérir des données (valeurs observées) sur des propriétés d'objets d'intérêt (élément du système, flux, etc.) selon un protocole spécifique de collecte et d'échantillonnage. L'analyse et interprétation des valeurs observées, pouvant générer indicateurs et nouvelles connaissances, enrichissent le MTS.

Enfin, le modèle de suivi (MS) sélectionne et décrit dans le MTS les observations nécessaires et suffisantes pour définir et valider un jeu minimum d'indicateurs et leurs

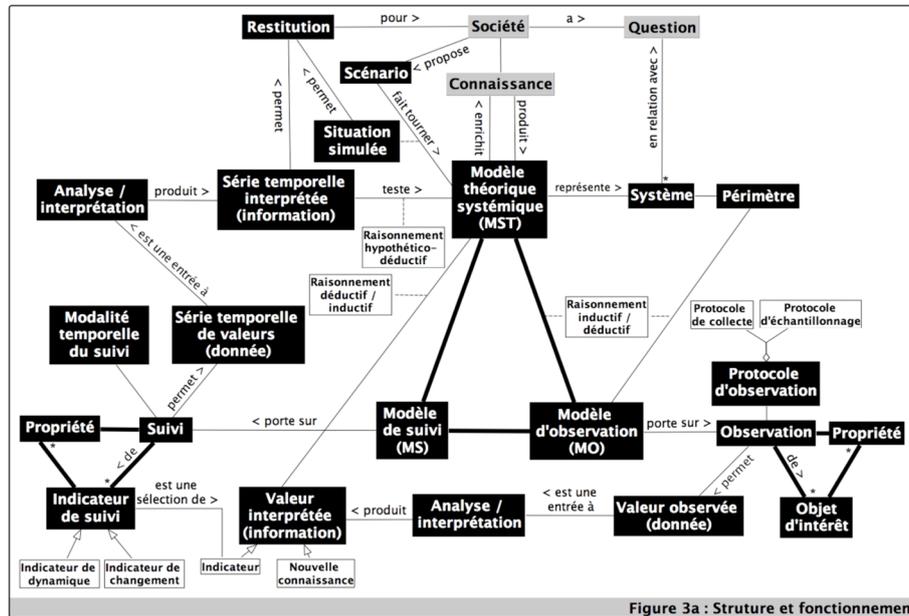


Figure 3a : Structure et fonctionnement

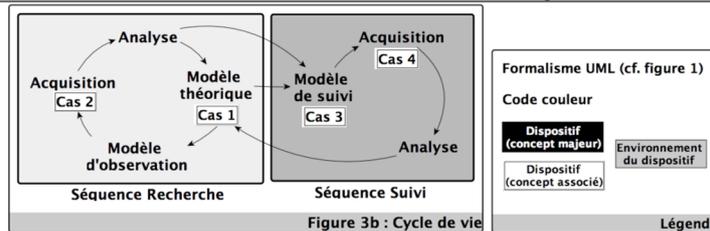


Figure 3b : Cycle de vie

Figure 3. Zoom sur le dispositif scientifique du modèle OSAGE

modalités d’acquisition dans le temps (modalité temporelle du suivi). Il gère à la fois la temporalité de l’acquisition d’observations constitutives des indicateurs sélectionnés et la mise en œuvre de tel ou tel (jeu de) indicateur(s) de suivi. Certains (indicateurs de dynamique) ont vocation à suivre l’évolution du système (*i.e.* celle de ses paramètres internes, sans changement de système), d’autres (indicateurs de changement) à vérifier l’appartenance au système de référence ou au contraire sa non conformité et donc le changement de système. L’analyse et l’interprétation des séries temporelles de valeurs améliorent la connaissance sur le système et enrichissent à son tour le MTS.

Les informations ainsi produites (jusqu’aux séries temporelles interprétées), comme les situations simulées à partir de scénarios, sont restituées (restitution) à la société qui a posé la question. Un travail peut être fait pour adapter le mode de restitution aux besoins des différents gestionnaires de territoire. Cette phase de mise en forme améliore l’articulation de l’observatoire au système de décision territoriale.

Loireau *et al.* (2015a) distinguent deux modes de fonctionnement d'un observatoire (figure 3b). En « séquence recherche », l'observatoire mène ses activités sur tout ou partie des étapes suivantes : 1) conception du MTS relatif au système en lien avec la question scientifique posée, 2) construction du MO (*i.e.* les propriétés des objets d'intérêt à observer sont pointées, leurs modalités d'acquisition définies), 3) acquisition des données et, 4) analyse des données pour enrichir le MTS pré-établi (nouveaux éléments ou processus mis en évidence) et/ou construire le MS (définition des indicateurs et de leurs modalités de suivi). En « séquence suivi », l'observatoire se base sur un MS déjà construit pour collecter, analyser et interpréter les séries chronologiques de données nécessaires et suffisantes pour le suivi ; cette interprétation peut susciter une nouvelle séquence recherche (retour sur le MTS).

La première activité d'un observatoire dépend des données, informations et connaissances dont il dispose à sa création : il construit un MTS s'il ne dispose pas encore, ou si peu, de données relatives à la question posée, ni de MTS consolidé (cas 1) ; il analyse les données existantes pour faire émerger les liaisons entre éléments du système et construire un premier MTS s'il dispose déjà des données, mais pas encore de MTS (cas 2) ; il construit le MS s'il dispose déjà d'un MTS et des données nécessaires à la construction d'indicateurs (cas 3) ; il suit directement les dynamiques ou changements si le MS existe déjà (cas 4).

Lorsque l'observatoire fonctionne, il relance une séquence recherche si les changements détectés sont majeurs et justifient une adaptation de ses modèles. C'est cette capacité d'ajustement, acquise dans ses séquences recherche, qui lui permet de fonctionner à l'image d'un cerveau, toujours dynamique et capable de s'adapter, pour fournir l'information la plus pertinente aux gestionnaires de territoire.

### 3.2. Dispositif scientifique et cadre systémique ROSELT/OSS

La question scientifique en matière de LCD (caractériser les causes et effets de la dégradation des terres, mieux comprendre les mécanismes qui conduisent à ce phénomène et son étendue) et l'identification du (des) système(s) au(x)quel(s) elle se réfère ont été déterminants dans la définition du périmètre ROSELT/OSS (3.2.1) et la mise en œuvre des activités d'observation et de suivi (3.2.2).

#### 3.2.1. Périmètre ROSELT/OSS et sa représentativité de la zone circum-Sahara

La désertification est un processus complexe (climatique, biophysique et social) qui *in fine* conduit au déclin irréversible et à la destruction du potentiel biologique des terres et de leur capacité à supporter ou nourrir les populations (Requier-Desjardins et Caron, 2005). Aux interfaces société/milieu, il se réfère aux fonctionnements, structure et dynamique des sociosystèmes, écosystèmes et agrosystèmes qui interagissent sur les espaces ruraux ou forestiers en zones sèches.

Étant donné ce caractère agro-socio-écologique du processus, les scientifiques mobilisés délimitent son périmètre sur des critères bioclimatiques et d'usages des

ressources naturelles (RN). D'un point de vue bioclimatique, 5 critères<sup>20</sup> définissent des éco-régions majeures<sup>21</sup>. Combinées aux critères d'usages (liés aux agrosystèmes *s.l.*), des sites sont identifiés dans les espaces de transition aux plus fortes dynamiques : marges montagneuses hyper arides et arides de 100 à 250 mm de précipitations annuelles (zones saharo-sahéliennes), zones à vocation pastorale et d'agriculture pluviale entre 250 et 500-600 mm (zones sahéliennes), et zones de transit (migration, biodiversité) vers les espaces soudaniens entre 500 et 700 mm (zones soudano-sahéliennes). Des situations locales contrastées et représentatives sont priorisées suivant l'hypothèse d'un modèle générique de désertification à un certain niveau d'abstraction et la reconnaissance de spécificités à un certain niveau de spécialisation.

Au-delà de l'identification systémique de ces sites, une délimitation géographique est effectuée. Le critère administratif est retenu pour favoriser l'appui à la gestion des territoires et l'accès aux données nationales existantes. Un périmètre au sein de chaque site est défini à partir des contours du plus petit découpage administratif (1 à 3 par site pour rester dans la centaine de km<sup>2</sup>), généralement l'équivalent de la commune rurale. Si les limites sont trop vastes, d'autres critères fonctionnels sont mobilisés au cas par cas. À titre d'exemple, le site du Ferlo au Sénégal s'est ainsi vu délimiter deux périmètres : la commune de Ouarkhokh au Sud, caractérisée par un système agropastoral, et l'agrégation au Nord de trois aires de polarisation des forages caractérisées par un système sylvo-pastoral. La diversité des espaces ruraux et forestiers en zones sèches *circum*-sahariennes est bien représentée par les 32 périmètres locaux (ROSELT/OSS DS1, 2004 ; Leibovici *et al.*, 2007) mais peut l'être davantage : une quinzaine d'autres sites sont proposés et ne sont pas retenus, ne remplissant pas les autres critères d'opérationnalité (disponibilité de données antérieures, mobilisation d'équipes scientifiques) ; des pays manquent à l'appel. Dès 1995, ROSELT/OSS annonce que d'autres observatoires et périmètres locaux intégreront le réseau au cours de sa vie s'ils améliorent la représentativité de la zone sahélo-saharienne, et si les ressources humaines et scientifiques le permettent (cf. 5.2.1) : cas pour la Libye en 2003.

Le définition des sites locaux d'observation ROSELT/OSS est conforme au concept de *périmètre* du modèle OSAGE : la prise en compte de manière effective de la dimension systémique et multi-échelle de la désertification *circum*-Sahara définit *in fine* un périmètre global représentatif des espaces ruraux et forestiers en zones sèches *circum*-sahariennes, constitué de 32 périmètres élémentaires disjoints dans 11 pays d'Afrique du Nord, de l'Est et de l'Ouest. L'expérience ROSELT/OSS nous précise qu'un périmètre d'observatoire peut avoir une surface discontinue et évoluer au cours du temps.

20. Types bioclimatiques (méditerranéen, tropical, désertique), étages bioclimatiques (hyper-aride, aride, semi-aride, sub-humide sec), régime des précipitations (saisonnier, monomodal, bimodal, variantes thermiques), variantes thermiques, variantes côtières.

21. *e.g.* bioclimat méditerranéen aride à variante chaude, bioclimat tropical semi-aride bimodal, bioclimat tropical hyper-aride, monomodal à variante côtière, etc.

### 3.2.2. Cycles de vie ROSELT/OSS entre recherche et suivi

Une fois le périmètre défini, les objectifs scientifiques et organisationnels fixés dans la phase de construction 1992-1995 (figure 4a ; cf. 2.2.), des scientifiques pluridisciplinaires travaillent à construire une compréhension partagée du processus de désertification et des systèmes associés. Ils mettent en évidence les interactions entre les causes d'origine anthropique (*e.g.* déboisement, surpâturage, feux de brousse, raccourcissement du temps des jachères) et climatique (*e.g.* régime des pluies, sécheresses récurrentes, érosion éolienne et hydrique), et leurs effets agro-écologiques en termes de désertification (*e.g.* perte de biodiversité, modification des pratiques et systèmes de production, diminution du couvert végétal, érosion ensablement, salinisation). Leur réflexion est pilotée par les liens établis entre la LCD et 1) le maintien de la biodiversité, considérant que les zones arides *circum*-sahariennes sont marquées par l'importance de l'endémisme et une mosaïque de foyers d'adaptation et d'évolution, 2) l'atténuation des changements climatiques, sachant que l'état de surface des terres arides joue un rôle important dans l'évolution de l'albédo de la surface terrestre et que leurs sols séquestrent aussi du carbone (*via* notamment des pratiques agricoles exemplaires), et donc réduisent les émissions de Gaz à effet de Serre et, 3) le développement durable, considérant que l'appréhension des interactions entre les systèmes socio-économiques et écologiques et de leurs évolutions favorables ou défavorables, améliore la gestion des territoires.

Cette activité de recherche sur la base de connaissances multiples (cas 1 décrit en 3.1) aboutit à une représentation systémique (ROSELT/OSS DS1, 2005 ; figure 4b), conforme au *Modèle Théorique Systémique - MTS* d'OSAGE.

À partir de cette vision intégrée de la désertification, les scientifiques s'accordent sur les données à collecter et leur modalité de collecte. Les observations ciblées concernent la caractérisation du lieu de récolte (conditions climatiques et pédologiques locales, événements atmosphériques exceptionnels spécifiques, occupation des terres) et les thèmes étudiés pour l'analyse des systèmes (caractéristiques de la faune, composition floristique des communautés végétales, structure de la végétation, éléments clés de biodiversité, états de surface et fertilité des sols, caractéristiques hydriques du sol, impact des activités humaines). Ce dernier est appréhendé *via* 1) la caractérisation d'un type d'empreinte des systèmes en œuvre, observable et caractérisable : l'occupation des terres, et 2) l'appréciation qualitative du niveau d'anthropisation des formes de végétation. Pour intégrer dans l'espace et le temps ces données multiples, le dispositif d'échantillonnage préconise trois niveaux de perception spatiale (station écologique, paysage écologique, région écologique) et les observations sont réalisées avec plus ou moins d'intensité temporelle<sup>22</sup> sur des échantillons représentatifs (ROSELT/OSS DS1, 2004). Des valeurs observées sont collectées de 1995 à 2000 et analysées sur 4

---

22. Pluri-annuelles pour le suivi des RN et des usages ; saisonnières et/ou annuelles pour chercher les seuils de rupture écologique et de l'efficacité optimale entre disponibilité des RN et leurs usages, ainsi que les gradients écologiques ; journalières et/ou saisonnières pour chercher les mécanismes de fonctionnement et évolution des éco-agro-systèmes.

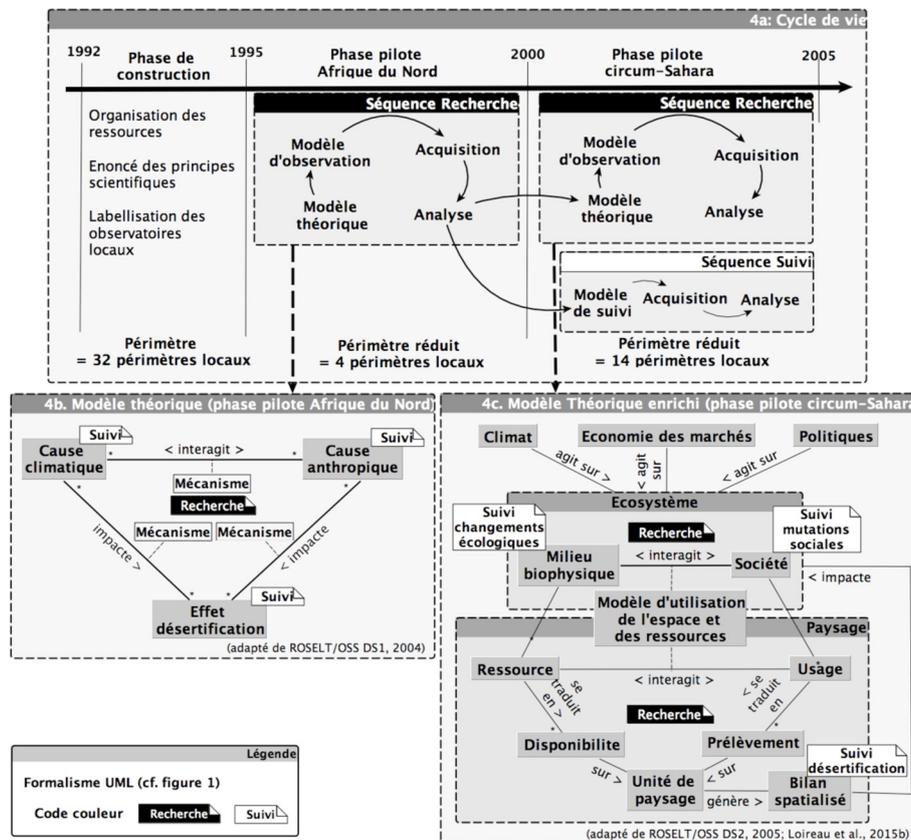


Figure 4. Illustration des cycles de vie ROSELT/OSS

observatoires dit « pilotes », au Nord Sahara (Maroc, Tunisie, Algérie, Egypte) ; des indicateurs sont proposés. ROSELT/OSS parle de phase pilote Afrique du Nord (figure 4a).

La démarche pour pointer les données utiles et définir leurs modalités de collecte et d'échantillonnage est conforme au *Modèle d'Observation – MO d'OSAGE*. L'enchaînement des étapes de compréhension systémique partagée et intégrée, d'observation, d'analyse et de définition d'indicateurs, est un exemple de *séquence recherche* également conforme au modèle OSAGE. L'expérience ROSELT/OSS nous enseigne qu'un MO construit partiellement (à ce stade de la vie ROSELT/OSS, il porte davantage sur les objets d'intérêt que sur les protocoles de collecte et d'échantillonnage) peut ne pas bloquer le démarrage des observations et qu'une séquence recherche peut fonctionner sur un périmètre réduit (ou partiel).

En juin 2000 à Bamako, au Mali, un atelier scientifique régional est organisé. Les membres du réseau sont tous là (représentant les 32 observatoires labellisés) pour faire le point sur les acquis et commencer un travail collectif sur la définition d'un jeu

« minimum » de données (*i.e.* les observations nécessaires et suffisantes) et l'harmonisation des méthodes de leur collecte et analyse. L'enjeu consiste à se donner les moyens d'augmenter le nombre d'observatoires pilotes (14 en tout) en intégrant des pays d'Afrique de l'Ouest et de l'Est (Cap Vert, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Ethiopie, Kenya). La compréhension systémique de la désertification, centrée initialement sur les écosystèmes, est revisitée et enrichie pour intégrer plus de complexité, en considérant 1) les effets cumulatifs de la diversité des pratiques d'usages des RN dans le temps et l'espace, et 2) le paysage comme résultante des interactions société - milieu (ROSELT/OSS DS2, 2005). Il en découle une évolution de la compréhension systémique (figure 4c) à partir de laquelle des chercheurs du réseau cherchent un consensus conceptuel et méthodologique pour l'acquisition des données quelles que soient les spécificités sous-régionales (*e.g.* Nord et Sud Sahara) ou locales. Il en découle la distinction *in fine* entre 1) le jeu minimum de données (écologiques, géomorpho-pédologiques, socio-économiques et agronomiques) pour évaluer les dynamiques spatiales et temporelles de l'intensité du risque de désertification et de ses causes en tout lieu du périmètre local et, 2) le jeu minimum de données par thème (biodiversité, appauvrissement des sols, changement d'occupation du sol, etc.). De même, les modalités spatiales et temporelles des protocoles de collecte et d'échantillonnage sont précisées : la distinction est faite entre le temps court de l'évaluation<sup>23</sup> sur 4 ans et le temps long du suivi sur plusieurs décennies. Un document scientifique général décrit les concepts-clés et principes méthodologiques, les articulations entre domaines et propositions d'intégration (ROSELT/OSS DS2, 2004) ; un autre décrit les méthodes de spatialisation du risque de désertification (cf. méthode SIEL<sup>24</sup> : ROSELT/OSS DS3, 2004 ; Loireau *et al.*, 2015b). Des documents plus spécifiques détaillent les modalités de collecte et d'analyse, *e.g.* sur la flore et la végétation et sur les pratiques d'exploitation des RN (ROSELT/OSS CT1, 2008 ; et CT2, 2005).

Alors que les modalités d'acquisition ne sont pas stabilisées, les observations au sein des périmètres locaux s'étendent à 14 observatoires pilotes Nord, Sud et Est Sahara. De 1995 à 2005, leur répétition (une fois) sur chacun d'entre eux autorise une analyse diachronique et interprétation des évolutions. L'application progressive sur chaque site des méthodes préconisées autorise des synthèses régionales (OSS, 2013a) socio-économiques et écologiques qui mettent en évidence des tendances différenciées<sup>25</sup> ou non<sup>26</sup> au Sud et Nord Sahara. Ces synthèses montrent la difficulté de l'exercice régional malgré les précautions scientifiques qui ont guidé les choix des périmètres locaux et les

---

23. répétition des mesures sur des pas de temps intra ou interannuels : *e.g.* les mesures saisonnières sur 4 années successives pour évaluer la biodiversité végétale.

24. SIEL – Système d'information sur l'environnement à l'échelle locale.

25. *e.g.*: croissance démographique freinée au Nord et accélérée au Sud (aspects socio-économiques) ; disparition de formations végétales climaciques au Nord (aspects écologiques).

26. *e.g.*: amélioration des équipements collectifs, taux d'activités non agricoles élevé, morcellement des terres agricoles pour les aspects socio-économiques ; récession des eaux de surface, nouvelles formations dégradées pour les aspects écologiques.

consensus méthodologiques régionaux progressifs : des données manquent ou ne peuvent pas être exploitées pour certains périmètres ou thèmes (*e.g.* la biodiversité). Parallèlement, le traitement des données agro-socio-écologiques selon la méthode SIEL et l'outil afférent permet une analyse comparée du risque de désertification entre trois observatoires pilotes (Loireau *et al.*, 2007).

Ainsi la démarche ROSELT/OSS d'acquisition et d'analyse des données pour évaluer et suivre est conforme à celle d'OSAGE autour des MO et MS. La période 2000-2005 est un exemple de 2<sup>e</sup> séquence recherche généralisée au *circum*-Sahara et de 1<sup>ère</sup> séquence suivi. L'expérience ROSELT/OSS précise que 1) le MO peut être enrichi en même temps que le MS est défini, 2) la proposition scientifique est partagée et utilisée si elle est construite collectivement par et pour les acteurs de l'observatoire, 3) la mise en œuvre des activités peut être progressive, longue et partielle et, 4) les séquences recherche et suivi peuvent se chevaucher.

#### 4. Le dispositif technique (DT) OSAGE

##### 4.1. Vision modulaire du dispositif technique

D'un point de vue technique, un observatoire s'articule sur des applicatifs privilégiant la persistance, le partage, la mutualisation et la diffusion des données, des connaissances et des traitements de diverses natures. L'importance est donnée aux systèmes ouverts et standardisés à même de prendre en charge la gestion du suivi des indicateurs, ainsi que celle des observations qui les alimentent en continu. Les connaissances expertes qui enrichissent sémantiquement les observations sont formalisées au sein de systèmes d'organisation de connaissance (SOC) (*e.g.* taxonomies, thésaurus ou ontologies). Dans cette optique, trois modules techniques (acquisition, pérennisation et analyse), associés aux modèles du DS, constituent l'ossature du DT OSAGE (figure 5). Chacun est connecté aux traitements offerts aux utilisateurs dont il considère les connaissances et points de vue.

Le module d'acquisition se décline en module d'acquisition direct, *via* des protocoles assujettis aux divers capteurs nécessaires, et en modules plus spécifiques liés au suivi des observations. Les modalités d'acquisition s'appuient si possible sur des propositions de standardisation existantes<sup>27</sup> qui offrent un cadre de structuration, de planification et d'accès aux observations issues de capteurs.

Le module d'acquisition est en liaison directe avec le module de pérennisation destiné à persister les données (observées, interprétées = information, appropriées = connaissance) et métadonnées. Les traitements associés relèvent du stockage et de la sauvegarde de données dans des répertoires, systèmes de bases de données ou systèmes

---

27. *e.g.* SSN (*Semantic Sensor Network*) et SWE (*Sensor Web Enablement*), suites de standards de l'*Open Geospatial Consortium* (OGC), dont O&M (*Observation and Measurement*) pour la modélisation conceptuelles des observations et SOS (*Sensor Observation Service*) pour l'accès temps réel aux observations de l'OGC.

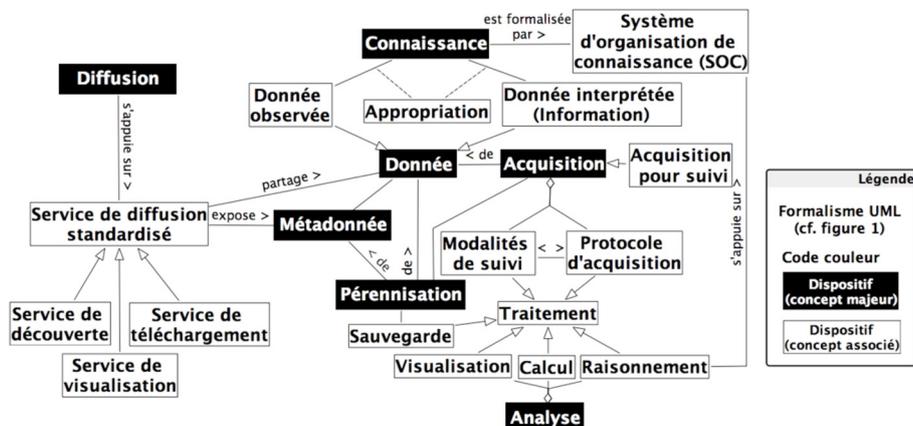


Figure 5. Zoom sur le dispositif technique du modèle OSAGE : vision modulaire

d'information géographique, ainsi que de leur recherche (ou localisation) *via* les métadonnées. Le partage et la diffusion de données s'appuient sur des services web interopérables qui proposent un accès standardisé aux métadonnées pour assurer la découverte des données, leur visualisation et leur téléchargement pour en assurer une évaluation visuelle et finalement y accéder. Ces différents services sont bâtis sur les recommandations de services web géographiques édictés par l'OGC et sur les modèles conceptuels proposés par l'ISO. Nous citons notamment, le standard de métadonnées géographique ISO 19115 (ISO, 03) pour la structuration des métadonnées, le service de catalogage pour le web (CSW) (OGC, 07) ou encore les spécifications WMS, WMTS pour la visualisation des données géographiques.

Le module d'analyse est un agrégat de traitements plus complexes comme le raisonnement, appuyé sur des modèles ontologiques, le calcul (*e.g.* d'indicateurs) plus ou moins sophistiqué, la visualisation. En effet, il peut s'agir de traitements faisant appel à des modèles numériques ou à des modèles ontologiques qui posent de nouvelles interprétations sur des observations, cela en vue d'élaborer un ou plusieurs indicateurs. Il peut s'agir également de traitements orientés vers la construction de nouvelles représentation des données ou des métadonnées comme la construction de pyramides de données pour optimiser leur visualisation ou encore l'enrichissement des métadonnées en vue de leur exploitation dans des moteurs de recherche. À ce titre, différentes fonctionnalités permettent d'interfacer les SOC avec les systèmes de gestion de données afin offrir ces capacités d'enrichissement et de raisonnement.

#### 4.2. Fragilité du dispositif technique ROSELT/OSS

Dans une configuration multisite, multidate, multidisciplinaire, multi-institution, ROSELT/OSS cherche à se donner les moyens techniques d'harmoniser et valoriser les

données, leurs modalités de collecte, d'analyse, de diffusion et de pérennisation aux niveaux local et régional.

Malgré un terrain difficile d'accès et la relation ressources-usages diversifiée en zone rurale *circum*-saharienne, les capteurs de données ROSELT/OSS sont principalement les hommes et leurs instruments manuels de mesure. Même si les instruments sont identiques dans chaque observatoire local : *e.g.* décamètres (cf. méthode des points-quadrats<sup>28</sup>), pelles, GPS, formulaires de relevés (flore, faune), formulaires d'enquêtes (*e.g.* pratiques agricoles), l'acquisition manuelle rend la qualité de la données très dépendante de la qualité (précision, formation) de l'observateur. Il n'y a pas de mobilisation ou de développement technologique spécifique pour automatiser l'acquisition des données terrain, exception faite pour les données climatiques : installation d'une seule (cf. coût) station météorologique automatique par observatoire pilote. Pour améliorer la représentativité spatiale des mesures de précipitations, des pluviomètres sont répartis au sein du périmètre local. Les mesures, directes et non automatiques (cas des pluviographes<sup>29</sup>), manquent parfois lorsque le relevé manuel des pluviomètres s'avère impossible (mauvaise météo, absence du personnel, véhicule en panne).

Ainsi, le *module d'acquisition* ROSELT/OSS (traitements de type « *modalité de suivi* », « *protocole de collecte* ») existe ; il est conforme au modèle OSAGE. L'expérience ROSELT/OSS nous enseigne qu'un module d'acquisition peut mobiliser peu (voire pas) de technologies ; sans elles, les données sont plus facilement manquantes ou biaisées, et donc moins adaptées à l'accumulation et à la comparaison dans le temps et l'espace.

En termes d'analyse des données collectées, certains raisonnements et calculs sont plus ou moins formalisés, mais ne sont généralement pas opérationnalisés (*e.g.* principes généraux de construction des cartes d'occupation des terres<sup>30</sup>). L'outil SIEL fait exception : à partir de raisonnements pour évaluer et spatialiser le degré d'artificialisation, des chaînes de traitements sont formalisés et automatisés (Loireau *et al.*, 2015b). Des formations à l'utilisation du SIEL sont organisées dans le réseau pilote entre 2003 et 2005, mais les contraintes logicielles (plateforme basée sur des applications propriétaires : ArcGis, Access), rendent difficiles sa maintenance et utilisation, freinent l'appropriation de l'outil par les membres du réseau.

En termes de diffusion et de pérennisation des données, ROSELT/OSS conçoit et développe une infrastructure de données (MDweb<sup>31</sup>, Desconnets *et al.*, 2003). Il s'agit de gérer les données localisées dans les bases de données distribuées de chaque observatoire local et les diffuser *via* leurs métadonnées. Mais ce prototype de recherche

28. Le long d'un décamètre, une aiguille est introduite dans la végétation à espace régulier ; les espèces touchées (et leur nombre) sont notées (cf. évaluation de la biodiversité).

29. Mesures reliées à des enregistreurs en continu de la hauteur d'eau des précipitations

30. Structure de la végétation et flore dominante (recouvrement et espèces par strate de ligneux hauts, ligneux bas, herbacées : Land Cover), plus utilisation des sols (Land Use).

31. En partenariat recherche IRD - LIRMM- IRSTEA

(instable, difficile d'utilisation) qui ne mobilise pas encore de standards est abandonné peu à peu.

Nous pouvons conclure à la conformité du *dispositif technique* ROSELT/OSS au modèle OSAGE : les quatre modules d'*acquisition, analyse, visualisation* et *pérennisation* ont été mis en œuvre. L'expérience ROSELT/OSS nous montre que lorsque le DT est partiel et les modules techniques à l'étape recherche, le déploiement opérationnel sur l'ensemble du périmètre est compromis. Elle confirme que 1) lorsque les technologies développées ne favorisent pas les systèmes ouverts et standardisés, elles sont mal, ou de moins en moins (voire plus) utilisées et, 2) un module technique faible pénalise la production scientifique à l'identique dans l'espace et dans le temps (autorisant respectivement les analyses synchronique et diachronique), et globalement la robustesse, répétitivité, maintenance des biens et services qu'il rend. Elle met en exergue la liaison entre les modules d'acquisition et d'analyse et la problématique traitée, contrairement au caractère plus générique des modules de pérennisation et de diffusion.

## 5. Le dispositif organisationnel (DO) OSAGE

### 5.1. Organisation des biens et des fonctions pour un fonctionnement dans la durée

L'activité de l'observatoire nécessite dès le départ un fonctionnement à la fois scientifique (cf. section 3), technique (cf. section 4), et administratif. Mener cette activité de manière opérationnelle sur les trois volets signifie organiser (cf. dispositif organisationnel, figure 6) les fonctions et les biens de l'observatoire à partir de ressources (humaines, scientifiques, matérielles et techniques, financières) assimilées (*i.e.* identifiées, acquises et transformées si nécessaire) pour communiquer les livrables attendus.

L'activité organisée (organisation) à des fins de production de livrables obéit aux règles d'interaction qui régissent le fonctionnement interne (fonction interne) et celui d'interface (fonction de communication : *e.g.* acquisition des ressources ou restitution des livrables) avec son environnement et doit s'inscrire dans la durée (cf. viabilité d'un système et pérennité d'un observatoire).

Ces règles d'interaction se fondent sur des repères culturels d'ordre éthique, de qualité de vie au travail, de production, de communication avec l'environnement de l'observatoire. Ce principe s'applique tant en local qu'aux niveaux national et international, selon le niveau auquel se réfère le périmètre d'un observatoire élémentaire, ou les niveaux des périmètres d'un observatoire complexe (cf. 2.1).

Les biens de l'observatoire sont acquis sur ressources externes (biens acquis) et produits par le fonctionnement interne de l'observatoire (biens produits). La gestion des biens acquis et produits sert l'activité de l'observatoire. Trois types de biens sont distingués : 1) scientifiques et immatériels (*e.g.* jeux de données, protocoles, expertise, savoir-faire, modèles et raisonnements), 2) en compétences (acquis ou

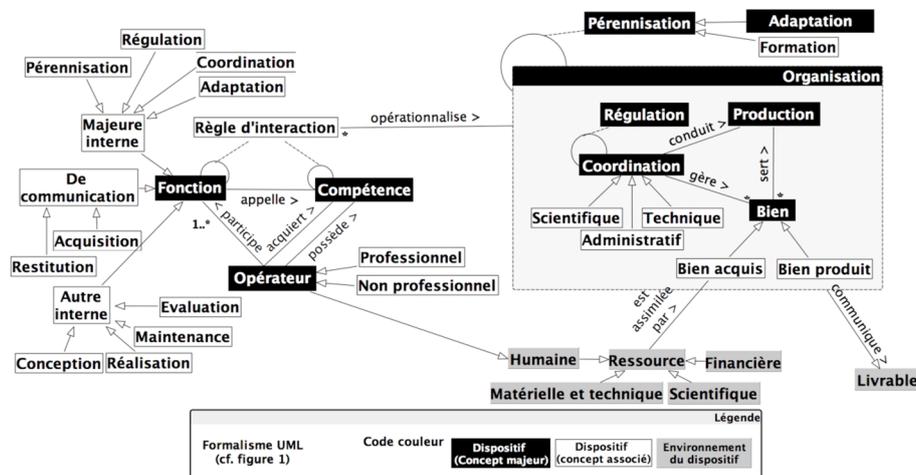


Figure 6. Zoom sur le dispositif organisationnel du modèle OSAGE

produits<sup>32</sup>, autrement dit les opérateurs en possession des compétences requises pour contribuer à une ou plusieurs fonctions de l'observatoire), et 3) matériels (équipement acquis ou construits, moyens financiers acquis et prêts à être consommés pour servir l'activité).

Trois catégories de fonctions de l'observatoire sont distinguées : de communication, majeures internes, et autres internes. Les fonctions de communication avec l'environnement régissent les fonctions d'acquisition des ressources et de restitution des livrables. Pour cette dernière, [Fargette et al. \(2017a\)](#) proposent qu'un observatoire fournisse des rapports scientifiques à un conseil extérieur à l'observatoire, légitimé pour en effectuer une lecture économique, sociale, juridique et environnementale et pour en témoigner auprès d'instances démocratiques. Les fonctions majeures internes utilisent les règles d'interactions pour coordonner et réguler les activités (de production de connaissance) du dispositif. La fonction de coordination permet de conduire la production, tout en gérant les biens. La fonction de régulation agit sur la coordination si cela s'avère utile pour maintenir l'ensemble des fonctions du dispositif. La dialectique coordination – régulation est enrichie par la fonction d'adaptation (*e.g.* fonction de formation) pour modifier, ajuster les fonctions ou les biens du dispositif si nécessaire. Ces trois fonctions majeures assurent l'intégration des trois dimensions (scientifique, technique et administrative) du dispositif et ses deux propriétés fondamentales (son opérationnalité et sa pérennité, cf. pérennisation). Toutes les autres fonctions internes (conception, réalisation, maintenance, évaluation) sont plus spécialisées. Elles sont appelées à la demande, harmonisées, coordonnées, régulées et ajustées par les fonctions

32. Acquis si les ressources humaines acquises par recrutement ont directement les compétences requises; produits si les ressources humaines acquises (processus d'assimilation) ont été formées pour acquérir et entretenir (processus de formation) les compétences requises.

majeures et concourent ainsi à des fonctions plus complexes. Certaines d'entre elles participent directement à la production du livrable (*e.g.* créer un protocole, une base de données), d'autres participent à la régulation de la production (*e.g.* recruter, former le personnel, acquérir des ressources, maintenir le parc de capteurs, entretenir le parc automobile). L'évaluation, interne et régulière, de la qualité des produits et de leur pertinence par rapport à l'attente peut engendrer l'ajustement de certaines fonctions du dispositif. Cette évaluation, comme la formation récurrente des opérateurs pour renforcer leur capacité dans les fonctions qu'ils occupent, sont des garants de robustesse et d'adaptabilité du dispositif.

Dans ce contexte, les opérateurs (professionnels<sup>33</sup> ou non) rentrent dans l'organigramme du dispositif, par leur compétence reconnue ou acquise (domaines scientifique, de gestion financière, de communication et valorisation, expérience de terrain, etc.), en vue de leur participation à une ou plusieurs fonctions. Par une approche de type sciences participatives, il est possible aux citoyens de figurer en tant qu'opérateurs de l'observatoire à partir du moment où les compétences (diplômes et/ou formations acquises) existent et sont reconnues (« labellisation »), que les protocoles *ad hoc* sont fournis et suivis et que le suivi qualité opère. Les règles d'interaction, au sein d'une fonction ou entre fonctions, sont rapportées dans des documents formels : *e.g.* procédures de labellisation, conventions entre opérateurs, entre opérateurs et bailleurs de fond, règlement intérieur, etc.

## 5.2. Complexité du dispositif organisationnel ROSELT/OSS et pérennisation

### 5.2.1. Un observatoire complexe ROSELT/OSS multiniveaux

Par définition, l'observatoire complexe ROSELT/OSS s'ancre dans plusieurs échelles : il est la composante régionale (*circum-saharienne*) d'un système d'observation global (cf. GTOS, 2.2) ; son périmètre régional est constitué de plusieurs périmètres locaux, chacun intégré dans un pays et une sous-région (cf. 3.2.1). Pour garantir son opérationnalité et pérennité, il intègre cette réalité multi-niveaux dans son organisation (ROSELT/OSS DS2, 2005).

Au niveau régional, l'OSS porte le besoin ROSELT/OSS (cf. 2.2), définit son objectif et résultat attendu (*i.e.* son ouvrage), son calendrier, son budget : il en est le maître d'ouvrage et en assure la responsabilité stratégique d'évolution. Il désigne un maître d'œuvre (*i.e.* celui qui coordonne la réalisation du projet) régional. Avec lui, il participe au suivi et évaluation des résultats du réseau des points de vue scientifique, gestion et utilisation des fonds ; il favorise les contacts entre les pays Nord- et Sud-Sahara ; il conduit les négociations avec les bailleurs de fonds ; il valorise les résultats ROSELT/OSS auprès des instances de la CNULCD, des décideurs des pays membres de l'OSS et des organismes de financement. Le maître d'œuvre régional organise et fait fonctionner plus spécifiquement l'ensemble du réseau ; il est moteur pour proposer et

---

33. Les professionnels comptent des scientifiques de toutes disciplines relevant de la question posée, mais aussi d'autres professionnels (comptables, techniciens de maintenance, etc.).

harmoniser les méthodes scientifiques et techniques, et prend des initiatives pour le renforcement des points faibles identifiés. De 1995 à 2005, les mécanismes financiers mobilisés permettent de soutenir les activités du réseau sur un nombre réduit d'observatoires pilotes (cf. 3.2.). Pour assurer le suivi et l'évaluation interne du réseau, l'OSS et son maître d'œuvre désigné s'appuient sur les travaux d'un conseil scientifique et technique (CST) (évaluation scientifique et technique) et d'un Comité de pilotage (CP) (évaluation scientifique, technique et administrative). Pour encourager et communiquer les productions scientifiques et techniques, ils conçoivent et éditent la collection scientifique et technique ROSELT/OSS et protègent<sup>34</sup> les codes sources SIEL et MDWeb. Au final, l'organisation régionale fonctionne jusqu'en 2005, où 1) le mode de fonctionnement différencié des institutions membres du consortium<sup>35</sup> maître d'œuvre génère le besoin de réaffirmer la dimension africaine du réseau, et 2) les financements dédiés aux activités régionales s'interrompent.

Au niveau régional d'organisation, les *fonctions* ROSELT/OSS définies sont conformes au trois types de *fonction* du modèle OSAGE ; elles sont occupées par deux types d'*opérateurs* : l'OSS et son maître d'œuvre. Le premier assure principalement des fonctions *majeures internes* (*coordination, adaptation, régulation, pérennisation*) et de *communication* avec son environnement (*acquisition de biens, communication des livrables*) ; le second des fonctions *internes de production scientifique* (*conception, réalisation, maintenance, évaluation*). L'expérience ROSELT/OSS nous précise que 1) il est nécessaire mais pas suffisant que toutes les fonctions soient prévues et occupées, elles doivent aussi être menées avec succès par un opérateur compétent et accepté et 2) un seul opérateur OSAGE peut être constitué d'un collectif de personnes compétentes.

En local, les activités de production scientifique ROSELT/OSS sur chaque périmètre local sont sous la responsabilité d'un coordinateur scientifique d'observatoire (CSO) à double compétence : il est capable à la fois d'avoir une vision interdisciplinaire de la désertification et de conduire une équipe pluridisciplinaire à même de collecter et analyser les données selon les préconisations méthodologiques du réseau et d'intégrer données et informations dans une base de données et métadonnées locales. Le CSO produit une synthèse des données analysées et interprétées. Si les membres de son équipe ont des compétences insuffisantes, il organise des formations ou recrute de nouvelles compétences. Il cherche les moyens de pérenniser les ressources financières en privilégiant la synergie des projets de recherche et/ou développement sur les périmètres locaux, et/ou l'approche participative des populations locales. Pour être garant de l'insertion dans les stratégies nationales de SE, il est en liaison avec le coordinateur national ROSELT/OSS et l'organe national de coordination du Plan d'action national de lutte contre la désertification (PAN/LCD). De 1995 à 2005, ces principes d'organisation sont globalement appliqués et progressivement renforcés.

34. Dépôt SIEL à l'ANFP et signature d'une convention OSS-IRA-IRD pour sa promotion en co-propriété ; dépôt Mdweb en tant qu'outil sous licence Cecill (équivalent français de GPL).

35. L'IRD se mobilise sur l'ensemble de la coordination ; le CIRAD se centre sur le pastoralisme ; l'INSAH joue un rôle dans sa sous-région (non reconnaissance en Afrique de l'Est).

Les informations produites sont parfois mobilisées dans les stratégies locales de LCD : *e.g.* les situations simulées issues de scénarios de changements d'usage et de ressources sur l'observatoire Menzel Habib (Tunisie) participent au plan d'action local de LCD (Sghaier, 2012). Certains observatoires locaux démarrent tardivement leurs activités en quête d'un coordinateur à double compétence (*e.g.* en Afrique de l'Est). La coordination nationale ou régionale peut décider de changer le CSO s'il ne possède pas toutes les compétences requises ou est amené à d'autres fonctions.

Au niveau local, le CSO et les membres de son équipe sont des *opérateurs* ROSELT/OSS conformes au modèle OSAGE, avec différentes fonctions. Le CSO agrège plusieurs *compétences* pour assurer finalement les mêmes *fonctions* que le coordinateur régional (OSS + maître d'œuvre) : *fonctions majeures* de *coordination* (*gestion des biens, conduite de production*), de *régulation* et d'*adaptation* (*formation*) ; fonctions de *conception* et *réalisation* scientifique ; fonctions de *communication* et *pérennisation*. Pour remédier à l'inadéquation entre *ressource humaine* « acquise » (cf. *bien acquis*) et le triptyque « *opérateur-compétence-fonction* », ROSELT/OSS opère ce que le modèle OSAGE désigne comme une *régulation*. L'expérience ROSELT/OSS nous enseigne qu'un seul opérateur peut posséder plusieurs compétences ; mais, si l'opérateur est incarné dans une seule personne, il aura d'autant plus de mal à mener à bien sa ou ses fonctions que les compétences demandées sont différenciées.

Entre ces niveaux principaux d'organisation régionale et locale, deux autres niveaux, national et sous-régional, sont mis en place pour augmenter l'articulation ROSELT/OSS aux systèmes de décision en matière de LCD.

Au niveau national, une institution scientifique et technique est désignée pour assumer la responsabilité des observatoires ROSELT/OSS sur son territoire. Elle nomme pour ce faire un responsable national ROSELT/OSS. Ce dernier coordonne les activités entre les observatoires locaux de son territoire, aide à mobiliser les compétences requises dans les différentes institutions nationales, diffuse l'information produite par les observatoires et contribue à leur valorisation et prise en compte dans les stratégies nationale et internationale de LCD. Il appuie les coordinateurs régional et local pour le renforcement des compétences des opérateurs sur les sites et l'acquisition de ressources financières auprès de bailleurs bilatéraux ou multilatéraux. Il développe un partenariat avec les organismes nationaux et internationaux de recherche et développement (R&D). De 1995 à 2005, avec un observatoire (pilote) par pays, la confusion est parfois faite entre le CSO et le représentant national ROSELT/OSS (*e.g.* cas du Niger). Dans ce cas, la production scientifique sur les périmètres locaux est pénalisée, et/ou la construction d'un dispositif national de surveillance environnementale (DNSE) est anticipée. Connectée aux instances politiques et autres institutions nationales de R&D, l'institution nationale ROSELT/OSS est proche des préoccupations d'action nationale de LCD ou d'intégration de nouveaux thèmes ou priorités géographiques dans un DNSE (cas de la biodiversité en Algérie). Dans cet exemple algérien, la coordination régionale réagit et différencie *a posteriori* l'institution nationale de l'institution de coordination de l'observatoire pilote : elle désigne le Centre de recherche scientifique et technique des régions arides (Biskra) comme responsable

national et maintient l'Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (Alger) comme CSO sur l'observatoire pilote.

Le niveau sous-régional se renforce au cours de la vie ROSELT/OSS avec l'implication progressive d'organisations sous régionales dédiées aux interfaces science - politique - développement : l'UMA (Union du Maghreb arabe) pour l'Afrique du Nord, l'IGAD (*Inter-Governmental Authority for Development*) pour l'Afrique de l'Est et le CILSS pour l'Afrique de l'Ouest. Ces organismes favorisent la prise en compte de la production scientifique ROSELT/OSS dans la sous-région et à l'international et participent à la négociation avec les bailleurs de fonds. Dans les faits, avec la participation de ces organisations au CST ROSELT/OSS, les résultats du réseau sont appropriés et ainsi mieux défendus dans la sous-région ou à l'international ; ils sont parfois intégrés dans l'élaboration et mise en œuvre des Programmes d'action sous-régionaux de lutte contre la désertification (PASR/LCD) (cas de l'UMA). Cette appropriation sous régionale permet d'obtenir des fonds complémentaires 2012-2015 en Afrique de l'Ouest<sup>36</sup>.

Aux niveaux national et sous-régional d'organisation, les *fonctions* sont conformes à deux types de fonction du modèle OSAGE ; deux *opérateurs* supplémentaires sont identifiés. Le responsable national occupe des *fonctions majeures de coordination et de communication*, mais pas des fonctions de production scientifique (il est en capacité d'opérer une *régulation*) ; le coordinateur sous-régional occupe uniquement une *fonction de communication*.

Des ateliers scientifiques et techniques sont organisés intra- et inter-niveaux. La discussion pour la co-construction et l'harmonisation progressive est centrale. L'organisation ROSELT/OSS est inscrite dans un organigramme (ROSELT/OSS DS2, 2005) ; elle est formalisée par des règles de fonctionnement : *e.g.* règles de labellisation des observatoires locaux, conventions signés entre opérateurs<sup>37</sup>. Cette organisation formalisée s'interrompt en 2005 ; la non-viabilité de son niveau régional rompt la pérennité du dispositif complexe multi-niveaux.

La formalisation (*organigramme, règles, conventions*) de l'organisation ROSELT/OSS est conforme aux propositions du modèle OSAGE.

Nous pouvons conclure que l'organisation ROSELT/OSS est conforme au *dispositif organisationnel* du modèle OSAGE puisque des opérateurs organisent des biens et des fonctions et que les règles de fonctionnement sont formalisées. L'expérience ROSELT/OSS nous apprend que cette organisation peut se répartir sur plusieurs niveaux, et que les trois types de fonctions OSAGE ne sont pas forcément présents à chacun d'eux. Elle nous précise que dans ce cas 1) la fonction de régulation peut être opérée par un niveau d'organisation différent de celui où le problème est à régler, 2) l'articulation entre les niveaux d'organisation est garant de la qualité – scientifique, technique et administrative

36. Projet REPSAHEL : <http://www.oss-online.org/rep-sahel/index.php?lang=fr>.

37. Entre opérateurs régionaux et chaque coordinateur national, entre maître d'ouvrage (OSS) et membres du consortium maître d'œuvre régional.

– de l’observatoire et de son insertion dans les politiques de gestion de territoire aux différents niveaux. Elle nous confirme que la formalisation de l’organisation augmente son opérationnalité.

### 5.2.2. *Évolution vers un dispositif national : adaptation ou rupture ?*

En 2005, l’OSS accélère et renforce sa contribution à la SE nationale et son appropriation par les pays, poussé par 1) la pression politique nationale et internationale pour répondre aux besoins en SE dans chaque pays de la zone sahélo-saharienne<sup>38</sup>, 2) la priorité d’actions à court terme de LCD face au temps jugé long des recherches menées au sein de ROSELT/OSS et, 3) le changement de gouvernance à l’OSS et la rupture des fonds dédiés aux activités régionales.

Il parvient à mobiliser des fonds pour soutenir la dynamique nationale dans six pays pilotes (Burkina Faso, Kenya, Mali, Maroc, Niger, Sénégal, Tunisie)<sup>39</sup>. Chacun propose autant d’observatoires que nécessaire pour représenter leurs écorégions intra-nationales et construire leur périmètre de SE<sup>40</sup> ; chaque pays organise sa gouvernance nationale pour construire son DNSE. Par exemple, au Niger, un réseau de huit observatoires est identifié (incluant l’observatoire pilote ROSELT/OSS) ; l’ex-cellule scientifique de coordination nationale ROSELT/OSS (constituée d’un collectif universitaire) est institutionnalisée en Centre national de surveillance écologique et environnementale en 2007 et les universitaires sont remplacés par des agents ministériels, à la responsabilité des observatoires. L’OSS internalise la coordination scientifique et technique régionale. Selon les recommandations de son conseil d’administration et de son comité d’orientation stratégique, il renforce son activité propre de production de connaissances régionales pour élaborer des cartes régionales sur l’état de l’environnement : *e.g.* avec les pays et une assistance technique, il met au point des méthodes formelles de cartographie nationale et locale de l’occupation du sol, puis organise des formations.

En empruntant le vocabulaire OSAGE, l’OSS internalise une *fonction de production* de connaissance et par la même développe sa fonction propre d’observatoire régional. La *question* posée par la *société* n’est plus tant la lutte contre la désertification mais l’amélioration de la gestion de l’environnement *s.l.*

Du point de vue scientifique, dans chaque pays et observatoires locaux des DNSE, il s’agit de mobiliser les préconisations ROSELT/OSS et de poursuivre leur mise en œuvre opérationnelle au niveau national. Un effort est orchestré par l’OSS pour que les scientifiques africains les plus mobilisés dans ROSELT/OSS puissent poursuivre la sélection des indicateurs de SE nécessaires et suffisants, et la formalisation de leur méthode de construction. Deux nouveaux documents techniques sont édités par l’OSS : les guides techniques « socio-économie » et « écologie » (OSS, 2013b). En empruntant

38. Les pays ayant ratifié la CNULCD ont l’obligation de « rapporter » sur l’état de leur environnement, évaluer les impacts des actions de LCD investies sur leur territoire.

39. L’OSS parle de programme DOSE (Dispositifs d’observation et de suivi environnemental).

40. Les pays déjà impliqués dans ROSELT/OSS complètent leurs observatoires pilotes.

le vocabulaire OSAGE, l'accent est mis sur le *Modèle de Suivi* dans le dispositif national (cas 3 ou 4 de la [figure 3](#)). Ce travail assure dans les pays concernés une certaine continuité scientifique entre le dispositif scientifique ROSELT/OSS et leur dispositif scientifique national DNSE.

Parallèlement, certains scientifiques déjà impliqués dans les recherches ROSELT/OSS poursuivent leurs travaux pour développer et automatiser des chaînes de traitements : *e.g.* [Fétoui et al. \(2015\)](#) automatise le calcul de corrélation entre le changement d'occupation du sol détecté sur images satellites d'une part et le risque de désertification évalué selon la méthode SIEL d'autre part ; le projet Desurvey<sup>41</sup> dans lequel participent quatre « équipes pays » du réseau ROSELT/OSS, automatise la cartographie dynamique de l'étendue spatiale des zones dégradées. Ces résultats « isolés » de recherche ne sont pas appropriés dans les pays et observatoires locaux sans dynamique collective qui permette de tester les prototypes ailleurs, discuter, enrichir et valider les propositions. Les contraintes liées aux ressources financières et humaines importantes à mobiliser et au caractère non évolutif des technologies mobilisées dans SIEL et MDweb ne favorisent pas leur déploiement dans les réseaux nationaux. Les formations SIEL se raréfient<sup>42</sup> et s'individualisent<sup>43</sup> ; elles sont coûteuses et non suivies d'un accompagnement à la mise en œuvre ; la dynamique s'épuise, même si les pays restent demandeurs. MDweb poursuit son évolution hors réseaux régional et nationaux africains et acquiert une indépendance technologique.

Même si les avancées méthodologiques d'acquisition et d'analyse des données ROSELT/OSS bénéficient aux DNSE, il y a bien passage du premier, complexe mais unique, aux seconds, moins complexes mais pluriels. Ce passage est progressif : pas de rupture temporelle, effacement de l'un vers l'émergence des autres. Mais l'évolution est telle qu'il n'y a pas adaptation mais bien rupture systémique, avec remplacement d'un système par plusieurs autres : l'observatoire ROSELT/OSS n'existe plus.

## 6. Conclusion/Perspectives

Cet article confronte la vision abstraite du concept OSAGE avec l'expérience réelle de ROSELT/OSS. Cette confrontation permet de valider et enrichir la proposition OSAGE, tout en mesurant sa richesse comme ses difficultés de mise en œuvre concrète au travers de l'expérience ROSELT/OSS. L'analyse rétrospective de ROSELT/OSS, facilitée et structurée par le cadre conceptuel OSAGE, permet de mesurer le niveau de conformité de ROSELT/OSS au modèle OSAGE.

S'inscrivant dans la durée, l'observatoire de type OSAGE est un instrument de production scientifique qui permet sur le temps long de comprendre et documenter les

41. A Surveillance System for Assessing and Monitoring of Desertification (projet européen : 2006-2010): <http://www.noveltis.com/desurvey/interface/index.php>

42. Une dernière formation régionale (8 pays participant) a lieu en 2011 en Tunisie.

43. Formation en 2015 au Sénégal à l'initiative du coordinateur national et financé sur fonds propres de recherche IRD – CNPq.

processus en jeu, relatifs à une question posée par la *société*, faciliter les discussions et négociations entre acteurs et, *in fine*, renseigner en préalable les décisions des gestionnaires de territoire. Il est un système opérant, artificiel puisqu'il est créé par et pour l'homme et intégré puisqu'il articule trois dispositifs : scientifique, technique et organisationnel. Le premier mobilise une connaissance initiale, pointe les données à mobiliser ou acquérir, acquiert des données, produits des informations, et enrichit par boucles itératives la connaissance initiale sur les fonctionnement et dynamique systémiques en jeu. Il engage le suivi spatial et temporel ; il est garant de la qualité et pertinence scientifiques des activités. Le deuxième assure des services pour acquérir, stocker, traiter, gérer, partager, échanger et diffuser les données, informations et connaissances ; il est garant de la robustesse, répétitivité, maintenance des services rendus. Le troisième organise les compétences de ses opérateurs et fonctions de l'observatoire pour intégrer ses dimensions scientifiques, techniques et administratives ; il est garant de son opérationnalité et pérennité.

L'analyse rétrospective de l'expérience concrète ROSELT/OSS montre un bon niveau de conformité au modèle abstrait OSAGE. Cette expérience spécifique (menée de 1992 à 2005 en matière de LCD) et complexe (multi-niveaux, multi-sites, multi-institutions, multi-disciplines) met en évidence que si les concepts abstraits appartenant à OSAGE perdurent au cours de la vie d'une expérience concrète d'observatoire, ils peuvent s'instancier différemment dans le temps et l'espace. Elle pointe l'originalité majeure d'un observatoire de type OSAGE qui réside dans le fait que les conditions de son utilité<sup>44</sup> et de sa pérennité sont directement liées à sa capacité (scientifique, technique et opérationnelle) d'induire une « séquence recherche » autant que de besoin selon les constats d'une « séquence suivi » (*i.e.* organiser des boucles itératives recherche – suivi). Elle pointe aussi l'importance de privilégier des systèmes ouverts et standardisés de gestion des données et de pérenniser l'organisation du dispositif pour coordonner efficacement la production de biens scientifiques et gérer durablement les biens (humains, matériels et techniques, scientifiques et financiers) acquis ou produits. La non-utilisation des résultats de recherche produits par ROSELT/OSS dans des formations diplômantes pose question : A-t-elle contribué à la rupture ROSELT/OSS en 2005 ?

L'induction de séquences recherche peut être guidée par le besoin d'augmenter la pertinence de la connaissance acquise, relativement à la question posée et/ou de s'ajuster à l'évolution des systèmes sur lesquels l'observatoire mène son activité. L'expérience ROSELT/OSS montre que : 1) cette alternance recherche-suivi est particulièrement adaptée pour appréhender la complexité des systèmes agro-socio-écologiques en interaction, et 2) dans les faits, les cycles de vie d'un observatoire et l'ordonnement de ses phases ne sont pas toujours aussi séquentiels que le modèle OSAGE le formalise. Mais, globalement, ROSELT/OSS vit les différentes phases (« naissance, » « adolescence », « vie d'adulte ») et séquences (recherche, suivi) du modèle OSAGE,

---

44. *i.e.* produire de l'information pertinente au regard de la question initialement posée et du besoin de gestion associé.

et suit ses principes scientifique, technique et organisationnel ; ce qui lui permet de s'ajuster.

Nous mettons en avant la dimension sociétale, la question posée et l'attente des gestionnaires de l'espace en question qui sont à l'origine même de l'observatoire. Cette définition distingue OSAGE d'autres dispositifs qui opèreraient un suivi *a priori*, considérant que c'est du suivi qu'émergent les questions.

Les recherches avancées pour la conception des Observatoires des pratiques territorialisés (ANR COPT<sup>45</sup>) avaient mis l'accent sur l'appropriation par les acteurs du territoire des indicateurs et sur leur gestion dans un système d'information, dans le but d'assurer 1) leur reproduction et accessibilité sur un temps long et 2) leur bonne utilisation dans la décision territoriale. Mais face à la complexité des interactions systémiques sur un territoire (Simon *et al.*, 2013) et possiblement la capacité de résilience du territoire, rien n'avait été proposé ni explicité en termes de dispositifs scientifique et technique (eux aussi devant être adaptables, pour le suivi des évolutions), ni sur la cohérence et intensité des liens entre science, technique, et organisation, garant de l'opérationnalité, qualité, pertinence et pérennité de l'observatoire. L'ensemble du dispositif OSAGE réparti dans ses dimensions scientifique, technique, administrative représente la vision structurelle de l'observatoire tandis que l'organisation en est sa vision fonctionnelle. L'intégration de l'ensemble œuvre *in fine* à la production de connaissances, la raison d'être de l'observatoire. Chacune des fonctions et leur harmonisation sont essentielles à la production de connaissances comme à la pérennité du système qui les produit, l'un dépendant de l'autre. Il suffit que l'une des fonctions manque et le dispositif (système) observatoire est en péril et plus ou moins voué à disparaître et/ou perdant de sa fiabilité, selon le type de fonction atteinte, comme le montre l'expérience ROSELT/OSS, notamment en termes organisationnel (cf. 5.2.2).

Suite à ce travail, quatre axes de recherche se dessinent. Il s'agira de :

1) tester la généralité du cadre abstrait OSAGE sur d'autres observatoires concrets qui ont fonctionné ou fonctionnent encore ; tester son utilité pour caractériser (structure, fonctionnement, phases), évaluer (points forts et points faibles), voire piloter tout dispositif d'observation ;

2) reconsidérer l'architecture des dispositifs dont les plateformes techniques fournissent principalement les modules de pérennisation et d'analyse attendus avec un lien direct avec le module d'acquisition<sup>46</sup>, en dissociant les services portant sur la gestion des données de ceux portant sur leur analyse<sup>47</sup> ; se mettre en capacité de gérer

---

45. ANR-05-PADD-0011

46. cf. plateforme Mdweb de ROSELT/OSS, ou plateforme de diffusion de données spatiales (e.g. Equipex-GEOSUD) qui offre un accès standardisé aux images satellitaires (Kazmierski *et al.*, 2014), ou encore celle de l'observatoire de la pêche en Mauritanie (Beibou *et al.*, 2014).

47. Le module d'analyse serait mutualisé dans une plateforme dédiée, hors observatoire, dans laquelle des communautés d'utilisateurs et observatoires poursuivant les mêmes objectifs partageraient les traitements pour les réutiliser dans de nouvelles chaînes de traitements.

des « lacs de données » à l'ère des données massives (Big Data ; Fang, 2015) pour faire face par exemple à l'avalanche des observations dues à la participation des citoyens dans certains dispositifs d'observation, ou à la mise en place de capteurs connectés, ou à la démocratisation et gratuité de l'accès aux séries chronologiques d'images satellites ;

3) améliorer le lien entre les dispositifs technique et scientifique avec une plus grande mobilisation des scientifiques (plus de diversité des domaines et d'interdisciplinarité) et d'autres acteurs du territoire dans la représentation formelle et symbolique des connaissances (Bachimont, 2000) ; tout dispositif d'observation gagnerait en qualité, pertinence, opérationnalité et pérennité si toute forme de connaissance était mobilisée dans les modules techniques d'acquisition, d'analyse et de pérennisation *via* des outils permettant de représenter un corpus de connaissances sous une forme utilisable par un ordinateur (cf. ontologies informatiques) ;

4) préciser les types d'articulations entre un observatoire de type OSAGE et le système décisionnel d'un territoire : quel rôle pour les institutionnels ? Quelle place pour les initiatives sociétales dans les fonctions de coordination, de création/production, d'interprétation/décision... au sein de l'observatoire et au sein du (des) territoire(s) pour lesquels la connaissance générée est utile ?

## Bibliographie

- Bachimont B. (2000). Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances. *Ingénierie des connaissances : évolutions récentes et nouveaux défis*, p. 305-323.
- Beibou E., Guitton J., Libourel T. (2014). Atlas géomatique collaboratif pour l'environnement et la gestion durable des ressources halieutiques, en Afrique de l'ouest, cas de la Mauritanie. *Actes colloque INFORSID'14*, Lyon.
- Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. (2005). Unified Modeling Language User Guide. 2<sup>nd</sup> Edition. Addison-Wesley Professional. Object Technology Series.
- Dérior P. (2012). L'apparence des choses : analyser les paysages pour comprendre les systèmes territoriaux. HDR, vol. 2. UPVD.
- Desconnets J.C., Moyroud N., Libourel T. (2003). Méthodologie de mise en place d'observatoires virtuels via les métadonnées. *INFORSID juin 2003*, p. 253-267. <https://liris.cnrs.fr/inforsid/sites/default/files/a459c167Jfzn7dWi6.pdf>
- De Sède-Marceau M.-H., Moine A.T.S. (2011). Développement d'observatoires territoriaux, entre complexité et pragmatisme. *L'Espace Géographique*, 2011-2, p. 117-126.
- Fang H. (2015). Managing data lakes in big data era: What's a data lake and why has it become popular in data management ecosystem. *Cyber Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER)*, 2015 IEEE, p. 820-824.
- Fargette M., Loireau M., Ben Khadra N., Khiari H., Libourel T. (2017a). Conceptual analysis of Climate Change in the light of Society-Environment relationships - Observatories closer to both systems and societies. Serrao-Neumann S., Coudrain A. et Liese C. *Developing and*

- communicating climate change information for decision making*. Éd. Springer. Issue de CFCC 7-10/07 2015, Paris. Sous presse.
- Fargette M., Loireau M., Libourel T. (2017b). Les relations de l'homme à son milieu : une approche systémique de la viabilité. *Co-viability of Social and Ecological Systems: Reconnect Man to the Biosphere in an Era of Global Change*. Barrière O., Behnassi M., David G., Douzal V., Fargette M., Libourel T., *et al.* Éd. Springer. Sous presse.
- Fetoui M., Loireau M., Essifi B., Chouikhi F., Tarhouni M., Sghaier M., Laques AE., Dérioz P. (2015). Linking Spatialized Indicators of Desertification Risks with Observed Land Use/Land Cover Change: An Operational Monitoring System of Desertification. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 6.1, p. 1-5.
- Gayte O., Libourel T., Cheylan J.P., Lardon S. (1997). *Conception des Systèmes d'Information sur l'Environnement*. Paris, Éd Hermès.
- Goodchild M.F. (2007). Citizens as sensors: web 2.0 and the volunteering of geographic information. *GeoFocus*. (Editorial), n° 7, p. 8-10.
- Kazmierski K., Desconnets J-C., Guerrero B., Briand D. (2014). GEOSUD SDI : Accessing Earth Observation data collections with semantic-based services. *Proceedings of the 17th AGILE Conference on Geographic Information Science, Connecting a Digital Europe through Location and Place*, Castellon, Spain, June.
- Leibovici D., Quillevere G., Desconnets J-C. (2007). A method to classify ecoclimatic arid and semi arid zones in circum-saharan Africa using monthly dynamics of multiples indicators. *IEEE Transaction in Geoscience And Remote Sensing*, vol. 45, n° 12, p. 4000-4007.
- Le Moigne J.L. (1999). *La modélisation des systèmes complexes*. Dunod, Paris.
- Loireau M., Fargette M., Desconnets J-C., Mougenot I., Libourel T. (2015a). Observatoire Scientifique en Appui à la GEstion du territoire (OSAGE) : entre espaces, temps, milieux, sociétés et informatique. *Multigr. Conf. SAGEO (FRA)*, 24-27 novembre.
- Loireau M., Sghaier M., Guerrero B., Chouikhi F., Fétoui, M., Leibovici D., *et al.* (2015b). SIEL : système intégré pour la modélisation et l'évaluation du risque désertification. N° spécial, *Système d'information pour l'environnement, nouvelles avancées, de Ingénierie des systèmes d'information*, RSTI série ISI, vol. 2, n° 3, p. 117-142.
- Loireau M., Sghaier M., Fétoui M., Ba M., Abdelrazik M., D'herbes J.-M., Desconnets J.-C., Leibovici D., Debard S., Delaître E. (2007). Système d'Information sur l'Environnement à l'échelle locale (SIEL) pour évaluer le risque de désertification : situations comparées circum-sahariennes (réseau ROSELT). *Surveillance à LT dans les zones arides et semi-arides - Science et changements planétaires / SECHERESSE*, vol. 18, n° 4, p. 328-335.
- Madin J., Bowers S., Shildhauer M., Krivov S., Pennington D., Villa F. (2007). An ontology for describing and synthesizing ecological observation data. *Ecological Informatics*, 2, p. 279-296.
- OSS (2013a). La Surveillance environnementale dans le circum-Sahara : Synthèse régionale, Socio-économie. La Surveillance environnementale dans le circum-Sahara : Synthèse régionale, Ecologie. OSS, Tunis.

- OSS (2013b). La Surveillance environnementale dans le circum Sahara : Guide technique, Socio-économie. La Surveillance environnementale dans le circum-Sahara : Guide technique, Ecologie. OSS, Tunis.
- Requier-Desjardins M., Caron P. (2005). La lutte contre la désertification : un bien public mondial ? Des éléments de réponse, Dossier du CSFD, n° 1.
- ROSELT/OSS CT1 (2008). *Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation*. Coll. ROSELT/OSS, CT1, Tunis, Le Flo'c'h E., + 23 coll.
- ROSELT/OSS CT2 (2005). *Guide pour l'évaluation et le suivi des pratiques d'exploitation des ressources naturelles*. ROSELT/OSS Coll. – CT2. Montpellier, + annexes. Loireau M., Sghaier M., Ba M., Barrière C., + 8 coll.
- ROSELT/OSS DS1 (réédition 2004). *Conception, organisation et mise en œuvre de ROSELT/OSS*. IRD \_Coll. ROSELT/OSS, DS1, Montpellier.
- ROSELT/OSS DS2 (2004). *Organisation, fonctionnement et méthodes de ROSELT/OSS*. IRD \_Coll. ROSELT/OSS, DS2, Montpellier.
- ROSELT/OSS DS3 (2004). *Concepts et méthodes du SIEL - ROSELT/OSS*. IRD \_Coll. ROSELT/OSS, DS3, Montpellier.
- Sghaier M. (2012). Analyse de l'intégration entre les données socio économiques et écologiques : synthèse régionale. *Surveillance environnementale et développement : acquis et perspectives - Méditerranée, Sahara et Sahel*. Requier-Desjardins M., et al. (eds), Montpellier CIHEAM. Options Méditerranéennes, Série B, n° 68, p. 71-94.
- Simon H., Fargette M., Loireau M., Libourel T. (2013). Du spécifique au générique, ontologie des systèmes territoriaux. *Ontologies pour la modélisation par systèmes multi-agents en sciences humaines et sociales*, Phan D. (dir), Éd Hermes.