



HAL
open science

**Ingrédients et propositions pour définir les contours
d'un observatoire en réseau du capital écologique du
Bassin versant rhodanien : apports des démarches
OSAGE (Observatoire scientifique en appui aux
gestionnaires de territoire) et CECN (Comptabilité
Écosystémique du Capital Naturel)**

Herve Parmentier, Jazmín Argüello, Luc Merchez, Ioan Negrutiu

► **To cite this version:**

Herve Parmentier, Jazmín Argüello, Luc Merchez, Ioan Negrutiu. Ingrédients et propositions pour définir les contours d'un observatoire en réseau du capital écologique du Bassin versant rhodanien : apports des démarches OSAGE (Observatoire scientifique en appui aux gestionnaires de territoire) et CECN (Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel). *Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Science*, A paraître, 10.18713/JIMIS-ddmmyy-v-a . hal-03430949v1

HAL Id: hal-03430949

<https://hal.science/hal-03430949v1>

Submitted on 16 Nov 2021 (v1), last revised 17 Dec 2021 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Ingrédients et propositions pour définir les contours d'un observatoire en réseau du capital écologique du Bassin versant rhodanien : apports des démarches OSAGE (Observatoire scientifique en appui aux gestionnaires de territoire) et CECN (Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel)

Hervé PARMENTIER¹, Jazmín ARGÜELLO², Luc MERCHEZ¹, Ioan NEGRUTIU²

¹ UMR 5600, Laboratoire EVS, ENS de Lyon, 15 Parvis René Descartes, 69007 Lyon

* luc.merchez@ens-lyon.fr ; herve.parmentier@ens-lyon.fr ;

² Laboratoire IXXI, Institut M. Serres, ENS de Lyon, 15 Parvis René Descartes, 69007 Lyon

* jazmin.arguello@ens-lyon.fr ; ioan.negrutiu@ens-lyon.fr

DOI : 10.18713/JIMIS-ddmmyy-v-a

Soumis le 29 mars 2021

Volume : 6 - Année : 2020

Titre du numéro : **Observatoires scientifiques Milieux / Sociétés, nouveaux enjeux**

Éditeurs : *Maud Loireau, André Miralles*

Résumé

L'article aborde les enjeux liés au développement de l'observation et de l'évaluation environnementales, qui répondent pour partie à des politiques incitatives mais aussi à des prises de conscience tant institutionnelles que citoyennes. Notre contribution s'appuie sur l'expérimentation d'une approche systémique de comptabilité écologique (Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel, CECN) à l'échelle du bassin versant du Rhône, en la confrontant à un modèle théorique, l'observatoire OSAGE. L'objectif, assorti de préconisations scientifiques, techniques et organisationnelles, fruits de cette confrontation, vise à s'interroger sur les capacités de déploiement de l'outil de CECN en un observatoire des ressources territoriales structuré par les dispositifs scientifique, technique et organisationnel d'OSAGE. La mise en œuvre efficace d'un tel outil appelle un besoin urgent de politiques publiques plus cohérentes en matière de données (temps, espaces, protocoles), enrichies par des plateformes participatives multi-acteurs, l'ensemble pouvant permettre de coordonner et de rendre opérants les choix et les protocoles de constitution de données (formats, modalités d'échanges, etc.).

Mots clefs :

Observatoire Scientifique en Appui à la Gestion de la Santé sur un territoire (OSAGE) ; Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel (CECN) ; Évaluation environnementale ; Données souveraines ; Unité de Capabilité Écosystémique (ECU) ; Eau ; Sol ; Biomasse-Biodiversité ; Bassin versant du Rhône ; Politiques publiques des données ; Coordination ; Territoires.

I INTRODUCTION

Les États, les régions, les territoires demeurent aujourd'hui incapables d'adapter les ressources dont ils disposent aux besoins vitaux de leurs populations. En 2015, le Sénat (Bonney, 2015) constatait : « Aujourd'hui, aucun pays en Europe n'a de vision prospective sur ses besoins et sur la



disponibilité de ses ressources ». Cela soulève des questions stratégiques dans le contexte socio-écologique actuel.

Comment intégrer les activités humaines dans les limites des cycles, des fonctions et des services de la nature, c'est-à-dire comment gérer en bon père de famille les ressources dont dispose un territoire donné et prévoir l'amortissement de leur utilisation (non-enregistré dans les bilans économiques et politiques) ? Comment identifier les vulnérabilités aussi bien que les atouts des territoires dans les stratégies et décisions d'aménagement territorial ?

La dégradation du capital écologique¹ résultant des activités économiques équivaut à des coûts impayés correspondant à des dettes écologiques (Vanoli, 2005 ; Bartelmus, 2009 ; Dasgupta, 2010 ; Weber, 2014 ; Argüello *et al.*, 2018). Ces dettes sont virtuelles tant qu'elles ne sont pas mesurées et comptabilisées dans les bilans écologiques pour être compensées. La conséquence est l'accumulation de dettes écologiques au fil du temps, ce qui crée des risques économiques et politiques dont les institutions et les entreprises sont de plus en plus conscientes (E-Risc, 2020 ; Steffen *et al.*, 2015 ; Weber, 2018). Parmi ces risques, ceux liés aux ressources primaires que sont les sols, l'eau et la biomasse devraient constituer des signaux forts pour la sécurité et la souveraineté nationales à travers le développement soutenable des territoires et leurs spécificités en ressources (Negrutiu *et al.*, 2020).

Ainsi, les transitions démographiques, écologiques et agricoles/alimentaires appellent la mise en place d'outils de diagnostic et de suivi cohérents et puissants. Actuellement, l'utilisation d'indicateurs incomplets et/ou trompeurs de la production, du revenu, de la consommation, de l'épargne, de l'investissement et de l'endettement constitue un handicap notamment dans la prise en compte des externalités générées sur le capital écologique. En effet, la gestion responsable des ressources naturelles pour répondre aux besoins fondamentaux des populations et le maintien des systèmes naturels vitaux dont dépendent les sociétés constituent un défi permanent (PRF, 2017 ; Faure-Muntian, 2018).

En partant du concept de soutenabilité forte (Weber, 2018 ; Rotillon, 2019) afin de viser l'absence de dégradation nette des écosystèmes qui risque d'exposer les territoires et leurs ressources aux aléas du marché et de la spéculation, l'objectif de ce travail est de proposer des outils d'acquisition et d'analyse de données exhaustives, systématiques et régulièrement mises à jour, afin de permettre à la fois de sécuriser le capital écologique par son amortissement systématique et de faire face à la montée en puissance du secteur privé sur les données massives géolocalisées.

A titre d'exemple, nous pouvons citer les bassins versants qui en tant qu'entités socio-géographiques sont mal pris en compte car l'essentiel des statistiques et informations est géré au niveau national et par divers services de l'État dans les territoires (ADEME, DREAL, *etc.*). Il est temps de penser la transition écologique et la gestion des ressources en système socio-écosystémique des grands bassins hydrologiques et des bassins de vie ; ces entités demeurent pertinentes des points de vue politique, économique, social et écologique et peuvent dorénavant bénéficier des dispositifs de données souveraines territoriales (Caron *et al.*, 2017 et *cf.* plus bas). Ainsi les bassins hydrographiques sont considérés comme des systèmes naturels importants pour l'estimation des processus socio-écologiques complexes (Parkes *et al.*, 2010 ; Jenkins *et al.*, 2018). Il s'agit de réseaux hiérarchiques fonctionnellement cohérents qui peuvent mobiliser les acteurs sociaux et territoriaux et les institutions situées à l'intérieur de leurs frontières, notamment grâce à

1 « The biotic natural capital consisting of stocks and flows that provide benefits to people and economy such as the provision of resources for production, i.e. the raw materials that become food, fuels, mintlumber, etc. », adapté de https://vcsewiki.czp.cuni.cz/wiki/Environmental_capital



une histoire commune en termes de pratiques sociales et environnementales, telles que les politiques d'utilisation des terres, la gouvernance de l'eau et la gestion des écosystèmes.

Cette opportunité repose ainsi sur la possibilité de prise en compte de l'ensemble territoire-paysage-couverture des terres (Robert, 2017). Les deux premiers font l'objet de représentations qui évoluent dans le temps, en fonction des acteurs impliqués et des processus socio-écologiques considérés. Avec l'émergence du défi scientifique et politique de l'utilisation des terres, qui n'est pas encore intégré dans le suivi et l'analyse des changements territoriaux et paysagers, la compréhension de la dynamique territoriale et paysagère (Dérioz, 2012) nécessite de mesurer et d'évaluer l'intégrité des écosystèmes par une série de macro-indicateurs qui intègrent la biomasse, les sols, l'eau et les ressources des rivières avec la capacité durable des écosystèmes à produire des services.

Par ailleurs, dans le cas des rivières et des bassins versants plus larges, « l'intégrité géographique du bassin hydrographique est rarement assortie d'un système administratif doté des pouvoirs nécessaires pour gérer les interactions amont-aval » (Toulmin, 2017). Ces systèmes naturels de ressources écologiques sont souvent divisés par des découpages administratifs, créant ainsi des discontinuités dépourvues de sens, comme c'est le cas du bassin versant du Rhône.

Les observatoires jouent un rôle important dans ce contexte, permettant de pallier en partie ces insuffisances. Toutefois, si bon nombre d'observatoires sur l'environnement et certaines ressources physiques existent déjà, à ce jour aucun observatoire n'a été créé sur le thème général du capital écologique et donc de l'état et de l'évolution des ressources territoriales. Pour ce faire, et parmi les pistes à suivre, nous présenterons la méthode des comptes écosystémiques du capital naturel qui a été expérimentée à l'échelle du bassin du Rhône d'emprise internationale Franco-Suisse, avant de la confronter au modèle OSAGE.

Ce cadre posé, la question à laquelle nous souhaitons répondre est la suivante : comment mesurer les équilibres/déséquilibres des systèmes écologiques dans le temps et sur cette base canaliser la prise de décision en faveur de la résilience territoriale pensée en termes de gestion patrimoniale des ressources ?

Par conséquent, l'objectif du présent travail est d'utiliser la méthode CECN en tant que cadre comptable destiné à produire des bilans exhaustifs et répétés de l'état du capital écologique, et le modèle d'observatoire OSAGE en tant que cadre théorique pour définir les contours d'un observatoire scientifique en appui à la gestion durable des ressources d'un bassin versant territorialisé et transfrontalier, le bassin versant du Rhône.

L'analyse met en exergue les avancées et les verrous scientifiques, techniques et organisationnels, afin de dégager des voies d'amélioration et des pistes pour opérationnaliser un dispositif d'observatoire dont le périmètre écosystémique, biophysique et socioéconomique serait international (France et Suisse).

Pour répondre à ces objectifs, nous abordons dans l'ordre :

- (1) Les outils dont disposent les pouvoirs publics pour traiter des enjeux et les politiques incitatives au développement de l'observation et l'évaluation environnementales particulièrement dans le cas du bassin versant du Rhône,
- (2) Le choix d'un nouvel instrument expérimental basé sur une approche systémique intégrée de comptabilité écologique (Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel ou CECN) sur ce même bassin versant,
- (3) Une confrontation de l'approche CECN au modèle d'observatoire OSAGE.

Ceci nous permettra au final de (4) présenter des préconisations scientifiques, techniques et organisationnelles à même de favoriser le déploiement de la CECN en un observatoire des ressources territoriales structuré par le dispositif d'observatoire de type d'OSAGE.



II ÉTAT DE L'ART : sécurité du capital écologique, quels outils pour les pouvoirs publics ?

La France voit actuellement se multiplier diverses stratégies et de nombreux outils, dont nous présentons ci-après quelques exemples, en ciblant notamment l'existant en région Auvergne-Rhône-Alpes.

2.1 Des observatoires de l'environnement

L'observatoire est un dispositif scientifique, technique et institutionnel mis en place sur un périmètre pour assurer une fonction d'observation, de suivi et d'amélioration de la connaissance (Loireau *et al.*, 2015). Des observatoires opérationnels de l'environnement hébergent successivement des phases de recherche et de suivi (Loireau *et al.*, 2017) sur un territoire de différentes natures (entité administrative, zone biogéographique, *etc.*) et taille (du plus local au plus global) en vue d'étudier un phénomène environnemental (thème d'étude) visant à résoudre un ou plusieurs problèmes particuliers (finalités ou objectifs) (Bossuet, 2003 ; Grandgirard et Barbier, 2006 ; Vernier *et al.*, 2017). Ces éléments sont développés en 2.2 et 3.1.

Comme première illustration concernant le bassin versant du Rhône, mentionnons les Observatoires Hommes Milieux (OHM), qui étudient des socio-écosystèmes fortement anthropisés, systèmes complexes qui nécessitent une convergence interdisciplinaire pour être étudiés et interprétés par une démarche d'écologie globale. Il en existe 13 à ce jour (<https://www.driihm.fr/les-ohms>) répartis dans le monde, issus d'un dispositif conçu et développé par l'« Institut Écologie et Environnement » (INEE) du Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Au niveau régional, l'OHM vallée du Rhône créé en 2011 a été réalisé par les équipes scientifiques du corridor du Rhône et est soutenu par la Zone Atelier Bassin du Rhône. Cet observatoire étudie l'évolution contemporaine du fleuve et de ses sociétés. Il a également pour mission d'éclairer, par l'analyse de ces données, les gestionnaires et les élus.

L'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) constitue un autre exemple. Il a été créé en 2009 à la suite de questions qui ont émergées dans le cadre du plan Rhône sur un linéaire de plus de 500 km. Cet observatoire a pour mission de produire, rassembler et gérer des données visant à caractériser les stocks et les flux sédimentaires, ainsi que les pollutions associées à ces sédiments. L'OSR est un programme de recherche regroupant les scientifiques (CNRS, INRAE, ENTPE, IRSN, IFREMER²) et les principaux gestionnaires du fleuve (DREAL³, Agence de l'Eau, la Compagnie Nationale du Rhône, les régions Auvergne Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie et EDF). Il constitue l'un des observatoires de la Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR). Il s'appuie sur une géoplateforme (GéoOSR, 2006) de recherche pluri-partenaire (scientifiques et gestionnaires), qui consiste en un portail de géovisualisation cartographique et d'exploitation des données géographiques et historiques.

2.2 Des évaluations environnementales émergentes

Au cours des vingt dernières années, on a vu l'émergence d'un large éventail d'approches, de méthodologies et d'instruments d'évaluation environnementale (Mazza *et al.*, 2013 ; UNEP, 2014 ; Weber, 2018), qui tendent à associer ou à intégrer les préoccupations relatives à l'environnement et aux ressources naturelles dans les cadres comptables économiques et dans les cadres comptables nationaux en particulier (Caldecott *et al.*, 2013 ; Weber 2018). Ils peuvent être classés en trois catégories (Argüello *et al.*, 2018) : (1) approche par valeur de référence ou limites/seuils,

² CNRS (Centre national de la recherche scientifique), INRAE ((Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.), ENTPE (École nationale des travaux publics de l'État), IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire), IFREMER (L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer)

³ DREAL (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement)

essentiellement basée sur des indicateurs de pression (par ex., empreinte écologique, limites planétaires ou *planetary boundaries*) ; (2) approche par les services des écosystèmes, qui tente d'évaluer, souvent en valeur monétaire, l'état de ces services et (3) approche système pour évaluer l'état des écosystèmes avec les outils de la comptabilité nationale. Leurs objectifs sous-jacents sont multiples, allant des indicateurs de communication à des mesures plus opérationnelles qui ont des implications importantes dans la prise de décision. Les réponses opérationnelles attendues et apportées par les évaluations écosystémiques sont l'amortissement du capital naturel, le calcul des coûts complets des produits, le financement de la restauration et de la conservation, le calibrage des marchés publics, *etc.*

Actuellement, à l'exception de la Suisse, du Canada, de l'Australie et de la Chine, les pays ne disposent pas de système d'évaluation environnementale centralisé (Argüello, 2019). Nous avons expérimenté au niveau du bassin versant du Rhône l'approche Écosystémique des Comptes du Capital Naturel (*cf.* partie III).

2.3 Le Plan Ressources pour la France

Le plan de programmation des ressources (Wikipédia, 2017) a été élaboré conformément à l'article 69 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 de transition énergétique pour la croissance verte : « le Gouvernement soumet au Parlement, tous les cinq ans, une stratégie nationale de transition vers l'économie circulaire, incluant notamment un plan de programmation des ressources nécessaires aux principaux secteurs d'activités économiques qui permet d'identifier les potentiels de prévention de l'utilisation de matières premières, primaires et secondaires, afin d'utiliser plus efficacement les ressources, ainsi que les ressources stratégiques en volume ou en valeur et de dégager les actions nécessaires pour protéger l'économie française. »

Le plan propose une approche innovante par catégories de ressources (biomasse, sols et ressources minérales non-énergétiques), dépassant les approches par secteur d'activité et mettant en avant la nécessité de développer des connaissances sur les flux actuels et futurs de ces ressources, les interactions entre ces ressources et les besoins futurs. Le plan promeut des politiques ressources (sur les renouvelables en particulier) cohérentes et articulées et pointe le besoin urgent d'outils de diagnostic pour passer du constat à la gestion intégrée.

Le plan ressources n'est pas décliné en région à proprement parler. On trouve, par contre, des stratégies territoriales ciblées sur des ressources spécifiques. Ainsi, la gouvernance Franco-Suisse des eaux du bassin versant du Rhône se concentre sur la ressource eau. Ce bassin occupe respectivement 16 % et 19 % des superficies nationales de la France et de la Suisse. Une gestion coordonnée de l'eau du fleuve a été mise en œuvre depuis 2012 compte tenu des préconisations de l'étude GouvRhône sur la période 1980-2010 ; elle anticipe de fortes tensions sur les usages de l'eau (GouvRhône, 2020). Ces tensions seront accrues par l'augmentation des prélèvements pour un débit aval qui diminuerait de 10-30 % selon les mois dans la perspective 2050 (évaporation accrue, baisse du couvert neigeux, diminution des précipitations, *etc.*).

2.4 La stratégie régionale eau-air-sol de l'État

La région Auvergne-Rhône-Alpes s'est dotée en 2020 d'une stratégie visant à préserver et gérer avec sobriété ce territoire et ses ressources (Préfecture Auvergne-Rhône-Alpes, 2020). Pour atteindre un niveau de résilience suffisant à l'horizon 2040, l'objectif est de soutenir les initiatives permettant un développement économique et humain tout en garantissant les fonctionnalités écologiques des espaces naturels. Cette approche transversale par les milieux naturels et leurs ressources vise une protection forte des milieux à hauteur de 5 % du territoire régional en 2040, qui doit se traduire par :



- atteindre zéro artificialisation nette des sols et une réduction importante (50 %) de la consommation foncière ;
- atteindre l'objectif de bon état de 100 % des masses d'eau en agissant sur les économies d'eau, les transferts d'eau et la création de retenues, ainsi que la réduction des prélèvements ;
- atteindre et respecter les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé concernant la qualité de l'air.

2.5 Le rapport et les stratégies sur les données souveraines

« Les données géographiques souveraines se définissent, selon une logique de destination, comme les données servant de support direct aux décisions de la puissance publique » avec la nécessité de maîtriser toutes les étapes de leur cycle de vie (production, agrégation, entretien, sécurité, publicité, diffusion et mise en valeur, archivage) (Faure-Muntian, 2018). Elles se rationalisent en conséquence autour de logiques de projets, ainsi que de conditions techniques et institutionnelles de coopérations plus étroites.

L'auteur précise aussi : « Les données géographiques correspondent (...) à une description physique du territoire dans ses aspects naturels (chaîne de montagnes) et artificiels (agglomération), visibles (cours d'eau) et invisibles (réseau enterré) », et d'autres données géolocalisées. Elles servent l'État, les établissements publics, les collectivités territoriales et certaines personnes privées chargées de missions de service public afin d'appuyer les activités de contrôle et de régulation dans l'intérêt général.

Face à ces besoins, l'Institut Géographique National (IGN) est chargé (Faure-Muntian, 2018) de la mise en place progressive d'une « géoplateforme nationale permettant une gestion optimisée des données géographiques souveraines » avec comme objectif de mettre à la disposition des agents publics et des citoyens « une infrastructure ouverte, collaborative et mutualisée, rassemblant des communautés et des usages autour de données et services géolocalisés », et ce afin de rationaliser les dispositifs existants et de maîtriser la qualité et l'actualisation des données souveraines françaises. En région, la transposition de cette stratégie est actuellement à l'étude sous l'égide du Conseil Régional et de l'IGN (CNIG, 2019).

Les éléments présentés dans cette partie II témoignent de cette volonté de sécurisation du capital écologique et, en tant que préalable incontournable, de son mode d'estimation (tout particulièrement les conditions d'acquisition des données) à un moment où les stratégies nationales correspondantes sont en cours d'élaboration. Les recherches que nous présentons en partie III sont le résultat de la confrontation de deux méthodologies, l'une provenant d'un prototype d'évaluation du capital écologique (CECN, pour Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel), l'autre d'un modèle théorique d'observatoire (OSAGE) dans le but de consolider, structurer et pérenniser l'outil systémique de comptabilité du capital écologique sur le bassin versant du Rhône. Ce bassin est un patchwork d'écosystèmes, fortement anthropisés, ce qui constitue un motif fort pour tenter de caractériser l'état de ses ressources primaires (sol, eau, biomasse) à l'aide d'une méthode d'évaluation aussi exhaustive que possible et de prévoir son déploiement en tant que plateforme territoriale multi-acteurs de gestion des ressources et d'aide à la décision.

III CHOIX D'UN INSTRUMENT : cibler la soutenabilité forte des territoires en partant d'un observatoire des ressources intégrales du bassin versant du Rhône.

Dans cette partie, nous apportons les éléments de connaissance nécessaires au développement d'un observatoire territorial de l'ensemble des ressources écologiques.

L'échelle spatiale d'analyse par bassin versant est intéressante dans la démarche de soutenabilité forte car elle facilite la mise en place de gouvernances intégrées et coordonnées des instruments de gestion et d'aménagement territoriaux. Notre démarche fait appel à une logique systémique, en



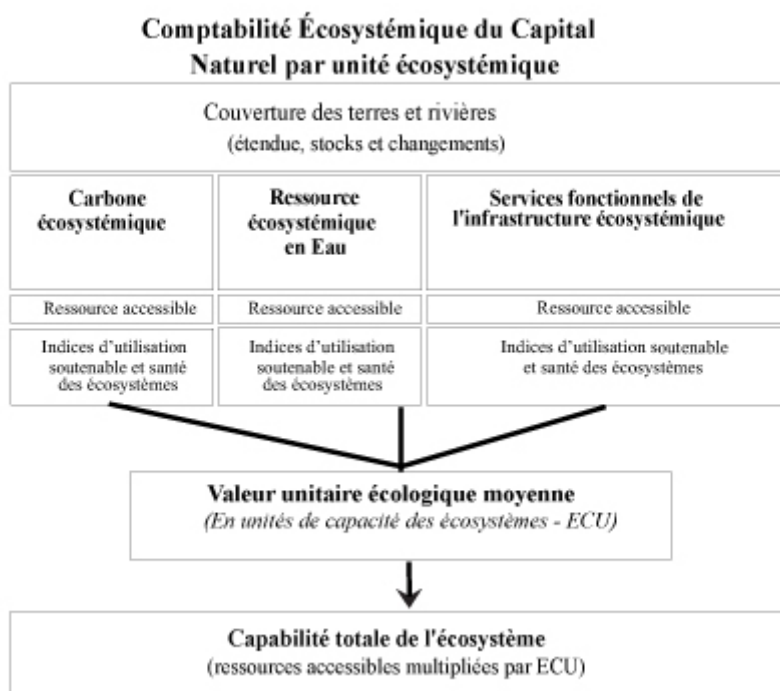
relation à la ressource eau, et vise à apporter une cohérence écosystémique spatiale, qu'il s'agisse de considérer les aspects liés aux services écologiques et à l'utilisation des ressources ou ceux de la gestion de ces services et ressources et de la coordination des différents volets de gestion.

3.1 Application de la méthode CECN au bassin versant du Rhône situé en France

La méthode de la Comptabilité Écosystémique du Capital Naturel (CECN) a été expérimentée sur le bassin versant du Rhône pour réaliser pour la première fois un diagnostic exhaustif des ressources d'un territoire dans le cadre des évaluations écosystémiques par approche système (Argüello, 2019). L'approche cible le maintien des fonctions et services écosystémiques et implique la prise en compte politique et économique de l'intensité de l'utilisation des ressources et l'état de santé des écosystèmes. Cela est essentiel pour établir des liens plus solides entre les institutions et les ressources écologiques avec, par exemple, des répercussions sur la gestion des terres (Haines-Young *et al.*, 2006) et le maintien de la qualité et de l'intégrité des stocks de ressources.

L'intérêt stratégique des comptes est d'évaluer l'état des ressources et de la consommation de capital écologique à travers le prisme de la santé de l'écosystème (Rapport *et al.*, 1998). La dégradation des écosystèmes est considérée comme une perte de la valeur écologique des actifs des écosystèmes. La valeur écologique diffère de la valeur économique car elle prend en compte la résilience des fonctions des écosystèmes et non seulement les gains monétaires fournis par les services écosystémiques. Bien que la valeur économique puisse être mesurée au moyen des prix observés du marché, il n'existe aucune mesure de la valeur écologique (Weber, 2018).

Pour établir une comptabilité de la valeur écologique mesurée physiquement, la méthode CECN combine des mesures quantitatives (*e.g.* m³ d'eau) et qualitatives (*e.g.* indicateurs de santé) sur trois composantes de base : le carbone de l'écosystème (ou biocarbone), les ressources en eau, les services fonctionnels de l'infrastructure écosystémique, y compris la biodiversité. Elles sont analysées par unité écosystémique définie par l'occupation du sol, qui est la quatrième composante thématique, à vocation transversale (**Figure 1**). À partir de là, la méthode CECN permet l'intégration interne des comptes à l'aide d'une unité équivalente pour mesurer la valeur ou le potentiel écologique, appelé l'Unité de Capabilité de l'Écosystème (Weber, 2014). Cette métrique commune permet d'évaluer l'état des écosystèmes et d'estimer leur dégradation ou amélioration.

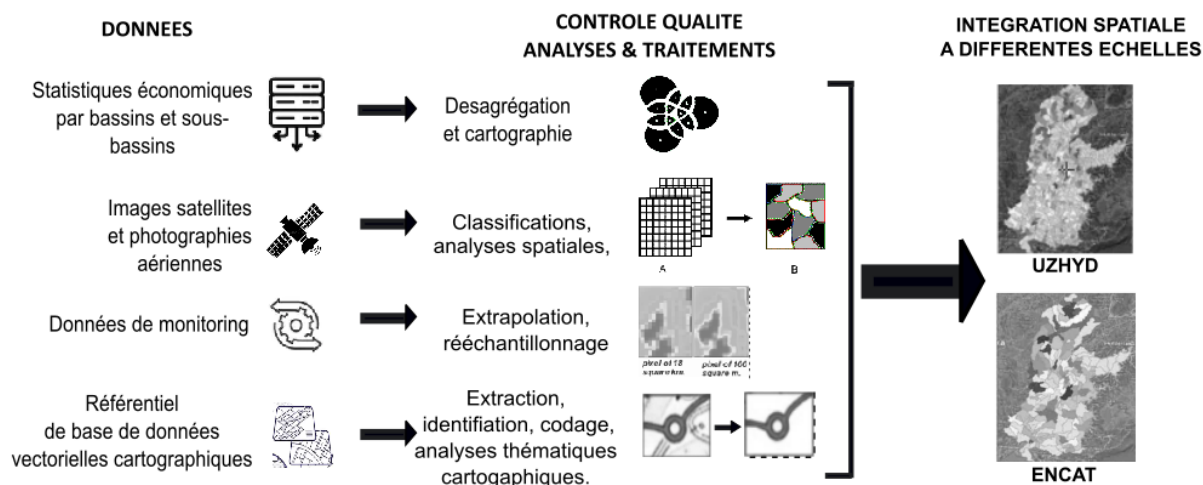


Les comptes décrivent la façon dont les stocks de ressources évoluent au fil du temps pour déterminer les tendances. Ils sont constitués de trois composantes thématiques : carbone, ressource en eau et services fonctionnels des infrastructures écologiques. Ils s'articulent autour du cadre de la couverture des terres et de l'étendue des rivières qui servent également à définir les unités statistiques de la comptabilité. L'infrastructure de données est basée sur la caractérisation géographique des écosystèmes terrestres et des rivières. Des tableaux quantitatifs enregistrent les stocks et les flux pour mesurer la ressource accessible sans épuisement et la comparent à l'utilisation totale au travers de l'indice d'utilisation soutenable.

Pour chaque compte, des éléments qualitatifs sont utilisés pour faire le diagnostic de la santé de l'écosystème, résumés dans un indice. Les indices d'utilisation soutenable et de santé de l'écosystème permettent d'intégrer les comptes thématiques et sont combinés pour produire une mesure de la valeur unitaire écologique moyenne, exprimée en Unités de Capacité de l'Écosystème (Ecological Capability Unit) pour chaque catégorie d'écosystème analysée (terres agricoles, pâturages, forêts, etc.) (cf. Weber 2014). Étant exprimées dans une même unité, les ressources de chaque compte thématique peuvent être additionnées/agrégées afin de calculer la valeur du capital écologique, exprimée en Capabilité Totale de l'Ecosystème, le CTE. Une perte de CTE signifie dégradation de l'écosystème et création d'une dette écologique. (Note : pour les unités statistiques et géographiques, cf. texte et Figure 2).

Figure 1 : Les Comptes Écosystémiques du Capital Naturel (CECN) : les principales composantes.

La mise en œuvre de la méthode CECN nécessite une collecte, une assimilation et une intégration importante de données, y compris des données provenant d'observations satellitaires ou d'autres sources d'images, des données pédologiques, météorologiques, hydrologiques, de statistiques agricoles et forestières, des données issues de la surveillance de la biodiversité, ou encore de recensements démographiques ou de registres administratifs. Les étapes et les productions intermédiaires dans les comptes thématiques sont représentées dans la **Figure 2**.



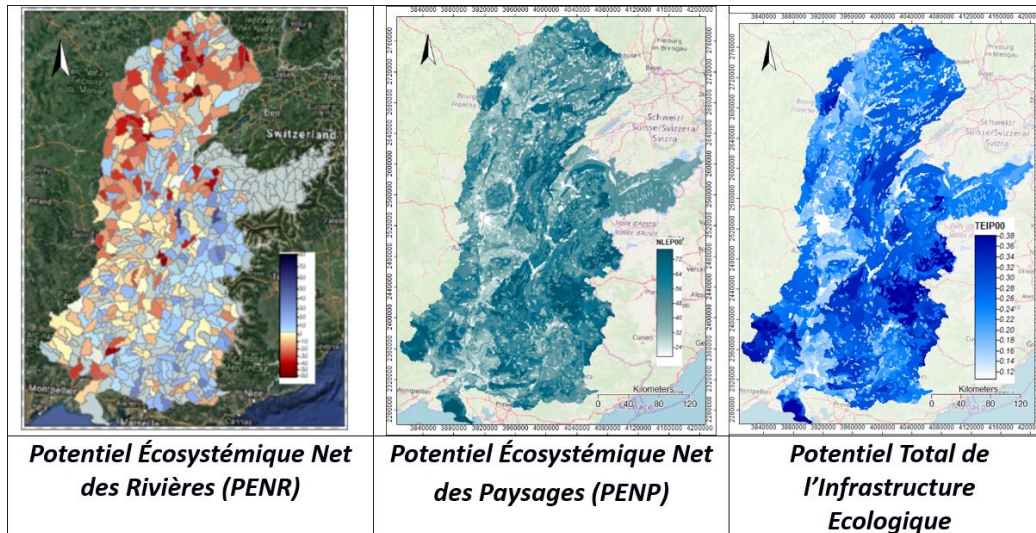
Les comptes thématiques sont mesurés à l'aide de données statistiques et géographiques, qui sont intégrées dans une unité spatiale commune à l'échelle du paysage, l'unité paysagère socio-écologique (SELU : Socio-Ecological Landscape Unit). Les SELUs sont des unités statistiques – géographiques de l'écosystème correspondant à la combinaison des Types Dominants de Couverture des Terres (TDCT) et des propriétés physiques afférentes. Par exemple, en prenant en compte les limites des sous-bassins versants, les TDCT sont illustrés ici à deux échelles : les UZHYD et les ENCAT. Les Unités Zones Hydrologiques (UZHYD) dans le sens des spécifications de la base de données Carthage, la zone hydrographique (ZHYD) est ainsi l'élément le plus fin de la partition du territoire en bassins versants hydrographiques. Les ENCAT sont des agrégations des unités hydrologiques UZHYD à l'échelle des sous-bassins versants. Un exemple concret pour les UZHYD est présenté dans la Figure 3 (carte de gauche).

Figure 2 : Intégrations et traitements généraux de données géographiques dans la méthode CECN du bassin versant du Rhône.

Elles sont résumées comme suit :

- (1) La collecte de données relatives aux infrastructures de l'information géographique, nécessaires à la mise en œuvre de la méthode CECN : délimitation des sous-bassins versants, reliefs, rivières, routes, limites administratives ;
- (2) La collecte de statistiques socio-économiques et environnementales, de données sur la couverture des terres (l'occupation des sols définie par la nomenclature *Corine Land Cover* et répertoriée par types de couverture ou *Dominant Land Cover Types*), sur le biocarbone (mesuré pour l'ensemble de la couverture végétale et le carbone du sol), sur les ressources en eau et sur les infrastructures écologiques ;
- (3) Les calculs et éditions des tables comptables issus de l'extraction d'informations de la base de données spatiales ;
- (4) La création des rapports cartographiques pour chaque composante et leur intégration dans des indexes d'analyses spatiales d'ordre intermédiaire (**Figure 3**). Les traitements doivent notamment permettre d'agréger les résultats au niveau de sous-unités naturelles prédéfinies (**Figure 2**) ;
- (5) L'établissement de l'ampleur des changements dans les valeurs de l'état écologique (tableaux, graphiques et cartes) et identification des zones critiques (**Figure 3**) ;
- (6) La production d'un bilan intégré de la « *capabilité* » (ou *potentiel*) des écosystèmes dans une unité commune, l'ECU. Les indices d'utilisation soutenable et de santé des écosystèmes sont combinés pour obtenir la valeur unitaire écologique de chaque composante, puis la moyenne de l'ensemble des valeurs unitaires par composante est calculée. Le résultat est

multiplié par les ressources accessibles de chaque composante pour calculer la Capacité Totale de l'Écosystème et son changement.



Ces indicateurs synthétiques sont établis à partir d'autres intermédiaires qui mesurent ou évaluent la fragmentation, la conservation des aires protégées et des éléments d'artificialisation pour le PENP ou de qualité de l'eau pour le PENR. Par exemple, on peut noter des diminutions de PENR et de PENP dans des zones des bassins de la Saône et du Rhône, ainsi que de certains de leurs affluents. Ces indicateurs intermédiaires sont assemblés pour déterminer l'intégrité biophysique des écosystèmes, exprimée en tant que Potentiel Total de l'Infrastructure Écologique.

Figure 3 : PENR et PENP, indicateurs synthétiques du potentiel de l'infrastructure écosystémique à maintenir ses fonctions et à fournir des services.

En conclusion, ce qui précède indique que le choix de la méthodologie CECN dans le champ très divers des évaluations environnementales a été guidé par les critères suivants :

- la CECN est une application des comptes physiques du Système de comptabilité environnementale et économique (SCEE) de l'ONU sur les écosystèmes qu'elle complète sur le plan technique par la définition d'un cadre comptable formel et qui a été adopté par la Convention sur la Diversité Biologique (Weber, 2014) ;
- considérant la soutenabilité écologique, la mise en œuvre d'un cadre comptable intégré validé conceptuellement est nécessaire tant à la production régulière qu'à l'interprétation d'un nombre significatif d'indicateurs ;
- la CECN privilégie, contrairement à d'autres méthodologies qui tablent sur la valorisation monétaire de l'environnement (notamment la monétisation des services écosystémiques), la mesure de la robustesse et de la résilience des systèmes socio-écologiques et définit pour cela une métrique de valeur écologique pour mesurer la dégradation écosystémique. Ceci permet de préciser les intensités, les formes et l'étendue des dégradations écosystémiques, ces dernières étant évaluées en référence à une valeur-cible biophysique (l'ECU) à ne pas dépasser (Weber, 2014 ; Argüello, 2019). En cela, la CECN cible la soutenabilité forte.

3.2 Présentation synthétique du modèle d'observatoire OSAGE

Pour prendre un exemple d'actualité dans la crise sanitaire mondiale de 2020, nous pouvons remarquer que le concept d'observatoire scientifique en appui à la gestion de la Santé sur un



territoire (OSAGE-S) dans le Sud-Est asiatique (Fargette *et al.*, 2015) est fondé sur une réflexion multidisciplinaire (biologistes, médecins, épidémiologistes, modélisateurs, écologues, géographes, informaticiens) et systémique (fonctionnement de type écologique, de type organisation de société et de tous les niveaux d'imbrication des interactions adaptatives ou stabilisatrices des relations Société-Milieu). Sa description s'appuie sur une modélisation objet construite grâce au formalisme objet et au langage UML (Unified Modeling Language). Ce formalisme représente les systèmes analysés grâce aux concepts d'objet, de classe et de relations. Cette modélisation s'applique dans le cas général d'OSAGE à des éco-socio-systèmes complexes desquels naissent des projections de l'activité systémique sur un espace géographique déterminé. En particulier, les notions de Territoire vécu et de Territoire service (à côté de celle de pathosystème et de système de santé) complètent, dans le cas de OSAGE-S, cette approche géographique (Fargette *et al.*, 2015).

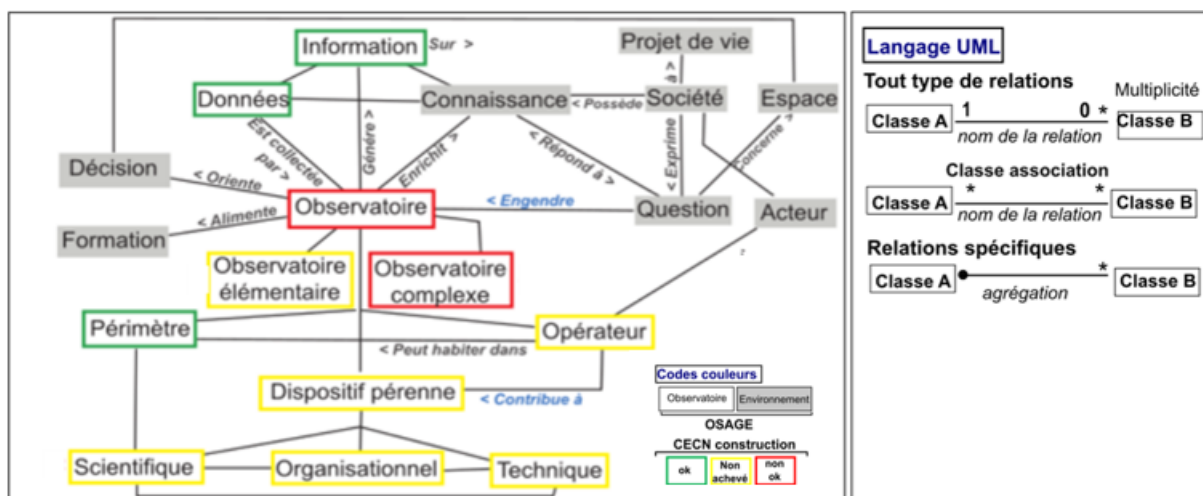
Le dispositif scientifique de l'observatoire OSAGE peut accomplir deux types d'activité : « recherche » ou « suivi », selon l'état des connaissances relatives à la question posée et le modèle systémique retenu. Au début du processus, la question de société est traduite en question scientifique afin de pourvoir, en fin de processus, les gestionnaires de territoires en données provenant de tous les dispositifs qui soutiennent l'observatoire, et de donner des repères pour la prise de décision. Entre-temps se déploient les activités de recherche et/ou de suivi nécessaires (Figures 2 et 3 *in* Loireau *et al.*, 2017).

OSAGE se compose non seulement du dispositif scientifique, mais aussi des dispositifs techniques et organisationnels nécessaires au bon fonctionnement d'un observatoire. De leur intégration dépendent la qualité, la pertinence, la robustesse de la production de l'observatoire, son opérationnalité et sa pérennité (Figure 2 *in* Loireau *et al.*, 2017). « 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 lors que ces trois dispositifs sont définis, l'observatoire entre en activité ; il est dans la phase adulte de son cycle de vie » (Loireau *et al.*, 2017). Le modèle logique général de la vision abstraite d'OSAGE (Loireau *et al.*, 2017) constitue la trame de la Figure 4.

Enfin, l'observatoire OSAGE est un système opérant dans la mesure où il prend en charge la réalisation des opérations permettant de collecter des données (donnée brute, résultat direct d'une observation), générer de l'information (donnée élaborée à laquelle un sens et une interprétation ont été donnés), et de manière rétroactive enrichir la connaissance initiale (résultat d'une réflexion sur des données ou informations pour améliorer leurs assimilations et utilisation). Le triptyque donnée (valeur observée), information (valeur interprétée), connaissance (valeur appropriée) est géré au sein de l'observatoire dans un système d'information (Gayte *et al.*, 1997).

IV Approche CECN confrontée à la « vision » de l'observatoire OSAGE

Le cadre OSAGE nous incite, donc, à mieux analyser et appréhender la complexité des éco-socio-systèmes organisés en bassins de vie ou en bassins hydrologiques. L'implication dans l'activité de l'observatoire des trois dimensions (scientifique, organisationnelle et technique) inscrites dans le modèle OSAGE pose les jalons permettant d'élaborer les contours de l'observatoire CECN sur le bassin versant du Rhône côté français (*Figure 4, Annexe 1 et Tableau 1*).



Le code couleur indiqué en légende (vert = validé et en adéquation, jaune = en construction, rouge = en réflexion) permet de rendre compte du niveau de conformité de l'observatoire CECN avec les éléments du modèle conceptuel OSAGE, en l'état actuel.

Le dispositif scientifique défini pour OSAGE accomplit des séquences de recherche ou de suivi qui débutent avec des valeurs observées, analysées, puis interprétées pour répondre à des questions scientifiques, elles-mêmes provenant d'une question de société. Le dispositif technique OSAGE apporte une vision modulaire des relations objet entre les processus d'acquisition, de création de connaissances, de données-métadonnées, et de réalisation des protocoles de traitement des données. Le dispositif organisationnel OSAGE, composé du triptyque « fonctions, compétences, opérateurs », est structuré par ses services de production, de régulation, de coordination et de formation (« transfert ») (Adapté de Loireau *et al.*, 2017, Figures 2, 3, 5 et 6).

Figure 4 : Le modèle OSAGE, un cadre approprié pour préfigurer un observatoire CECN du bassin versant du Rhône.

La **Figure 4** illustre l'état d'avancement des modules d'un observatoire CECN encore à construire et à pérenniser.

Ainsi le diptyque données-informations peut être considéré comme validé, dans la mesure où celles-ci, constituant le socle de la méthode CECN, sont complètement et systématiquement documentées (voir aussi partie 4.2). Le périmètre géographique de l'observatoire est également clairement défini, à savoir le bassin versant du Rhône, espace français uniquement. Certaines parties du système définies par OSAGE sont en revanche inabouties à ce stade dans la perspective d'un observatoire CECN. Les trois dispositifs qui composent un observatoire (scientifique, technique, organisationnel) sont encore en gestation dans le cas de la CECN. Par ailleurs, la structure organisationnelle d'un observatoire CECN (observatoire complexe vs réseau d'observatoires élémentaires) n'est pas aisée à trancher. Malgré la volonté partagée d'un observatoire qui fédérerait l'ensemble des dispositifs (observatoire complexe), avec pour mission unique la coordination des activités et la synthèse de l'information issue du suivi des indicateurs, il est possible qu'à ce stade des observatoires élémentaires en réseau constituent la solution la plus opérationnelle : à titre d'exemple, on pourrait ainsi envisager un partage de compétences entre les sous-espaces suisse et français du bassin versant du Rhône. Enfin, il apparaît prématuré de présenter l'approche CECN comme déjà capable d'assurer une séquence suivie uniquement, des séquences recherche - ne serait-ce que dans le choix et l'amélioration des indicateurs utilisés - font également partie des missions d'organisation et d'amélioration du modèle. L'ensemble de ces différents points est plus largement commenté et illustré ci-après dans les parties 4.1 et 4.2.



Pour définir une stratégie à la création d'un observatoire centré sur les ressources - capital écologique territorial - selon le modèle abstrait OSAGE, une synergie de compétences pluridisciplinaires (géographie, agronomie, écologie, informatique, et SHS plus largement) est appelée afin de repenser et de structurer la méthodologie CECN appliquée au bassin versant du Rhône. Dans ce qui suit, nous présentons le projet d'observatoire et faisons une synthèse des obstacles à surmonter pour en tirer des perspectives d'amélioration.

4.1 Analyses et discussions sur un projet d'observatoire CECN à l'échelle du bassin versant du Rhône côté français.

La démarche et les étapes de la création d'un observatoire des ressources territoriales et du capital écologique du bassin versant du Rhône, avec pour finalité la mesure de la dégradation ou de l'amélioration de ce capital écologique au fil du temps, sont présentées dans les *Tableaux 1 et 2*.

Tout d'abord, le Tableau 1 formule selon la grille de lecture OSAGE et donc sous l'angle des trois dispositifs (Scientifique, Technique, Organisationnel) ce que seraient les grandes lignes d'un observatoire CECN du bassin versant du Rhône.

Ensuite, le Tableau 2 présente, toujours sous l'angle des trois dispositifs (Scientifique, Technique et Organisationnel), des éléments fonctionnels sur les données et les informations permettant d'esquisser les premiers contours opérationnels de cet observatoire.

Sur cette base, nous allons présenter et argumenter ci-après le projet d'un observatoire thématique territorial s'inspirant du modèle théorique d'observatoire OSAGE pour transformer et transposer l'outil comptable CECN en dispositif d'appui à la gestion des ressources en système multi-acteurs.

La démarche CECN est en capacité scientifique, technique et organisationnelle de contribuer à mettre en place et de coordonner un dispositif pérenne de type OSAGE en appui à la gestion du territoire. OSAGE aide à modéliser de manière formelle (institutionnelle, scientifique et technique) un observatoire opérationnel. Un enjeu majeur du territoire est de disposer d'un outil de suivi en continu de l'état du capital écologique en termes de gestion des ressources spécifiques du territoire. Le cadre comptable CECN comporte des atouts dans la mesure où il mobilise sur une base annuelle des données couvrant plusieurs domaines/secteurs et une diversité de systèmes d'observation et d'analyse qui sont complémentaires, mais aussi d'acteurs et de plateformes ancrés dans le territoire.

Tableau 1 : Analyse comparée des capacités scientifiques OSAGE et CECN

Dispositif et objectifs généraux	Capacités d'OSAGE	Capacités de la CECN
<i>Scientifique</i> Questions scientifiques, connaissances, périmètre, acteurs.	Le dispositif pérennisé scientifique crée de l'information pour éclairer les processus et documenter la dynamique du système. Phase de construction incluant le cycle de vie des données : réseau d'observatoires, modèles d'observation, d'analyses, de suivi et d'échanges.	Application des comptes physiques sur les écosystèmes définissant le cadre comptable pour mesurer d'une manière exhaustive et pérenne, la dégradation ou l'amélioration des systèmes socio-écologiques. Système intégrateur de données spatiales vecteurs et images, avec le concours de plateformes territoriales (IGN, DATAR, Sandre, DINAMIS...) Les deux types d'activité, recherche ou suivi, peuvent s'organiser en fonction de l'évolution de l'outil (son optimisation) et de son appropriation par des acteurs publics et privés qui assurent son co-développement.

<p>Technique</p> <p>Maîtriser la gestion des processus cumulatifs des données et de construction de la connaissance.</p>	<p>Le dispositif assure des services pour acquérir, stocker, traiter, gérer, et diffuser les données et informations produites. Il donne les moyens aux décideurs de mobiliser cette connaissance.</p> <p>Applications, finalités : typologie d'observatoires et formes d'exploitation et de gestion.</p>	<p>Les métriques proposées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - implique des opérations de récolte de données (ou valeurs observées) et génère de l'information (valeurs interprétées) à partir d'observations et de connaissances, de sources de statistiques et de données de monitoring disponibles ; - est un système d'indicateurs de résultats qui sont agrégés en un indicateur composite et qui correspond à une devise de valeur écologique traduisible en coûts de dégradation non payés. <p>Optimisation de l'outil actuel : fixer des protocoles d'acquisition stables dans le temps, capitaliser les flux de données dans le futur.</p>
<p>Institutionnel/ Organisationnel</p> <p>Organiser la gouvernance de l'observatoire.</p>	<p>Le dispositif permet la distribution des rôles auprès d'acteurs identifiés et mobilisés, et définit :</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) les règles de production, partage et diffusion des données et informations ; (2) des protocoles robustes et rigoureux. 	<p>Présenter l'outil et démontrer des résultats aux décideurs, usagers et autres acteurs du territoire (afin de montrer la puissance de l'outil) et les mettre en réseau constitutif de l'observatoire :</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) accentuer l'appropriation par les acteurs du territoire des indicateurs CECN en tant que système d'information productif et accessible sur un temps long ; (2) expérimenter et développer son utilisation dans la décision territoriale.
<p>Territoire/Société</p> <p>Les ressources territoriales : sécurité, accès équitable, gestion à long terme.</p>	<p>Les données et informations territoriales servent à des arbitrages dans la prise de décisions et les compromis de gestion.</p>	<p>Ancrer l'observatoire dans le système décisionnel proprement dit et la gouvernance du territoire avec objectifs principaux une gestion soutenable des ressources, l'accès des populations à des ressources vitales et aménagement évolutif/adaptatif du territoire.</p>

Le Tableau 1 appelle quatre premiers commentaires :

- si la méthodologie CECN apparaît conceptuellement cohérente et techniquement opérationnelle, l'outil reste à mettre à l'épreuve des usagers afin de bénéficier de leur propre source de données et expertise (**Tableau 2**) ;
- L'activité de coordination est contenue dans le dispositif scientifique autant que dans le dispositif organisationnel. À terme, il est nécessaire d'en faire des éléments distincts et déterminer comment ils interagissent ;
- au-delà des guides et orientations contenus dans la vision OSAGE, il est important de continuer à questionner l'outil CECN (notamment certains jeux d'indicateurs ou indices) en fonction des objectifs recherchés, afin de préciser la nature des activités de l'observatoire (**Tableau 2**) ;
- la CECN étant une démarche ascendante (*bottom-up*), son optimisation implique des étapes recherche dans certains champs d'activité (**Tableau 2**) afin de pérenniser le travail de l'observatoire, notamment en assurant des recherches concernant l'accès et l'analyse des séries chronologiques de données et la mise en place de systèmes de bases de données et des informations/connaissances intégrées.

Les dispositifs scientifiques, techniques et institutionnels de l'observatoire en tant que système d'information en appui à la gestion du territoire sont esquissés (**Tableau 2**). L'ensemble repose sur la connaissance de tous types d'acteurs. Le territoire modèle est le bassin versant du Rhône qui se caractérise par la diversité des ressources attendues, la multifonctionnalité de ses écosystèmes. La

CECN favorise la co-production et le partage de l'information pour l'ensemble des acteurs-usagers/organisations/structures du territoire.

Tableau 2 : Compétences et fonctions identifiées de l'observatoire CECN du bassin versant du Rhône vu par le modèle OSAGE.

Dispositif/ Thème	Scientifique	Technique	Organisationnel
Données	<p>Réaliser un prototype fonctionnel, mais qui est encore lacunaire dans la précision et la continuité des données ; il reste donc à perfectionner.</p> <p>Améliorer certaines données, certains protocoles et indicateurs (par ex., biocarbone, et consommation en eau).</p>	<p>Construire l'architecture du prototype : serveur de données spatiales PostGIS/PostgreSQL et calculateur Excel.</p> <p>Organiser le cycle de vie des données : nature des données, extraction, périodes considérées, modalités de stockage, partage des données géospatiales (géoservices et extractions zonales), degré de précision et fiabilité (qualité, continuité spatio-temporelle, échelle de restitution/représentation) et qualité d'analyses (collecte, structuration, organisation, agencement, formes).</p> <p>Rendre le système de base de données de type SGBD opérant. Stocker les données et faire converger les contenus des différentes plateformes.</p>	<p>Harmoniser et coordonner la collecte de données, la structuration, la mise en base, le stockage, les mises à jour, l'évaluation et l'évolution des ressources données en images, vecteurs et statistiques.</p> <p>Coordonner les acteurs décisionnels, comme le Plan ressources pour la France et le système de données géographiques souveraines en territoire.</p>
Informations	<p>Rendre annuellement les comptes écosystémiques du territoire Bassin versant du Rhône et élaborer la communication politique, économique et sociétale.</p>	<p>Afficher, visionner, interroger, représenter et synthétiser en résultats les informations.</p>	<p>Introduire des mécanismes d'évaluation, de compensation, de régulation.</p> <p>Identifier les partenaires institutionnels/techniques/financiers/scientifiques à mobiliser.</p> <p>Recherche de crédits pour la réalisation de l'observatoire.</p>

<p>Observatoire</p>	<p>Inventorier les informations diffusables.</p> <p>Répondre aux questions scientifiques par le porter-à-connaissance de la CECN (géovisualisation de thèmes spatio-temporels de flux et de stock des comptes de ressources).</p> <p>Définir et proposer es fonctions de production scientifique (conception, réalisation, maintenance, évaluation) assurées par un opérateur unanime et robuste.</p>	<p>Visualiser des analyses et émettre des synthèses de résultats.</p> <p>Choisir des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage en fonction de l'architecture du projet (selon les composantes scientifiques, techniques et organisationnelles).</p> <p>Produire un rapport éditable et historiser les métadonnées.</p> <p>Définir et élaborer les fonctions de partage et de diffusion des données reposant sur un dispositif technique WebSIG : services Web interopérables ayant notamment vocation à standardiser les différents échanges selon les normes techniques en vigueur (WFS, WMS, WMTS, ...).</p>	<p>Définir la fréquence de mise à jour des données disponibles à court et moyen terme.</p> <p>Prévoir des partenariats et des conventions. Formes, durées, champs de validité juridique. Ex. : IGN, DINAMIS.</p> <p>DREAL, Agence de l'Eau (France) et OFEV (Suisse),</p> <p>Rôle clé du maître d'œuvre pour assurer les fonctions majeures internes (coordination, adaptation, régulation, pérennisation) et les fonctions de communication.</p>
----------------------------	---	---	---

Il ressort des éléments précédents (*Tableaux 1 et 2*) une certaine conformité structurelle de l'outil CECN au modèle OSAGE, dans lequel nous nous sommes imaginés afin de tester certains « points d'intérêt » à un niveau national de prime abord. L'état d'avancement fonctionnel du projet d'observatoire CECN se décompose selon les trois dispositifs du modèle OSAGE (*Figure 4*).

En partant de cette analyse par objectifs et par fonctions, mais aussi par les questions soulevées par l'analyse des trois dispositifs structurants (scientifique, technique, organisationnel), il apparaît à ce stade important d'identifier des partenariats potentiels afin de faciliter la co-construction du projet d'observatoire des ressources territoriales à l'échelle du bassin versant du Rhône côté français. Cette réflexion sur le potentiel évolutif vers un observatoire CECN doit permettre d'offrir à terme des missions de services publics et parapublics, ainsi que des outils, y compris sur les données spatialisées, à vocation de recherche et d'expertise.

De façon hiérarchisée, nous pourrions proposer des rôles d'organisation et de coordination aux organismes partenaires suivants, selon leur structure d'appartenance et en fonction du type de contribution envisageable :

- Un Centre d'Expertise Scientifique (CES) pourrait émaner du labex Géosud THEIA, afin de bénéficier d'expertise en imageries satellitaires, visant à terme un catalogage auprès de l'infrastructure Data Terra qui regroupe quatre pôles de données (océans, atmosphère, terre interne, surfaces et interfaces continentales).
- Ce partenariat pourrait être complété par un appel d'offres via le programme COPERNICUS, ce qui pourrait se justifier par la montée d'intérêt pour les compétences géospatiales à échelle internationale, avec la partie bassin versant du Rhône côté Suisse.
- L'OHM vallée du Rhône, issu du réseau des zones ateliers (Institut Écologie et Environnement du CNRS) et intégré au labex DRIIHM, pourrait également constituer un appui, même s'il ne couvre pas la totalité du bassin versant du Rhône. L'expérience de cet



OHM en particulier serait très utile pour se forger des principes de cohérence et de structuration, de fonctionnement, de gestion et d'échanges avec les acteurs locaux des territoires (associations, fédérations, syndicats œuvrant sur contrats, mairies, ainsi que l'ensemble du maillage des industries et des entreprises de manière générale).

Cette analyse du paysage des partenaires potentiels est importante car elle permet d'imaginer le contour du réseau partenarial dans le cadre du projet d'observatoire et, à partir de leur mobilisation concrète, de préciser l'aspect combinatoire de l'observatoire entre sa composition complexe et celle élémentaire.

Ainsi, la transversalité thématique de la CECN permettrait de concentrer en un observatoire complexe les dispositifs constitutifs du modèle OSAGE et de fédérer contributeurs et usagers. Le réseau est à la fois coordonné et contraint par le cadre comptable et par le protocole organisationnel de l'observatoire dans la définition des besoins en données, leur collecte et synthèse, la production de l'information autour des indicateurs et l'articulation des dispositifs scientifiques, techniques et opérationnels.

À défaut d'une adhésion suffisante des partenaires pressentis à ce mode d'organisation, l'alternative consisterait à profiter de la transversalité thématique de la CECN pour structurer en réseau d'observatoires élémentaires les compétences et les acquis de chaque composante de la stratégie régionale eau-air-sol de l'État (partie 2.4) et s'articuler autour d'autres partenaires potentiels (*cf.* ci-dessus). C'est un exemple, parmi d'autres, d'amorçage d'un tel réseau.

En l'état actuel des considérations de ce projet d'observatoire CECN, il est important de procéder dans ce qui suit à une analyse critique des contraintes actuelles qui limitent la capacité de l'outil informationnel CECN de suivre les dynamiques spatiales et temporelles d'un territoire en termes socio-écologiques, la mise en réseau des divers acteurs, l'évaluation des actions et projets mis en œuvre et *in fine* la compréhension des processus à l'œuvre en contexte.

4.2 Obstacles actuels au développement et à la mise en place d'un observatoire CECN Rhône

En partant des perspectives dégagées ci-dessus, il subsiste encore deux catégories d'obstacles à ce stade du projet. La première est intrinsèque au système de données CECN, tandis que la deuxième découle des contraintes CECN-OSAGE, contraintes illustrées dans la **Figure 4 et le Tableau 1**.

4.2.1 Les obstacles provenant intrinsèquement du système de données CECN

Concernant le système de données sur lequel repose la CECN, les difficultés expérimentales rencontrées dans la production des comptes du bassin versant du Rhône sont présentées ci-après et résumées dans le **Tableau 3**. Il existe des lacunes et une hétérogénéité importante dans la production des données (collecte, accès, traitement - et en particulier la rareté des séries chronologiques et/ou des données géographiquement localisées), et des incohérences dans les échelles de restitution et dans la qualité des statistiques sur lesquelles repose la mesure de l'état physique des écosystèmes. Malgré la multiplication du nombre de mesures physiques facilitée par l'expansion continue des données satellitaires et géospatiales, les efforts structurants sont encore au stade exploratoire de l'évaluation du potentiel des données de télédétection pour élaborer des données quantitatives socio-économiques. C'est le cas à la fois au niveau (i) international (*cf.* rapport du Earth Observations, United Nations, 2017), groupe de travail mondial sur les grandes données et ses lignes directrices ou les programmes Landsat et Copernicus de l'ESA et (ii) national⁴ pour coordonner et intégrer des producteurs primaires de données géographiques géoréférencées. Ainsi, le travail se concentre encore sur l'élaboration d'un cadre méthodologique et d'un système de référence (INSEE, 2016). Parallèlement, des difficultés persistent dans la production et l'accès à d'autres

4 *cf.* la plate-forme IGN : <https://www.geoportail.gouv.fr/>

types de données qui devraient faire l'objet d'une cartographie statistiquement fine et à large échelle, dans le domaine des eaux continentales de surface et souterraines, des sols (biocarbone), de la biodiversité, de l'agriculture et des variables socio-économiques associées.

Tableau 3 : Synthèse des obstacles rencontrés lors de la production des comptes écosystémiques (CECN) sur le bassin versant du Rhône à la lumière du modèle OSAGE.

Catégories et types d'obstacles	Couverture et usage des terres	Compte du bio-carbone	Compte de l'eau et des rivières (1)	Compte de l'infrastructure écologique et indicateurs synthétiques	Score par type d'obstacle (fréquence)
Analyse des stocks et des flux, définition des entités spatiales					
Regroupement des classes de couverture des terres	X				1
Gestion des catégories de stocks et flux	X				1
Recoupement des classes de flux et de végétation	X				1
Définition des unités spatiales	X		X	(X)	3
Gestion des sources de données					
Limites des données satellitaires		X	X	X	3
Accessibilité des données		X	X	X(X)	3
Absence de séries temporelles		X	X	X(X)	4
Données incomplètes et qualité des données	X	X	X	X(X)	5
Disparité des producteurs de données		X			1
Hétérogénéité des données		X	X	X	3
Problèmes d'échelle et d'interopérabilité		X	X	X	3
Les outils/instruments analytiques					
Hétérogénéité des outils logiciels et des traitements	X	X	X	X	4
Erreurs de traitements		X			1
Critères d'évaluation et modèles statistiques – indicateurs et indices			X	X	2
Hypothèses et éléments de normalisation		X	X	X	3
Score (nombre d'obstacles) par catégorie de compte	6	10	10	13	

Les obstacles ont été classés en trois catégories et déclinés par chaque type de compte : couverture et usage des terres, biocarbone, eau et rivières et infrastructures écologiques. Le symbole "X" indique la présence d'obstacles dans la production des comptes. Le score final par colonne permet de classer les comptes en fonction des difficultés techniques rencontrées. Lorsque X est entre parenthèses (X), l'impact de l'obstacle est indirect. X(X) indique une combinaison d'impacts directs et indirects. La note (1) indique que les données pour les comptes de l'eau se sont avérées assez abondantes et de bonne qualité, mais des problèmes ont été rencontrés concernant l'utilisation, la gestion et la distribution de l'eau.

Cette analyse montre que les principaux obstacles à la production des premiers comptes CECN sont d'origines variées. En premier lieu, certaines sources de données posent encore problème, comme par exemple le suivi régulier de la consommation d'eau par commune, ou bien des indicateurs de la qualité de l'eau qui ne résultent pas de protocoles très homogènes. Par ailleurs, le choix des

données sources (imagerie satellitaire en particulier) et les traitements par statistiques spatiales qui en dérivent, peuvent sensiblement influencer sur les résultats. Enfin, une couverture plus homogène de la disponibilité des ressources géonumériques dans l'espace serait aussi un point d'amélioration. Côté sols, les données libres et généralisables du biocarbone sont peu courantes et l'INRAE reste incontournable dans ce domaine.

Sur cette base d'analyse, une recommandation générale se dégage : le besoin urgent de mettre en œuvre des politiques publiques plus cohérentes et concertées en matière de données (temps, espaces, protocoles, qualité et quantité). En effet, d'importantes contraintes humaines et financières pèsent aujourd'hui sur les différents opérateurs ; les politiques publiques doivent donc œuvrer à une meilleure définition de leurs missions, de leurs modes de financement, de leurs organisations territoriales, ou encore à une gestion moins erratique et davantage réfléchi à long terme des personnels humains.

4.2.2 Les obstacles découlant des contraintes contenues dans le dispositif CECN-OSAGE

Concernant les contraintes découlant des préconisations de structuration de la méthodologie CECN par le modèle OSAGE, il convient de préciser que la CECN s'inscrit dans le cadre d'une volonté d'utilisation de données souveraines, ce qui reste à préciser pour le modèle OSAGE. Dans une perspective internationale, avec la Suisse notamment, cette politique de données souveraines peut alimenter un certain fractionnement de l'information du fait de modes d'acquisition et de gestion établis en parallèle, mais non équivalents, tant au niveau de la granularité spatiale que temporelle de l'information. Une gouvernance multilatérale des données, qui puisse permettre des transversalités et des changements d'échelles sans introduire de biais, devrait donc veiller à rendre opérants les protocoles de constitution et de choix de données, jusqu'aux détails de leurs formats (y compris extensions de fichiers) et de leurs modalités d'échanges. Également, il convient de bien définir les critères de souveraineté et de rendre pérennes dans la durée des protocoles d'acquisition, de collecte, de stockage, de distribution, d'archivage des données, en veillant au respect des périodicités. C'est à ce prix qu'il sera possible de s'affranchir en partie des problèmes de politiques publiques nationales relatives aux données, de mieux prendre en compte les besoins et les demandes, les pratiques conventionnées entre et au sein des services publics et parapublics.

À terme, en levant les obstacles présentés ci-dessus, l'ambition est de présenter un modèle optimisé de diagnostic du capital écologique porté par un observatoire dont le périmètre écosystémique, biophysique et socioéconomique serait international (France et Suisse). Son objectif global est de viser une soutenabilité forte, avec une politique publique des données « top-down », enrichies par des plateformes participatives à rayonnement fédéral et régional relevant de différents acteurs à mettre en accord protocolaire (**Figure 5**). Plateforme et protocoles seront essentiels à la mutualisation des connaissances des différents acteurs, à la recherche de consensus nécessaires pour l'action et une prise de décision informée par la démarche scientifique.

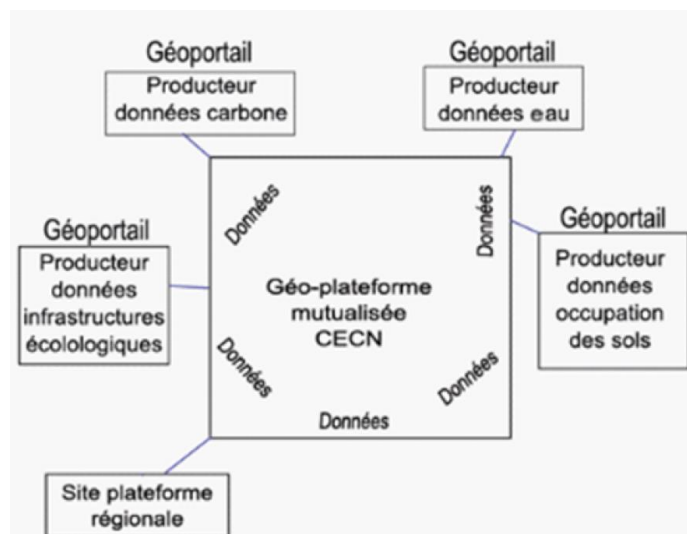


Figure 5. Schématisation d'un modèle multiplateforme mutualisable vers un projet d'observatoire des ressources naturelles territoriales. (D'après « Plateformes fédérées et mutualisées du rapport données souveraines », Faure-Muntian 2018)

V Conclusion

Nous avons tenté de démontrer dans ce travail que la méthode et l'outil CECN répondent à des besoins que réunissent le Plan ressources pour la France, la Stratégie eau-air-sol de l'État en région (SGAR, 2020), les stratégies sur les données souveraines et l'existence d'observatoire à visée territoriale sur la problématique transversale des ressources.

Notre travail aborde les enjeux liés au développement de l'observation et de l'évaluation environnementales, qui répondent pour partie à des politiques incitatives mais aussi à des prises de conscience tant institutionnelles que citoyennes. Cette contribution arrive à un moment charnière où commence à se déployer en France une panoplie de stratégies et d'outils visant une sauvegarde de la sécurité et de la souveraineté nationale sur les ressources territoriales et une utilisation plus efficace de ces ressources. Notre démarche anticipe cette évolution et propose un travail d'optimisation de l'outil CECN à l'aide du modèle d'OSAGE et ses trois dispositifs structurants (scientifique, technique, organisationnel). La mise en œuvre d'un observatoire des ressources territoriales appelle quelques commentaires et mises en perspective.

L'approche système des comptes écosystémiques (CECN) permet d'appréhender la problématique des externalités pour l'ensemble des ressources primaires : les sols, l'eau et le biocarbone, associés aux infrastructures et à la diversité écologique à toutes les échelles. Ces ressources sont régénérables mais épuisables, et elles sont essentiellement non-délocalisables, et non-substituables. La comptabilité écosystémique intègre cet ensemble de ressources données afin de mieux structurer les politiques publiques et privées dans la gestion intégrée de ces ressources. En cela, la méthodologie CECN s'inscrit dans les interfaces des politiques scientifiques évoquées à la fois par le Plan ressources pour la France et la stratégie nationale sur les données souveraines qui insistent sur la nécessité d'assurer cohérence et articulation des politiques sectorielles.

Une étape importante au moment de développer un observatoire sur le capital écologique territorial est de comparer en termes de plus-value la démarche proposée à d'autres dispositifs qui opèrent en tant que zones ateliers pour évaluer des systèmes socio-écologiques (Bretagnolle *et al.*, 2019).



Cette recherche préparatoire permettra également d'approfondir l'apport du modèle OSAGE à la méthodologie CECN. Il s'agit de s'appropriier le cadre structurant OSAGE afin de développer une meilleure opérationnalité, et ce à deux niveaux :

- (1) par une précision accrue des données, une meilleure complétude et un accès facilité aux données collectées par l'observatoire, notamment la façon dont peut se les approprier la société. En attendant que des accords sur les politiques de données deviennent effectifs, il est important d'aller de l'avant dans la mise sur pied de l'observatoire CECN en œuvrant - via le partage et la concertation - à rendre plus cohérents et opérationnels les protocoles d'acquisition, de production, de gestion, de stockage et de distribution de l'information géographique selon l'information géographique recherchée.
- (2) par une mise en situation et évaluation de la cohérence des politiques aux niveaux européen, national et régional. Par exemple, nous savons par expérience que les jeux de données proposées à petite échelle géographique (au-delà du 1/100 000ème) comportent souvent des imprécisions (y compris sous forme vectorielle), et que leurs protocoles d'acquisition et de restitution ne sont pas toujours transposables aux échelles nationales ou régionales. Anticiper ces difficultés permettrait d'assurer à la fois les continuités spatio-temporelles des séries de données géographiques utilisées, l'homogénéité des résolutions spatiales des formats de données raster ou images utilisées, mais aussi des formats et extensions de fichiers disponibles, ainsi que les prévisions de changement de protocoles d'acquisition et de collecte de données. Comme exemple abouti de jeu de données homogènes l'on peut se référer aux données produites dans le programme Copernicus du projet geoland2, démarré le 1^{er} septembre 2008, et qui couvrent « un large éventail de domaines parmi lesquels l'utilisation du sol, la qualité et la disponibilité de l'eau, l'aménagement du territoire, la gestion des forêts, le stockage du carbone »⁵

En résumé, à travers l'observatoire CECN proposé et la politique de données souveraines se posent ainsi la question des protocoles de construction et d'échanges de données, concernant - au niveau national et européen - les différentes catégories d'utilisateurs : scientifiques (enseignement-recherche public et privé), techniques (topographie, métrologie, etc.), sociétaux (politiques et citoyens) sur un spectre thématique large.

Pour mettre en place un observatoire CECN du bassin versant du Rhône, et à la vue des éléments présentés, il semble donc important de :

- valoriser l'outil et les résultats CECN en montrant leur puissance auprès des décideurs, usagers et autres acteurs du territoire et, sur cette base, les mobiliser en réseau constitutif de l'observatoire. Comparée aux mesures réglementaires, qu'elle n'exclut pas, la CECN présente l'avantage pour les acteurs en territoire d'une plus grande flexibilité dans l'adaptation aux contraintes bio-géo-physiques et économiques ;
- présenter au réseau ainsi constitué le projet d'observatoire afin de co-construire et suivre les protocoles d'acquisition/collecte, de production, de stockage, de distribution, d'archivage dans la durée et dans le respect des périodicités et avec des normes européennes.

Afin d'atteindre ces objectifs, les futures missions transfrontalières, régionales et nationales doivent donc afficher à la fois leurs volontés et leurs moyens de rapprochements par une coopération scientifique concertée et renforcée entre tous les acteurs de l'eau, des sols, du biocarbone et des infrastructures écologiques. Cette démarche est nécessaire face à la montée en puissance des stratégies du secteur privé en matière d'information⁶ pour la prise de décision en intégrant

5 La plateforme d'accès aux données de l'Agence Spatiale Européenne : <https://www.copernicus.eu/fr/acces-aux-donnees>

6 Exemples : Google Earth engine (<https://developers.google.com/earth-engine/getstarted> et <https://earthengine.google.com/platform/>) ; Mundi (Atos, Thales Alenia Space, DLR et T-Systems): <https://mundiwebservices.com/> ; Sobloo (Airbus, Orange Business Services et Capgemini): <https://sobloo.eu/> ; les avancées



l'évaluation du capital naturel dans la gestion financière. Il s'agit de montrer que ces approches complexes et multidimensionnelles ne sont pas l'apanage des puissances numériques, et que des jeux de données et des outils similaires peuvent répondre à de nombreuses questions qui ciblent d'abord l'intérêt général.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants aux relecteurs qui ont apporté à ce travail davantage de rigueur, de clarté et d'ambition. Ils remercient également Jean-Louis Weber, concepteur de la méthodologie CECN pour ses conseils et contributions tout le long du projet CECN. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une collaboration soutenue par les laboratoires IXXI et EVS à l'ENS de Lyon.

conceptuelles et opérationnelles à l'œuvre dans le secteur privé proposent des plateformes gérées par des opérateurs spécialisés dans la production de données massives, comme Google Earth Engine, ou le réseau européen Earth Intelligence et Planetary Health Intelligence avec 5 plateformes d'exploitation des données Copernicus. Ils permettent la production de bilans géospatialisés à différentes échelles, avec modélisation des stocks et des flux de ressources accessibles en temps quasi-réel, mais essentiellement à but lucratif et pour anticiper des conflits.



Références : bibliographie et internet.

- Argüello Velazquez J.A. (2019). *Implementing Ecosystem Natural Capital Accounting Methodology to the Rhone watershed: the proof-of-concept*, Thesis, sept. 2019, 251 pages.
- Argüello Velazquez J.A., Negrutiu I., Weber J.L. (2018). Evaluations environnementales. Pp 387-391. *Dictionnaire juridique des transitions écologiques*. Dir. A. Van Lang, F. Collart Dutilleul, V. Pironon, Institut Universitaire Varenne, Collection : Transition & Justice Volume 18, 10/2018, 882 pages.
- Bartelmus P. (2009). The cost of natural capital consumption: Accounting for a sustainable world Economy, *Ecological Economics, ScienceDirect*, vol.68, issue 6, 15 April 2009, pages 1850-1857.
- Bonnefoy N. (2015). Séance du Sénat, amendement n° 291 rectifié, principaux dispositifs de la loi n° 2015-992, (13 févr. 2015).
- Bossuet L. (2003). Les observatoires opérationnels sur l'environnement et leur rôle dans les démarches de développement durable *Compte-rendu de colloque de Bardeaux. Natures Sciences Sociétés*, vol. 11, n°2 : pages. 202-205.
- Bretagnolle V., Benoit M., Bonnefond M., Breton V., Church J. M., Gaba S., Gilbert D., Gillet F., Glatron S., Guerbois C., Lamouroux N., Lebouvier M., Mazé C., Mouchel J.-M., Ouin A., Pays O., Piscart C., Ragueneau O., Servain S., Spiegelberger T., Fritz H. (2019) : Action-orientated research and framework : insights from the French long-term social-ecological research network. *Ecology and Society*. 24(3) (10.5751/ES-10989- 240310).
- Caldecott B., Howarth N., P. Mc. Sharry (2013). *Stranded assets in agriculture: protecting value from environmental-related risks*. University of Oxford University Press, the Stranded Asset Programme report (U.K).
- Caron P., Valette E. et al (2017). Living territories to transform the world, (Eds. *QUAE*). *Agriculture et collection du Monde*, collection CIRAD, AFD, 017.
- Conseil national de l'information géographique (C.N.I.G.) (2019). <http://cnig.gouv.fr/?p=19806>. Accédé : 2020.
- Dasgupta P. (2010). Nature's role in sustaining economic development. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, vol. 365, 5–11.
- Dérior P. (2012). L'apparence des choses. Analyser les paysages pour comprendre les systèmes territoriaux, Habilitation Diriger des Recherches, E.N.S. de Lyon, 348 pages.
- E-RISC* (2020). Environmental risk integration in sovereign credit analysis: https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/ERISC.pdf.
- Fargette M., Roger Frutos R., Merlin A., Ravel P., Tri Baskoro Tunggal Satoto, Andayani E., Damayanti S., Kister G., Ngu Duy Nghia, Bardie Y., Cornillot E., Devaux C., Moulia C., Gavotte L., Briant L., Chazal N., Libourel T. (2015). Observatoire Scientifique en Appui à la GEstion de la Santé sur un territoire (OSAGE-S). Dynamiques environnementales, *Journal international des géosciences et de l'environnement n°36* p, 58-81.
- Faure-Muntian V. (2018). *Données géographiques souveraines (D.G.S.), rapport au Gouvernement*, juillet 2018. https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/sites/default/files/Rapport_DonneesGeographiquesSouveraines.pdf. Accédé : 2020.
- Gayte O., Libourel, T., Cheylan, J.-P. & Lardon S. (1997). *Conception des Systèmes d'information sur environnement Paris*. Hermès. 153.
- GéoOSR : *Observatoire des Sédiments du Rhône*. page web projet : <http://www.graie.org/osr/spip.php?rubrique10>. Accédé en 2006.
- GouvRhône (2020). *Système d'information sur l'eau SIE du bassin Rhône-Méditerranée : Eau France*. <https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/axe-rhone/gouvernance-franco-suisse-des-eaux-du-bassin-versant-du-rhone>. Accédé : 2020.
- Grandgirard A., Barbier R. (2006). *Les Observatoires de l'eau, des outils au service de l'évaluation ? Dossier 8 : Méthodologies et pratiques territoriales de l'évaluation en matière de développement durable* ; Open édition développement durable et territoire : économie, géographie, politique, droit, sociologie. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.3308>.
- Haines-Young R., Weber J.L. (2006). *Land accounts for Europe 1990–2000. EEA report*, 11, 2006.
- INSEE (2016). *Big Data et statistique publique. Séminaire de Méthodologie Statistique du département des méthodes statistiques*, 30 novembre 2016. <https://www.insee.fr/fr/information/2653115>. Accédé : 2020.
- Jenkins A., Capon A., Negin J., Marais B., Sorrell T., Parkes M., Horwitz P. (2018). *Watersheds in planetary health research and action. The Lancet Planetary Health*, 2(12): e510-e511, DOI: 10.1016/S2542-5196(18)30228-6.



- Loireau M., Fargette M., Desconnets J-C., Mougenot I., Libourel T. (2015). Observatoire Scientifique en Appui à la Gestion du territoire (OSAGE). Entre espaces, temps, milieux, sociétés et informatique, *Conférence Internationale Annuelle SAGEO : Spatial Analysis and Geomatics*, Nov 2014, Grenoble, France. 14 p. multigr.
- Loireau M., Fargette M., Desconnets J-C., Kiari H. (2017). Observatoire scientifique en appui aux gestionnaires de territoire, entre abstraction OSAGE et réalité ROSELT/OSS. *Revue internationale de géomatique* 3, 303-333.
- Mazza L., Bröckl M., Ahvenharju S., Ten Brink P., & Pursula T. (2013). *Natural capital in a Nordic context – Status and challenges in the decade of Biodiversity*. Gaia consulting Oy and the Institute for European Environmental Policy for the Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 115 p.
- Negrutiu I., M Frohlich M., Hamant O. (2020). Flowering Plants in the Anthropocene: A Political Agenda. Feature Review. *Trends in Plant Science*, volume 25, Issue 4, April 2020, pp. 349-368.
- Parkes M.W., Morrison K.E., Bunch M.J., Hallström L.K., Neudoerffer R.C., Venema H.D., Waltner-Toews D. (2010). Towards integrated governance for water, health and social-ecological systems: The watershed governance prism, *Global Environmental Change*, 20(4), pages. 693-704.
- Préfecture Auvergne-Rhône Alpes : *Stratégie Eau-air-sol de l'État en Auvergne Rhône-Alpes (SGAR)* (mars 2020), rapport : http://www.drome.gouv.fr/IMG/pdf/strategie_actions_eau_air_sol.pdf. Accédé : 2020.
- PRF (2017). *Plan ressources pour la France 2017* : <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/plan-ressources-pour-la-france-a1718.html>. Accédé: 2020.
- Rapport D.J., Costanza R., McMichael A.J. (1998): Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 13, issue 10, pp. 397– 402.
- Robert C. (2017). *Comprendre les changements d'utilisation des terres en France pour mieux estimer leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre. De l'observation à la modélisation*. Géographie, Université Paris Denis Diderot, 2017. Français. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01512608>.
- Rotillon G. (2019). *Economie des ressources naturelles*. La Découverte, 128 pages.
- Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M., Biggs R., Carpenter S.R., de Vries W., de Wit C.A., Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G.M., Persson L.M., Ramanathan V., Reyers B., Sörlin S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, *Science*, vol. 347 issue 6223.
- Toulmin C. (2017). Foreword. In: Caron et al, (Eds.), *Living territories to transform the world*. INRA Quae Edition, pp 3-5.
- Rapport UNEP (2014). Managing and Conserving the Natural Resource Base for Sustained Economic and Social Development. *International Resource Panel*, February 7, 2014.
- United Nations (2017). *Earth Observations for Official Statistics Satellite Imagery and Geospatial Data Task Team report*, (5 th December 2017). <http://ceos.org/home-2/satellite-imagery-for-official-statistics/>. Accédé : 2020.
- Vanoli A. (2005) A History of National Accounts, *IOS press*, 544 p.
- Vernier F., Miralles A., Tonneau J.-P. (2017) : Vers un observatoire agro-environnemental des territoires. Un système décisionnel multi-échelle pour le bassin de la Charente. *Revue internationale de géomatique* n° 3/2017, 399-422.
- Weber J.L. (2014) Ecosystem natural capital accounts: a quick start package. *CBD Technical Series No. 77*, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2014, 248 p.
- Weber J.L. (2018). Environmental Accounting, *Environmental Science*, Oxford Research Encyclopedias, 26 February 2018; <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.105>.
- Wikipédia (2017) *Plan de programmation des ressources*. https://fr.wikipedia.org/wiki/Plan_de_programmation_des_ressources. Accédé : 2020.

A Annexe 1 : Les typologies d'observatoires

Les typologies actuelles distinguent trois catégories d'observatoires opérationnels (Bossuet, 2003), par opposition aux observatoires de recherche. Cette typologie répond à la fois à une question d'échelle, mais aussi de thème d'étude (Grandgirard et Barbier, 2006) :

1- L'observatoire centré à l'échelle d'une entité administrative.

2- L'observatoire à l'échelle d'une entité spatiale identifiée.

3- L'observatoire d'un phénomène, visant à résoudre un ou plusieurs problèmes particuliers, non circonscrit à un espace bien délimité.

De façon transversale, quatre grands types de finalités ou d'objectifs (Grandgirard et Barbier, 2006) peuvent également être distingués et classés comme suit, au-delà des catégorisations d'échelles précédentes :

A- « La gestion de données : l'observatoire collecte des données qui sont ensuite structurées à l'intérieur d'une base de données mise à jour régulièrement. Des documents d'information et de synthèse ainsi que des cartes et des graphiques peuvent ainsi être produits ».

B- « L'information : soit en direction du grand public, soit d'un public ciblé. Parmi les produits associés à cet objectif, citons : des données brutes, associées ou non à un SIG, des documents de synthèse ».

C- « L'aide à la décision/l'évaluation : l'objectif est d'appuyer la prise de décision et/ou l'évaluation, notamment à travers des indicateurs réunis le cas échéant dans un tableau de bord ».

D- « Le forum d'échange entre acteurs : l'observatoire a pour vocation de servir de support à un lieu de rencontre et de débat ».

Enfin, on distingue, selon une lecture OSAGE (Loireau *et al.*, 2017), des observatoires complexes et des observatoires élémentaires.

Un observatoire complexe se construit autour d'une question qui donne une vision d'ensemble à partir de laquelle des objectifs et des missions sont précisés et le périmètre et le modèle qui sous-tend son activité scientifique, technique et opérationnelle sont définis. L'ensemble constitue un système d'organisation qui permet de structurer/harmoniser des protocoles de travail et de guider les partenaires en réseau.

Des observatoires élémentaires se caractérisent par un partage des compétences ou des découpages géographiques pour produire données et informations dans un système organisationnel dans lequel harmonisation et coordination doivent faire l'objet d'un protocole ou contrat d'objectif.

En synthèse, en croisant les deux typologies alphanumériques énoncées en début d'annexe, il s'avère que le projet d'observatoire CECN se situerait plutôt entre recherche et opérationnalité, et laisserait le choix entre observatoire complexe ou réseau d'observatoires élémentaires.