
Observatoire Scientifique en Appui à la Gestion du territoire (OSAGE)

Entre espaces, temps, milieux, sociétés et informatique

Maud Loireau^{*}, Mireille Fargette^{*}, Jean-Christophe Desconnets^{*},
Isabelle Mougenot^{**}, Thérèse Libourel^{**}

UMR Espace-Dev (IRD, UM2, UAG,UR)

500 rue J.F. Breton, 34093 cedex 05, Montpellier, France

[*prenom.nom@ird.fr](mailto:prenom.nom@ird.fr), [**prenom.nom@univ-montp2.fr](mailto:prenom.nom@univ-montp2.fr)

RESUME. L'article constitue une réflexion globale et conceptuelle autour de la notion d'observatoire scientifique en appui à la gestion du territoire. Il est le fruit d'une réflexion interdisciplinaire. Le terme observatoire recouvre de nombreuses acceptions et, à l'heure actuelle, de nombreuses réalisations existent sous diverses formes. Notre objectif est de tirer parti de la synergie entre scientifiques de divers domaines afin de prendre en compte la valeur ajoutée que constitue l'expertise scientifique pour clarifier la définition et les principes constitutifs fondamentaux de tels systèmes. Nous déclinons la vision de ce type d'observatoire au travers d'une approche conceptuelle. L'accent est mis sur le dispositif scientifique, et la déclinaison technique envisagée.

ABSTRACT. This paper provides a global and conceptual reflection on the notion of « scientific observatory », as a support to territorial management. It is the outcome of a multi-disciplinary analysis. The term « observatory » covers numerous meanings, and many achievements are currently exist under various forms. Our objective is to take advantage of the synergy between scientists with different backgrounds in order to take into account the added value from their scientific expertise. This should help clarify the definition and the basic constitutive principles of such systems. We present our vision of this kind of observatory via a conceptual approach. The scientific device is highlighted and the technical presentation is outlined.

MOTS-CLES : Observatoire, Système d'information, Système complexe, Dispositif scientifique et technique.

KEYWORDS: Observatory, Information System, Complex System, Scientific and technical visions.

Copyright © by the paper's authors.

Copying permitted for private and academic purposes.

Proceedings of the Spatial Analysis and GEOMatics conference, SAGEO 2014
24-27 Novembre, Grenoble, 14p.

1. Introduction

Dans cet article, nous souhaitons proposer et discuter la conception d'un modèle d'observatoire scientifique mis au service des gestionnaires sur un territoire en réponse à une question de société, en tant que système d'information territorial.

Ce genre de système, selon notre point de vue, résulte de la prise en considération et de la synergie entre les domaines de l'Action, de la Stratégie, de la Science et de la Technologie. Les activités et les acteurs d'un territoire qui décident de la conception du système souhaitent définir des stratégies à des fins de gestion ou de pilotage. Ils souhaitent intégrer pour cela les connaissances scientifiques et s'appuyer sur les technologies existantes : en l'occurrence internet désormais incontournable, ainsi que toutes les sortes de capteurs innovants (allant des capteurs terrestres aux capteurs satellitaires). Par connaissances scientifiques, nous n'excluons pas celles issues de processus d'émergence de l'information par un collectif non réduit à des chercheurs, telle que l'information géographique volontaire (Goodfield, 2007). Nous pensons en effet que la valeur ajoutée de ces systèmes repose sur la connaissance de tous types d'acteurs, dont les scientifiques, et que celle-ci, partie prenante de l'édifice, doit servir dès le départ à l'étayer.

Nous essaierons de montrer l'originalité de notre proposition et les contraintes en termes de rigueur scientifique et technique qu'elle implique. Nous insisterons sur l'idée selon laquelle un observatoire scientifique au service des gestionnaires doit fonctionner comme un cerveau, toujours dynamique et capable de s'adapter ; ce qui soulève de vraies questions sur la manière d'appréhender les dimensions systémiques de la question à laquelle l'observatoire doit répondre, sur sa mise en œuvre dans le temps long, sur les technologies mobilisées, sur les acteurs à impliquer et les moyens.

L'article est structuré de la manière suivante : la section 2, sorte d'état de l'art, nous permet de relater les origines et les déclinaisons de la notion d'observatoire, en France tout au moins. La section 3, partant de la définition générale d'un observatoire telle que décrit par Libourel *et al.*, (2009), propose une description synthétique (ou modèle conceptuel) de l'observatoire scientifique en appui à la gestion des territoires s'appuyant sur un dispositif scientifique, technique et institutionnel. Cette vision générale nous permet, au niveau de la section 4, de la discuter, positionner par rapport au concept général de système d'information, puis de décliner plus spécifiquement la structure et les cycles de vie du dispositif scientifique autour du triptyque « système, observation, suivi ». La section 5 se focalise sur le dispositif technique autour des concepts d'acquisition et de traitement adapté à la gestion des processus cumulatifs des données (durabilité, répétitivité, stockage) et à la gestion des processus de construction de la connaissance (partage, échange, interaction) (Libourel *et al.*, 2009). Enfin, la section 6 conclut notre proposition et évoque les perspectives offertes par un approfondissement des mécanismes du dispositif institutionnel et de son rôle dans un système décisionnel territorial.

2. Etat de l'art

Avant les années 90, rattachés en France aux Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU), des Systèmes d'Observations (SO) se sont déployés dans le monde. Strictement dédiés à la surveillance de paramètres liés aux sciences de l'univers (astres, climat, atmosphère,...) sur des problématiques scientifiques à des échelles internationales et/ou liées aux risques (sismicité, inondations), ils sont pilotés par des questions de recherche du domaine des sciences de la terre et de l'univers, et mobilisent exclusivement des chercheurs. Liés à la mise au point d'instruments de mesure, tels que les satellites dédiés à l'observation de la terre au milieu du siècle dernier, certains d'entre eux existent encore et sont même renforcés, tels que les réseaux du Système mondial d'observation du climat (SMOC).

A partir des années 90, les observatoires s'ouvrent au domaine de l'environnement, mobilisant toujours les sciences de l'univers, mais aussi celles du vivant et de la terre et même parfois, et de plus en plus, celles des sciences humaines et sociales. La France a suivi cette évolution avec l'apparition des dispositifs CNRS de type ORE¹ ou OHM² (Loireau *et al.*, 2009). Les ORE ont une entrée plus biophysique sur les questions posées et sont soutenus par l'INSU ; ils intègrent parfois les SO pour constituer des SOERE³. Les OHM ont une entrée plus intégrée *via* le territoire sur des questions de sociétés et milieux et sont soutenus par l'INEE⁴.

Confrontés au processus de mondialisation et à l'évidence des changements globaux, les scientifiques mettent progressivement en œuvre ces observatoires pour suivre les évolutions spatiale et temporelle d'un phénomène ou d'une portion de territoire (De Sède-Marceau *et al.*, 2005 ; Levraux *et al.*, 2007), et améliorer les connaissances *sensu lato*. Par l'observation répétée, ils souhaitent favoriser la compréhension des mécanismes qui les régissent et, si possible, anticiper leurs évolutions. Ces observatoires ne sont plus pilotés uniquement par des questions de recherche fondamentale comme les premiers SO, mais d'abord par des questions d'environnement, voire de territoire pour les plus intégrés d'entre eux, questions posées par les sociétés. Ils continuent à ne mobiliser que des chercheurs et sont peu ou pas connectés avec les gestionnaires des territoires en question. Citons à titre d'exemple l'ORE HYBAM (Contrôles géodynamique, hydrologique et biogéochimique de l'érosion/altération et des transferts de matière dans le bassin de l'Amazone) pour comprendre et modéliser le fonctionnement des systèmes et leur dynamique à long terme (Da Silva *et al.*, 2012) ; ou encore l'OHM Pyrénées Haut Vicdessos portant sur les dynamiques environnementales et territoriales d'un système « montagne » avec une reconversion économique et sociale de l'industrie vers le tourisme et le déploiement d'une gamme diversifiée d'activités récréatives de pleine nature (Dérioz *et al.*, 2014).

¹ ORE : Observatoire de Recherche en Environnement

² OHM : Observatoire Homme Milieu

³ SOERE : Systèmes d'Observation et d'Expérimentation pour la recherche en environnement

⁴ INEE : Institut Ecologie et Environnement

Parallèlement à ces observatoires scientifiques, et rarement connectés, d'autres types de dispositifs intitulés aussi « observatoires » s'organisent et se mettent en place sur les territoires français. Pilotés par une petite cellule de techniciens et de coordinateurs, leur priorité est donnée à la mise en réseau des acteurs économiques d'un territoire à des fins de développement autour d'une plateforme technique de capitalisation, de gestion et de valorisation de l'information existante (*e.g.* Observatoires mis en œuvre par l'APEM⁵ depuis 1997), et non à la qualité et pertinence scientifique des données, informations et connaissances⁶ mobilisées ou générées. Ces observatoires, contrairement aux précédents, sont uniquement entre les mains des gestionnaires de territoires ; la présence du scientifique, si elle existe, reste anecdotique et dans tous les cas a posteriori.

Face à cette profusion d'observatoires qui peuvent se retrouver presque en « concurrence » sur un même territoire, la recherche et la société civile en France se questionnent aujourd'hui et mènent des recherches pour conceptualiser des modèles d'observatoires qui, quelle que soit la question posée, et en remobilisant notamment le concept de système d'information (Gayte *et al.*, 1997), pourraient venir en appui à la gestion d'un territoire en apportant une connaissance scientifiquement robuste et pertinente, et être opérationnalisés tant du point de vue de la gouvernance que du point de vue de l'instrumentation.

3. Les fondamentaux de l'observatoire scientifique OSAGE

3.1. Vision d'ensemble

Selon Libourel *et al.* (2009), « un observatoire a pour objectif d'observer (suivre, analyser, comprendre) sur une portion d'espace représentative d'une entité territoriale objet d'étude, les dynamiques socio-environnementales résultant d'interactions dynamiques de systèmes socioéconomiques et biophysiques. Ils sont un lieu de production, d'échanges, et de partage d'informations et de connaissances qui s'inscrit dans la durée ». Pour que cet observatoire soit en appui à la gestion des territoires, Loireau *et al.* (2009) ajoute à cette définition englobante le fait qu'il doit assurer a minima les fonctions de diagnostic pour permettre notamment l'évaluation des actions mises en œuvre. Il devrait être associé aussi à des fonctions de pronostic, pour se donner toutes les capacités d'alerter et orienter à court et moyen termes les gestionnaires dans leur prise de décisions, puis interventions.

A partir de ce cadrage général, nous pouvons décrire précisément le modèle conceptuel de la figure 1.

⁵ APPEM: Assemblées Pyrénéenne d'Economie Montagnarde: <http://www.apem.asso.fr/>

⁶ Tout au long de cet article, la donnée est considérée comme le résultat direct d'une mesure, l'information comme une donnée communiquée à laquelle un sens et une interprétation ont été donnés (ITIL 2011, français, www.itilfrance.com), et la connaissance le résultat d'une réflexion sur une ou plusieurs informations qui en permet leurs assimilation et utilisation, autrement dit une ou plusieurs informations appropriées.

Nous pouvons choisir de rentrer dans ce modèle par la **Société** qui, sur la base de ses **Connaissances** et **Représentations**, exprime une **Question**, environnementale (*e.g.* désertification) ou sociétale (*e.g.* émigration des jeunes) selon son **projet de vie**. Cette question, plus ou moins complexe, est considérée à une certaine échelle (locale, régionale) et selon un rattachement territorial. La question est ainsi exprimée sur un **Espace** concerné. Elle émane de ce que l'on constate au présent, tout en étant le fruit d'une dynamique passée. La société exprime cette question soit parce qu'elle pointe un problème, ou au contraire une situation originale/favorable, qui mérite d'être étudiée pour mieux la comprendre. La société se compose d'**Acteurs**. Plusieurs acteurs peuvent avoir exprimé la même question mais selon différents points de vue. En cas de problème posé, les intérêts dans la résolution du problème peuvent être divergents d'un acteur à l'autre ; et plusieurs résolutions du problème peuvent être envisagées. La société peut alors décider de se doter d'un **Observatoire** qui permettra, une fois mis en œuvre et opérationnel, de mieux documenter et comprendre les processus derrière la question, d'alimenter/faciliter les discussions, voire les négociations, entre acteurs et, *in fine*, orienter les décisions d'aménagement du territoire ou de gestion des ressources selon les **Enjeux** identifiés.

L'observatoire est ainsi un dispositif scientifique, technique et institutionnel mis en place sur un périmètre (zone concernée), pour assurer une fonction d'observation, de suivi, et d'amélioration de la connaissance. Le **Dispositif pérennisé Scientifique** crée de l'information pour éclairer les processus, et documenter la dynamique du système derrière la question (suivi temporel). De ce fait, il enrichit la connaissance pour mieux répondre à la question posée. Le dispositif **Technique** assure des services pour acquérir, stocker, traiter, gérer, et diffuser les données et informations produites. De ce fait, il donne les moyens aux décideurs de mobiliser éventuellement cette connaissance. Enfin, le dispositif **Institutionnel** organise la gouvernance de l'observatoire, avec des rôles distribués auprès d'acteurs identifiés et mobilisés, et définit les règles de partage et diffusion des données et informations.

Un observatoire ne se construit pas en un jour et peut avoir une *phase de construction* plus ou moins longue : « de la naissance à l'adolescence ». Lorsque ses trois dispositifs sont définis et fonctionnent, il peut entamer sa *phase de vie* d'« adulte ». Pour que celle-ci s'inscrive dans la durée, l'observatoire doit être capable de s'adapter (cf. cycle de vie décrit dans la partie 4.2). En effet, chaque fois que le suivi pointe des changements majeurs qui justifient de questionner à nouveau le système, l'observatoire doit déclencher des recherches spécifiques qui permettent de réviser/adapter les modes d'acquisition, d'analyse et de capitalisation. Cette dynamique scientifique de l'observatoire ne suffit pas à le pérenniser. L'observatoire doit aussi s'appuyer sur des protocoles d'acquisition, de suivi et de capitalisation, suffisamment rigoureux et robustes pour autoriser le stockage, la reproduction, le partage, et l'échange.

Le périmètre de l'observatoire est défini pour représenter l'espace concerné par la question posée. Plusieurs observatoires peuvent être mis en réseau pour répondre à une même question selon l'échelle à considérer. L'observatoire génère de l'information utile et pertinente que les gestionnaires du territoire pourront mobiliser pour décider de leurs actions, et appuie ainsi la décision.

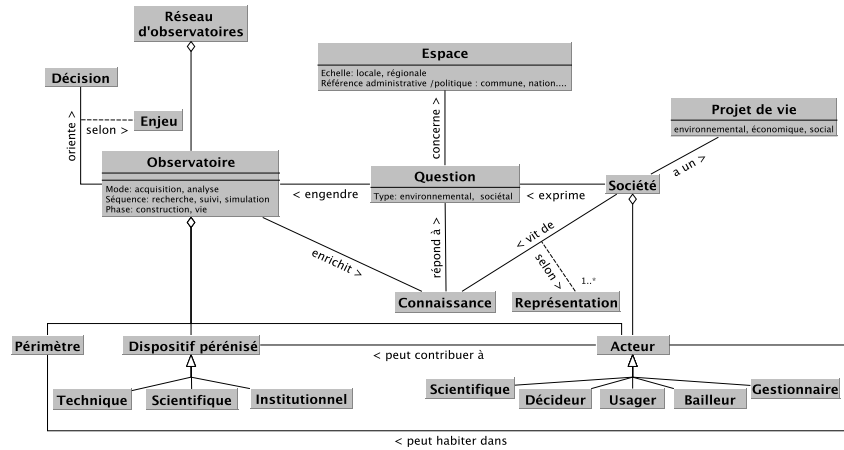


Figure 1. Structure générale de l'Observatoire Scientifique en Appui à la Gestion des territoires (OSAGE) – formalisme UML

3.2. Observatoire, territoire, système complexe

Cet observatoire scientifique en appui à la gestion du territoire peut être perçu tout d'abord comme un système opérant (scientifique, technique et institutionnel) dans la mesure où il prend en charge la réalisation des opérations permettant de générer des données (ou valeurs observées) et de l'information (valeurs interprétées) à partir d'observations et de connaissances, et de manière rétroactive d'enrichir la connaissance initiale. Le triptyque observation, information, connaissance est géré au sein de l'observatoire dans un réel système d'information. Quant à l'organisation de la décision qui sera prise, autour de cette information, connaissance générée par l'observatoire, dans le but de gérer le territoire sur lequel la société a initialement posé une question, elle n'est pas partie intégrante de l'observatoire.

Ainsi (cf. figure 2), nous pouvons concevoir le territoire comme un système complexe, au sens de Le Moigne (1999), dont l'observatoire de type OSAGE serait un « miroir » englobant le système opérant (SO), le système d'information (SI), mais partiellement le système décisionnel (SD).

La vision des Observatoires des Pratiques Territorialisés (OPT) est différente : l'observatoire y est partie prenante du processus décisionnel territorial et donne une place importante aux acteurs du territoire et à leurs représentations. Idem pour les observatoires territoriaux tels que définis par De Sède-Marceau *et al.* (2011) centrés sur la mutualisation des connaissances des différents acteurs à la recherche d'un consensus nécessaire pour l'action.

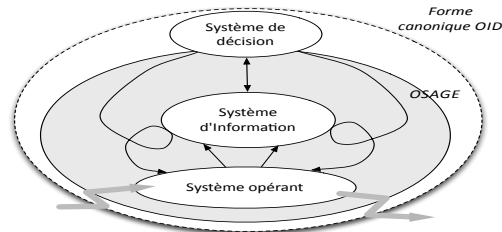


Figure 2. Forme canonique OID (Le Moigne, 1999) et vision OSAGE.

4. Le dispositif scientifique : structure et cycle de vie

Le dispositif scientifique de l'observatoire contribue à enrichir la connaissance sur la question posée en remplissant trois types d'objectifs distincts et majeurs : 1) l'acquisition de données dans l'espace et dans le temps, 2) la création de nouvelles informations sur les phénomènes / processus (fonctionnel) à partir de l'analyse et de l'interprétation de ces données, 3) le suivi des dynamiques temporelles et détection des changements. En corollaire, des simulations sont possibles à partir de données non acquises par l'observation.

4.1. Structure

Pour atteindre ces objectifs, la représentation du dispositif scientifique s'articule autour de trois types de modèles structurels fortement interactifs (cf. figure 3) : le modèle théorique systémique, le modèle d'observation et le modèle de suivi.

Avant toute acquisition de données et pour s'assurer de leur pertinence par rapport à la question posée, celle-ci est « traduite » en question(s) scientifique(s) à laquelle l'expertise scientifique attribue un système référent et son contexte. Le système référent correspond aux éléments et/ou processus plus ou moins complexes, identifiés comme relevant de la question. Le contexte, quant à lui correspond aux éléments constituant l'environnement du système (e.g. pressions et forçages). En fonction de l'état de l'art, c'est-à-dire de la connaissance scientifique experte ou à dire d'acteurs d'une part, jeux de données à disposition d'autre part, l'expertise scientifique construit un modèle du système, intitulé ci-après modèle théorique systémique, et un modèle d'observation.

Le **modèle théorique systémique** décrit le système derrière la question posée sur un espace donné. Il est construit sur la base de connaissances. En fonction de l'état des connaissances et des besoins de connaissance en lien avec la question posée, le modèle théorique i) fera appel aux notions structurelle, fonctionnelle ou dynamique temporelle du système en question, ii) distinguera ce qui est « interne » au système, et les forces motrices du système « externe » ayant un impact sur le système « interne », iii) montrera le niveau d'intégration Milieux (écosystème) et Sociétés (socio-système) au sein du système.

Le **modèle d'observation**⁷ résulte du besoin reconnu de telles et telles données. Il pointe et décrit dans le modèle théorique systémique 1) les observations nécessaires à la compréhension plus fine du système et 2) l'étendue spatiale, ou périmètre, dans laquelle elles doivent être opérées. Les observations sont ici considérées au sens « mesures » (sur le terrain ou à partir de satellites) portées sur un objet d'intérêt selon un protocole de collecte et d'échantillonnage défini. Autrement dit, pour reprendre les termes du modèle OBOE (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. Ces derniers peuvent s'appuyer sur de nombreuses propositions de standardisation comme SSN⁸ et O&M⁹.

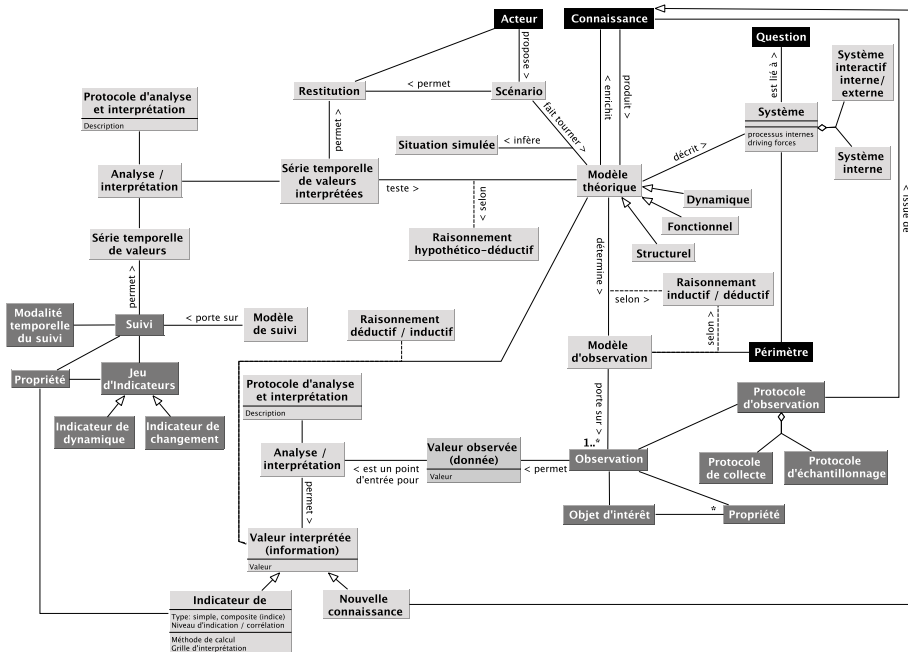


Figure 3 : Structure du dispositif scientifique d'un observatoire OSAGE

Enfin, qui dit « observatoire », dit forcément observations reproduites sur un temps long. Le **modèle de suivi** sélectionne et décrit dans le modèle théorique systémique, enrichi par l'analyse et l'interprétation des valeurs observées, les observations nécessaires et suffisantes pour définir et valider un jeu d'indicateurs et

⁷ cf. modèle base de données correspondant : données observées + données héritées

⁸ SSN : Semantic Sensor Network : <http://purl.oclc.org/NET/ssnx/ssn>

⁹ O & M : Observation and Measurement : <http://schemas.opengis.net/sos/>

leurs modalités d'acquisition dans le temps. Il gère ainsi à la fois la temporalité de l'acquisition d'observations constitutives des indicateurs, mais aussi la mise en œuvre de tel ou tel (jeu de) indicateur(s). En effet, parmi les jeux d'indicateurs, certains ont vocation à suivre l'évolution du système (*i.e.* celle de ses paramètres internes, sans changement de système ; cf. « indicateurs dynamiques » dans le schéma), d'autres à vérifier l'appartenance au système de référence ou au contraire sa non conformité et donc le changement de système (cf. « indicateurs de changement » dans le schéma).

4.2. Cycle de vie

Lorsqu'un observatoire est mis en place (phase de construction), il se peut qu'il n'y ait pas encore, ou si peu, de données relatives à la question posée, ni de modèle théorique consolidé (cf. cas n°1, figure 4). La connaissance du système est partielle et pourtant la question est bien là. Les enjeux autour des réponses à apporter sont majeurs pour une région ou un pays. Ceci décrit la situation la plus courante des territoires géographiquement et/ou économiquement marginaux. Ce sont par exemple les cas du réseau d'observatoires ROSELT/OSS aux marges du Sahara sur la question des causes, processus et conséquences de la désertification (Loireau et al., 2007), ou du projet DURAMAZ 2 (Le Tourneau *et al.*, 2010) « vers un observatoire de la durabilité en Amazonie » sur la question du compromis à trouver entre la limitation/gestion de la déforestation et l'amélioration des conditions de vie des populations locales, concernant des territoires immenses. Dans cette situation (cf. cas n°1, figure 4), il s'agit d'abord de concevoir un modèle systémique théorique sur la base de la connaissance partielle, à partir duquel un modèle d'observation est construit. Les données sont acquises selon le modèle d'observation et sont analysées. Les résultats de l'analyse permettent d'enrichir, ou poursuivre la construction du modèle théorique et d'extraire un jeu d'indicateurs avec leurs modalités de suivi pour aboutir à la construction du modèle de suivi. Cette boucle correspond à une séquence de vie de l'observatoire que l'on appellera « **séquence recherche** ». Une fois le modèle de suivi construit dans la « séquence recherche », les séries de données collectées ne sont plus que les données nécessaires et suffisantes au suivi des dynamiques et à la détection des changements. Cette série chronologique de données et analyse des dynamiques et changements constituent une séquence de vie de l'observatoire que l'on appellera « **séquence suivi** ». Les résultats de l'analyse des séries chronologiques de données permettent d'apporter des réponses à la question posée. Elles permettent aussi de perfectionner le modèle théorique et de relancer une séquence recherche si les changements détectés sont majeurs et justifient une adaptation du modèle de suivi.

Dans la situation où, à la création de l'observatoire (cf. cas n°2, figure 4), on dispose déjà de données compatibles avec la question posée, mais pas encore de modèle théorique (autrement dit, on est dans une compréhension analytique du système, mais pas une compréhension intégrée), il s'agit d'abord d'analyser les données existantes dans le but de faire émerger les liaisons entre éléments du système et construire un premier modèle théorique systémique. Celui-ci permet de

décider soit de repartir dans une séquence recherche si les connaissances acquises ne sont pas suffisantes pour définir le modèle de suivi, soit d'aborder une « séquence suivi ». Tout dépendra de la pertinence, quantité et qualité des données initiales par rapport à la question posée.

Lorsque les données et le modèle théorique systémique existent avant la création de l'observatoire (cas n°3, figure 4), la tâche est moindre, réduite à la construction du modèle de suivi, avant de rendre l'observatoire opérationnel, c'est-à-dire le faire entrer dans une séquence de suivi.

Enfin, il est possible que la connaissance sur un territoire par rapport à la question posée soit telle que le modèle de suivi existe déjà avant la création de l'observatoire et autorise ainsi à entrer directement dans une phase opérationnelle. Ce type d'observatoire créé à partir d'un jeu d'indicateurs préexistants, valorisant l'expertise acquise (issue de la science et/ou de l'expérience des acteurs du territoire), n'est pas sans risque. Sans modèle théorique systémique ni modèle d'observations explicitées, comment revenir à une séquence recherche telle qu'explicitée ci-avant ? Pourtant, c'est bien cette capacité d'ajustement, acquise dans les phases recherche qui permet à l'observatoire de fonctionner à l'image d'un cerveau, toujours dynamique et capable de s'adapter, et de fournir l'information la plus pertinente aux gestionnaires du territoire.

Ainsi selon les cas de figures, l'opérationnalisation de l'observatoire créé est plus ou moins longue, selon un gradient croissant des cas n°4 au n°1 de la figure 4. Dans tous les cas, excepté peut-être dans le cas n°4 où l'on n'a pas la garantie de disposer du modèle théorique systémique, à la fin de la construction d'un observatoire, le dispositif scientifique de l'observatoire fonctionne en « mode acquisition » ou en « mode analyse » que cela soit dans ses séquences « recherche » ou dans ses séquences « suivi » constitutives de son cycle de vie.

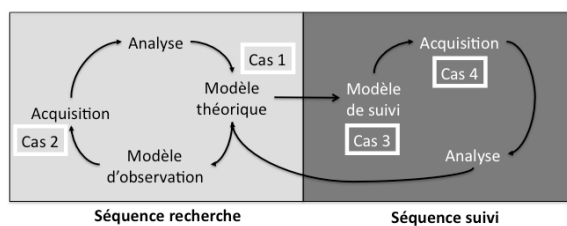


Figure 4. Séquences recherche et suivi dans le cycle de vie de l'observatoire OSAGE

Quand l'observatoire est en « mode acquisition », les observations portent sur les variables/facteurs (identifiés comme « objet d'intérêt ») contenus dans le modèle d'observation. Les données acquises alimentent l'observatoire dans une séquence « recherche », ou dans une séquence « suivi » de la vie de l'observatoire. Dans les deux cas, les observations acquises font l'objet d'un travail d'analyse et d'interprétation (« mode analyse ») 1) du jeu de données chargé de conforter ou

enrichir la structure et/ou le fonctionnement du système (séquence recherche), 2) de la série temporelle de données chargée de renseigner le volet dynamique du système (séquence suivi).

Dans le premier cas, le jeu de données n'a pas vocation à renseigner sur la dynamique. Ce n'est pas une série temporelle même si l'acquisition peut se faire sur un laps de temps, par nécessité ou par contrainte pratique. Dans la « séquence recherche », l'analyse du jeu de données contribue 1) à formaliser de nouveaux pans de connaissance et, par là, à affiner le modèle théorique pré-établi, le consolider, le rectifier ou l'étendre ; 2) à « résumer » (en terme de contribution) le modèle théorique à ses composants principaux (éléments ou processus) ; 3) à construire et valider des « indicateurs de » certains éléments ou processus du système, ceux ayant du « sens » ou du « poids » (signification et corrélation) avec la question scientifique posée ; 4) à identifier de nouveaux processus, y compris des phénomènes émergents captés au cours du temps dans la séquence suivi.

Dans la « séquence suivi », on pose l'hypothèse que la série temporelle des données collectées sur indicateurs (indicateurs dédiés) doit être conforme (avec intervalle de précision) au prédicat que l'on peut en faire via le modèle théorique (construit sur observations, analyse de données et expertise préalables). Si tel n'était pas le cas, la dynamique observée (encore dans le cadre du système référent ou bien hors de cette cohérence) ne serait pas conforme au système. L'analyse associée à la « séquence suivi » est un test d'hypothèse.

C'est la capacité d'un observatoire à faire appel à des « séquences recherche » au cours de sa vie qui constitue un sous-basement indispensable au modèle théorique. De ce fait, transformation ou adaptation du modèle sont possibles si nécessaire. La qualité du suivi et la capacité de simulation en sont améliorées. Dans la séquence recherche le chercheur pilote le modèle d'observation, alors que dans la séquence « suivi », le modèle de suivi le fait.

5. Le dispositif technique

Un observatoire doit, d'un point de vue technique, s'articuler sur des applicatifs privilégiant le partage, la mutualisation et la diffusion des données, des connaissances et des traitements de diverses natures. L'importance est donnée à des systèmes ouverts, à même de prendre en charge l'intégralité d'un dispositif technique scientifique, en matière de gestion, non seulement du suivi des indicateurs qui vont aider à la compréhension de mécanismes environnementaux possiblement complexes, mais également des observations qui viennent alimenter en continu ces indicateurs. Les connaissances expertes qui viennent enrichir sémantiquement les observations y font également l'objet de systèmes organisationnels et classificatoires. Dans cette optique, nous nous sommes donc attachés à définir les modules essentiels associés aux différentes facettes du dispositif scientifique (cf. figure 5).

Trois modules essentiels : acquisition, pérennisation et analyse constitue donc l'ossature. Chacun de ces modules peut être ensuite affiné et connecté avec les divers traitements offerts aux utilisateurs.

Le module d'acquisition peut se décliner en module d'acquisition direct via des protocoles assujettis aux divers capteurs nécessaires et prenant aussi en compte l'interaction entre acteurs, notamment en ce qui concerne leurs connaissances et leurs différents points de vue, et en modules plus spécifiques lié au suivi des observations (notamment au niveau du choix des échantillons). Ce module est en liaison directe avec le module de pérennisation. Celui-ci destiné à pérenniser données, métadonnées et connaissance. Les traitements associés relèvent de la sauvegarde soit dans des répertoires, soit dans des systèmes de bases de données, de SIG, de connaissances intégrés, et de la recherche via les métadonnées. Dans ce contexte, la mise à contribution de systèmes de gestion de données qui ne nécessitent pas la construction a priori de modèles de données peu évolutifs devrait s'avérer pertinente. Dans ce sens, les systèmes de gestion de données désignés par les termes NoSQL et New SQL permettent de gérer de fortes volumétries de données hétérogènes et distribuées sur le socle de modèles génériques efficaces, à l'exemple des modèles clé/valeur, à colonne, orienté document ou graphe. La gestion des connaissances expertes peut se faire de manière complémentaire au travers d'ontologies et de vocabulaires explicités dans les langages du web sémantique (RDF, RDFS, OWL notamment).

Le module d'analyse quant à lui est un agrégat de traitements plus complexes comme le raisonnement, appuyé sur des modèles théoriques, le calcul d'indicateurs plus ou moins sophistiqués, la visualisation. Actuellement, différentes fonctionnalités permettent d'interfacer ontologies et systèmes de gestion de données offrant ainsi la possibilité d'enrichir sémantiquement les indicateurs et observations et de pouvoir porter des interprétations afin d'en dégager de nouvelles compréhensions.

Plusieurs exemples de dispositifs existants correspondent à cette vision : c'est le cas des infrastructures de mutualisation proposées dans le cadre de la directive Inspire (Kazmierski *et al.*, 2014), c'est aussi le cas d'observatoires spécifiques comme ceux développés dans le secteur de la pêche (Beibou *et al.*, 2014).

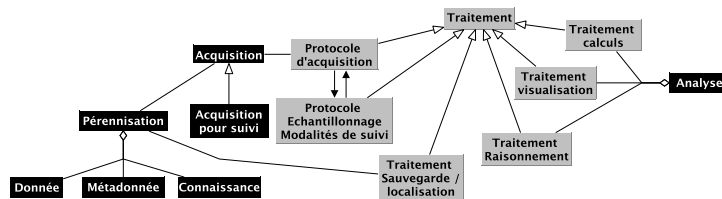


Figure 5. Vision modulaire du dispositif technique

6. Conclusion/Perspectives

Les diverses réflexions menées et propositions présentées mettent en exergue la définition de l'observatoire scientifique pour une gestion du territoire. Il met en avant la dimension sociétale, l'origine même de l'observatoire étant une question

posée par la société et un besoin de gestionnaires sur l'espace concerné par la question. Cette définition diffère de la démarche selon laquelle un observatoire peut faire du suivi a priori et que de ce suivi des questions peuvent émerger. Ce rattachement à une question posée permet même du coup d'envisager la « mort » d'un observatoire OSAGE si il n'existe plus de question. Autrement dit la pérennité d'un observatoire de type OSAGE est conditionné par l'existence d'une question exprimée par la société, qu'elle soit la même, qu'elle ait évolué ou changé.

Les recherches avancées pour la conception des Observatoires des Pratiques territorialisés (ANR COPT¹⁰) 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 (Simon *et al.*, 2013) sur un territoire et possiblement la capacité de résilience du système territoire rien n'avait été proposé ni explicité en terme de dispositif scientifique d'observation, lui aussi devant être adaptable, pour le suivi des évolutions. La vision système complexe, proposée par Le Moigne (1999) nous a guidés. Nous pensons donc, au niveau de ce cadre méthodologique proposé, avoir comblé, une partie des manques quant à la conception d'observatoires territoriaux.

De plus, nos futures réflexions porteront sur l'articulation entre l'observatoire OSAGE tel que nous l'avons présenté et le système décisionnel d'un territoire. Il nous faudra approfondir les mécanismes de son dispositif institutionnel pour bien comprendre son rôle d'opérationnalisation et pérennisation de l'observatoire scientifique d'une part (*e.g.* éviter les données manquantes), et le rôle qu'il peut jouer pour ancrer les observatoires OSAGE dans le système décisionnel à proprement parler et la gouvernance du territoire. Celui-ci doit englober un *système de coordination* qui relève du rôle des institutionnels (et, en ce sens, nous pouvons donc à la lumière de l'approche proposée, offrir une grille d'analyse pertinente aux scientifiques et gestionnaires afin de mieux positionner leur initiative), mais aussi un *système d'imagination/création*, en incluant des initiatives sociétales relevant d'interactions ou de collaborations plus diversifiées et permettant de formuler de nouvelles interprétations sur les phénomènes observés et analysés, les deux étant au service du *système de décision* proprement dit.

Références bibliographiques

- 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 du colloque INFORSID 2014, Lyon
- Da Silva J.S.; Seyler F., Calmant S., Rotunno Filho O.C., Roux E., Araujo A.A.M. and Guyot J.L. 2012. *Water level dynamics of Amazon wetlands at the watershed scale by satellite altimetry*. International Journal of Remote Sensing. 33(11): p. 3323 - 3353.

¹⁰ ANR-05-PADD-0011

- Dérior P., Bachimon P., Loireau M., 2014. (Accepté) *Mise en scène du paysage montagnard et valorisation sélective des patrimoines dans une vallée pyrénéenne en reconversion économique (Vicdessos, Ariège)*. Revue « Projets de paysage », Blois, septembre 2013.
- De Sède-Marceau, M.-H., Thiam S., Marceau P., Moine A., 2005. *La problématique de l'observation territoriale, contexte, stratégies et enjeux*, Actes du colloque international Observation et analyse des territoires ruraux en Europe, Lași, Roumanie, 25-27 av. 2001.
- De Sède-Marceau M.-H., Moine A., T S., 2011. *Développement d'observatoires territoriaux, entre complexité et pragmatisme*. In L'Espace Géographique, 2011-2, p117-126.
- Gayte O., Libourel T., Cheylan J. P. and Lardon S. *Conception des Systèmes d'Information sur l'Environnement*. Paris : Hermès, 1997. 153 p.
- Goodchild, M. F. (2007): "Citizens as sensors: web 2.0 and the volunteering of geographic information", *GeoFocus*. (Editorial), n° 7, p. 8-10, ISSN: 1578-5157
- Kazmierski, M., Desconnets, J.C., Guerrero, B., Briand, D. 2014. *GEOSUD SDI : Accessing Earth Observation data collections with semantic-based services*, 17th Conf. AGILE.
- Le Moigne J.L., 1999. *La modélisation des systèmes complexes*. Dunod, Paris, 1999. 177 p.
- Levraux, F., Renoux, N., Vinatier, J.M. 2007. Guide de recommandations pour l'élaboration d'un observatoire territorial des pratiques agricoles. OTPA, 64p.
- Le Tourneau F.M., 2010. L'Amazonie brésilienne et le développement durable. Leçons du projet DURAMAZ. Paris. Belin.
- Libourel T., Passouant M., Loireau M., 2009. *Introduction du chapitre « Systèmes d'Information et Observatoires »*. Dossier Agropolis International N°9. « Information spatiale pour l'environnement et les territoires », p 27.
- Loireau M., d'Herbès J.M., Leibovici D., Desconnets J.C. & Granouillac B. 2007. *An ICS for desertification monitoring in Africa Circum-Saharan zone: focus on one of its components, the SIEL-ROSELT*, Seminar Proceedings; Role of Information Circulation Systems in scientific and practical approaches to combat desertification. AIDCCD. Windhoek & Ondangwa, Namibia, 2-7 April 2006. pp 81-92.
- Loireau, M., Laques, A.E., Dérior, P., Callot, Y., Delaître, E., Dessay, N., Fargette, M., Fetoui, M., Mitja, D., Neyra, M., Sghaier, M., Veinard, C., Wilson-JR, G., 2009. *Des observatoires environnementaux plus souples et plus légers au service du développement des zones difficiles à l'heure de la mondialisation et du changement climatique*, Actes du Colloque DELZOD « Sociétés en transition et développement local en zones difficiles », Jerba 22-24 avril 2009. pp. 393-406.
- 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: 279-296, 2007.
- Simon H., Fargette M., Loireau M., Libourel T., 2013. Du spécifique au générique, ontologie des systèmes territoriaux, in Phan D.(dir), *Ontologies pour la modélisation par systèmes multi-agents en sciences humaines et sociales*, Ed Hermes, 2013.