



**HAL**  
open science

## Cadre conceptuel pour l'étude de la relation société-milieu : attache et insertion au monde

Maud Loireau, Mireille Fargette, Moussa Dieng, Moussa Sall

### ► To cite this version:

Maud Loireau, Mireille Fargette, Moussa Dieng, Moussa Sall. Cadre conceptuel pour l'étude de la relation société-milieu : attache et insertion au monde. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement / Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 2023, 27 ((no spécial)), 19 p. 10.25518/1780-4507.20308 . hal-04104408

**HAL Id: hal-04104408**

**<https://hal.science/hal-04104408v1>**

Submitted on 6 Jan 2025

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Cadre conceptuel pour l'étude de la relation société-milieu : attache et insertion au monde

Maud Loireau <sup>(1)</sup>, Mireille Fargette <sup>(2)</sup>, Moussa Dieng <sup>(3)</sup>, Moussa Sall <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> IRD, ESPACE-DEV, Univ. Perpignan (UPVD), 52 avenue Paul Alduy, 66 860 Perpignan cedex 9 (France).

E-mail : maud.loireau@ird.fr

<sup>(2)</sup> IRD, ESPACE-DEV, Univ. Montpellier, Maison de la Télédétection, 500 rue JF Breton, 34093 Montpellier Cedex 5 (France). E-mail : mireille.fargette@ird.fr

<sup>(3)</sup> ISRA, CRA de Saint-Louis, BP 420 Medina Course, Saint-Louis (Sénégal).

<sup>(4)</sup> ISRA, BAME, Hann Bel Air, Route des Hydrocarbures, 3120 Dakar (Sénégal).

Reçu le 31 mai 2022, accepté le 26 avril 2023, mis en ligne le 15 mai 2023.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

DOI: 10.25518/1780-4507.20308

**Description du sujet.** Cet article traite d'une manière d'aborder la relation société-milieu, adaptée au caractère multi-échelle et interdisciplinaire des problématiques socio-écologiques contemporaines complexes.

**Objectifs.** Son objectif est méthodologique : construire un cadre conceptuel, formel et générique, qui ait le potentiel de guider la phase d'observation et rende mieux compte de la relation société-milieu.

**Méthode.** La modélisation conceptuelle utilise un standard de langage formel, des ontologies de domaines de connaissance pour définir un méta-modèle d'observation puis modéliser l'objet d'intérêt, un triplet, lui-même en relation avec son contexte, et la notion de service écosystémique (SE). Elle procède par abstraction croissante.

**Résultats.** Le modèle RESOMI décrit le triplet-SE (une personne - un faisceau de liens en vue de services écosystémiques - un espace géographique) en précisant ses attributs internes et ses relations avec son contexte territorial, puis en abstrait des fonctions ; il distingue les concepts directement observables (1<sup>er</sup> niveau d'abstraction) de ceux des fonctions, non directement observables (2<sup>e</sup> niveau d'abstraction). De plus, avec un niveau d'abstraction encore supérieur, le modèle AIM positionne deux nouveaux concepts, attache et insertion au monde, dans une ingénierie territoriale elle-même abstraite à partir de l'organisation des fonctions.

**Conclusions.** Le cadre conceptuel formé de deux modèles opère des ponts entre disciplines et échelles ; il offre des perspectives de modélisation mathématique et informatique. Son potentiel d'observation-description est mis en perspective dans deux expériences de terrain. Il est ensuite discuté de façon générale et pour sa capacité à intégrer plus d'éthique et de durabilité dans les problématiques socio-écologiques pour une meilleure gouvernance.

**Mots-clés.** Modélisation, système, système d'organisation des connaissances, géographie, intégration, territoire, services écosystémiques, observation, gouvernance.

## Conceptual framework for analyzing the society-environment relationship: link to and insertion into the world

**Subject.** This article deals with a way of approaching the society-environment relationship, adapted to the multi-scale and interdisciplinary nature of complex contemporary socio-ecological issues.

**Objectives.** Its objective is methodological: to build a formal and generic conceptual framework, which has the potential to guide the observation phase and better account for the society-environment relationship.

**Method.** The conceptual modeling uses a formal language standard, knowledge domain ontologies, in order to define an observation meta-model. It then models the object of interest, a triplet, itself in relation to its context, and the notion of ecosystem services (SE). It proceeds by increasing abstraction steps.

**Results.** The RESOMI model describes the triplet-SE (a person - a bundle of links in view of ecosystem services - a geographical space) by specifying its internal attributes and its relations with its territorial context, then abstracts functions from it; it distinguishes directly observable concepts (1<sup>st</sup> level of abstraction) from those of functions, not directly observable (2<sup>nd</sup> level of abstraction). Furthermore, with an even higher level of abstraction, the AIM model positions two new concepts, attachment to and insertion into the world, within a territorial engineering, which was abstracted from organizing functions.

**Conclusions.** The conceptual framework consists of two models, bridging disciplines and bridging scales; it offers prospects for mathematical and computer modelling. Its potential for observation-description is assessed in two field situations. It is then discussed in general and for its ability to integrate more ethics and sustainability into socio-ecological issues for better governance.

**Keywords.** Modelling, systems, knowledge organization systems, geography, integration, territory, ecosystem services, observation, governance.

## 1. INTRODUCTION

*Il est communément admis que, par leurs activités, leurs modes de vie, leurs organisations sociales, leurs croyances, leurs perceptions et leur connaissance de ce qui les entoure, les êtres humains, individus isolés ou regroupés en sociétés, entretiennent des relations étroites avec l'espace et les milieux – « naturels » et désormais presque exclusivement anthropisés – dans lesquels ils vivent et avec lesquels ils interfèrent* (Robert & Chenorkian, 2014). Ces relations souffrent aujourd'hui de dérèglements mondialisés qui se traduisent par l'anthropisation croissante de la planète Terre, la modification du climat et la fragilisation de larges populations du fait de phénomènes tels que la désertification et l'insécurité alimentaire (Loireau et al., 2017a ; Sultan et al., 2021). Pour enrayer leurs causes et atténuer leurs effets (*e.g.* réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'origine du changement climatique [Chevallier et al., 2020] ; intensifier durablement l'agriculture [Olivier et al., 2022]), la société humaine tente de s'organiser à l'échelle globale, *via* des conventions cadres et des objectifs spécifiques<sup>1</sup> qui peuvent se décliner en plans d'actions nationaux ou locaux, et à l'échelle locale, *via* des conventions spécifiques (*e.g.* charte des parcs naturels régionaux<sup>2</sup>, pacte pastoral intercommunal [Barrière & Bes, 2017]) ou plateformes d'innovations (Kilelu et al., 2013). Mais les positions défendues à l'échelle globale ont du mal à se concrétiser à l'échelle locale et les actions menées par la société à l'échelle locale ont du mal à se faire reconnaître à l'échelle globale (Fargette et al., 2018). Dans tous les cas, les mécanismes sous-jacents à ces problématiques socio-écologiques sont complexes et se jouent à différentes échelles. Ils sont d'origines multiples, en lien avec différents systèmes socio-économiques, agro-bio-physiques et différents espaces géographiques.

Appréhender cette complexité et connecter les échelles du plus local au plus global interrogent les relations que les hommes ont avec leur environnement dans la zone dite critique<sup>3</sup> (notion qui *souligne la*

*fragilité de notre monde humain et biologique, et montre comment humanité et nature sont conjointes et intimement mêlées* [Aquilina, 2023]). Dans ce travail, nous approcherons cette complexité par l'étude de la relation société-milieu.

Dans les sciences de l'environnement, le terme environnement est historiquement associé à la sphère écologique de la relation hommes-environnement (Picouet et al., 2004). Il est de plus en plus assimilé au terme de milieu (ou cadre) de vie qui comprendrait les hommes et les milieux, au sens de biosphère ou géosphère (Robert & Chenorkian, 2014) ou au sens de milieu naturel anthropisé où l'anthropique, le biotique et l'abiotique contribuent à un seul et même écosystème (Chenorkian, 2020). En théorie des systèmes, il est employé pour définir ce qui environne le système étudié (Cambien, 2008, p 18). Pour éviter l'usage de ce terme polysémique tout en souhaitant relier les approches systémiques aux approches géographiques, nous optons comme Chenorkian pour le concept de milieu. Employé au singulier dans ce travail, le milieu *comprend au sens large l'ensemble des conditions, des facteurs qui caractérisent le contexte environnemental (bio-physico-socio-écologico-écono-systémique) auquel est soumis un élément d'intérêt dans un espace géographique* (Fargette et al., 2022). Quant au terme de société, lui aussi employé au singulier dans ce travail, il permet de considérer l'ensemble des relations des hommes entre eux et avec le milieu, qu'elles soient individuelles ou collectives.

Se donner les moyens scientifiques d'étudier la relation société-milieu *l.s.* à toute échelle est un défi à mener en interdisciplinarité. Cela se traduit par exemple par la création de nouvelles branches disciplinaires telles que l'ethnobiologie<sup>4</sup> en anthropologie ou de nouveaux concepts au sein d'une discipline tels que la capacité de charge<sup>5</sup> en agronomie, le service écosystémique en économie de l'environnement. Le concept de territoire, quant à lui, est approché

<sup>1</sup> *cf.* les trois conventions de Rio sur l'environnement, le changement climatique, la désertification et la biodiversité ; *cf.* les 17 Objectifs du Développement Durable.

<sup>2</sup> <http://outil2amenagement.cerema.fr/les-parcs-naturels-regionaux-pnr-r510.html>

<sup>3</sup> <https://www.ige-grenoble.fr/La-zone-critique>

<sup>4</sup> L'ethnobiologie est une discipline de l'anthropologie qui étudie les relations culturelles passées ou présentes entre le monde du vivant, végétal ou animal, et l'humain (Wikipédia).

<sup>5</sup> *Seuil à ne pas dépasser sous peine de compromettre la capacité des systèmes fondés sur l'exploitation des ressources renouvelables d'assurer les multiples services qu'ils peuvent rendre à l'homme, et éventuellement de les voir disparaître* (Picouet et al., 2004).

par sa dimension géographique (*une appropriation économique, idéologique et politique [sociale donc] de l'espace par des groupes qui se donnent une représentation particulière d'eux-mêmes, de leur histoire, de leur singularité* [Di Meo, 1998, p 42]) ou sa dimension systémique (*un système complexe dont la dynamique résulte de boucle de rétroactions qui lient un ensemble d'acteurs et l'espace géographique qu'ils utilisent, aménagent et gèrent* [Moine, 2007, p 45] en fonction de leurs représentations, passées, présentes et projetées [Moine & Sorita, 2015, p 58]). Quand le territoire est au cœur de la recherche, le géographe se focalise par exemple sur l'appréhension de sa réalité complexe pour accompagner le travail social (Moine & Sorita, 2015) ou mesurer la territorialité d'un espace géographique (Dérioz, 2012).

Pour concilier dimension systémique et dimension territoriale de la relation société-milieu, Fargette et al. (2019) distinguent le concept de *compartiment territorial* de celui de territoire. Créer ce nouveau concept leur a permis d'insister sur le fait que la cohérence des interactions systémiques, de même la viabilité des systèmes (*e.g.* agrosystème, sociosystème, hydrosystème) et de leurs interactions, coïncident rarement avec le strict périmètre de l'espace géographique sur lequel se déroulent les processus territoriaux de mise en projet et d'appropriation par un groupe d'hommes<sup>6</sup>. Par ailleurs, le compartiment territorial n'est pas inféodé à une échelle particulière ; l'espace géographique auquel il est associé peut aller du plus petit au plus grand (parcelle, terroir, commune, ..., nation, région, ..., planète Terre<sup>7</sup>). De plus, il permet de concevoir tout espace dans sa dimension de *mille-feuille systémique* pour signifier que les systèmes s'inscrivent (tout en pouvant aller au-delà<sup>8</sup>) et se cumulent sur l'espace géographique du compartiment territorial.

Notre intention ici est de construire un cadre conceptuel, formel et générique qui, une fois posés les concepts et les relations entre concepts qui le définissent, ait le potentiel de guider l'étude multi-échelle de la relation société-milieu, quelle que soit la problématique socio-écologique.

L'effort de formalisation est motivé car nous en anticipons l'utilité pour la conduite de campagnes de terrain selon une démarche de recherche interdisciplinaire et, plus largement, d'observatoires scientifiques société-milieu en appui à la gestion de territoire, ce que nous poursuivons dans les

observatoires de type OSAGE (Loireau et al., 2015, 2017b ; Loireau & Fargette, 2022) et pourrait intéresser ceux de type OHM (Chenorkian, 2020) ou OZCAR<sup>9</sup>. Il allie la volonté d'anticiper la démarche<sup>10</sup> d'observation<sup>11</sup> au sens large (et ses développements numériques et logiciels ultérieurs, par exemple en observatoires) en lui fournissant des critères pertinents, tangibles et polyvalents, à l'ambition de construire un cadre générique de connaissance qui facilite à la fois l'interdisciplinarité<sup>12</sup> et la résolution de problématiques socio-écologiques complexes.

## 2. MÉTHODE DE CONSTRUCTION DU CADRE CONCEPTUEL POUR L'ÉTUDE DE LA RELATION SOCIÉTÉ-MILIEU

### 2.1. Démarche d'abstraction

Pour asseoir rigueur et généricité de la démarche de formalisation et d'intégration des concepts liés à la relation société-milieu, et pour anticiper sur sa potentielle implémentation logicielle, nous empruntons aux sciences des données et des modèles :

- un formalisme, le langage UML (*Unified Modeling Language* ; Booch et al. 2005) ;
- les ontologies formelles de connaissance de haut niveau d'abstraction sur les concepts d'observation et de science de l'observation de Fargette et al. (2022), associés à celui d'objet d'intérêt dans le modèle d'observation OBOE<sup>13</sup> (Madin et al., 2007) ;
- le modèle RDF<sup>14</sup> de description d'une ressource Web.

Le formalisme UML offre un ensemble de notations graphiques, fondées sur la représentation de classes et de relations. Nous ne détaillons en **figure 1** que celles nécessaires à la compréhension des modèles descriptifs construits. L'ontologie formelle OBOE pose le principe selon lequel l'observation d'un objet d'intérêt permet d'acquérir des données (valeurs observées) sur ses propriétés grâce à un protocole adapté de collecte et d'échantillonnage (**Figure 2**). Pour initier l'observation de la relation société-milieu, nous identifions un objet d'intérêt et l'isolons de ce qui l'entourne, que

<sup>6</sup> organisé selon ses représentations et en fonction de ses objectifs (formulés en projet).

<sup>7</sup> à l'ère de la globalisation des processus socio-écologiques.

<sup>8</sup> La logique spatiale des systèmes n'est pas forcément contenue dans l'espace géographique étudié.

<sup>9</sup> <https://www.ozcar-ri.org/fr/ozcar-3/>

<sup>10</sup> en pilotant l'élaboration du protocole d'observation (préparation de feuilles de relevé de terrain et grilles d'entretien).

<sup>11</sup> collecte de données, assujettie à un protocole d'échantillonnage et de collecte, relevées par une personne qualifiée ; la donnée peut aussi concerner le « dire d'acteurs ».

<sup>12</sup> en intégrant les ontologies de domaines concernées.

<sup>13</sup> The Extensible Observation Ontology: <https://github.com/NCEAS/oboe>

<sup>14</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Triplet\\_RDF](https://fr.wikipedia.org/wiki/Triplet_RDF)

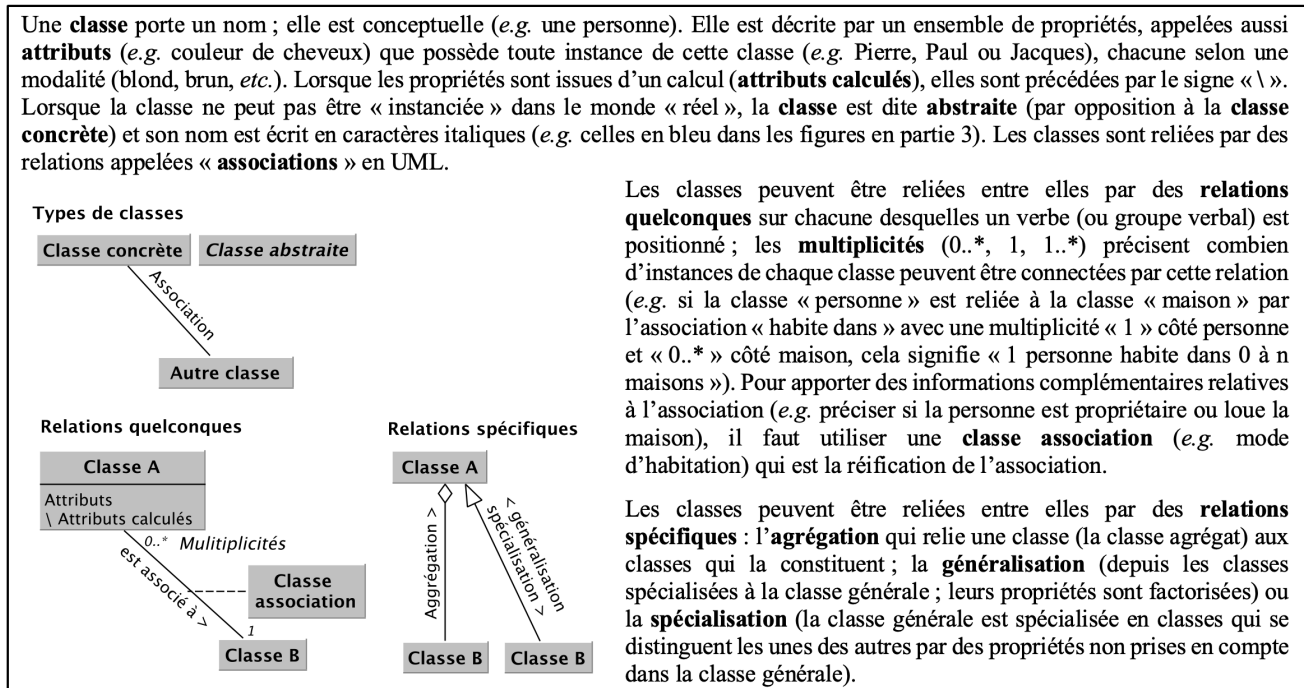
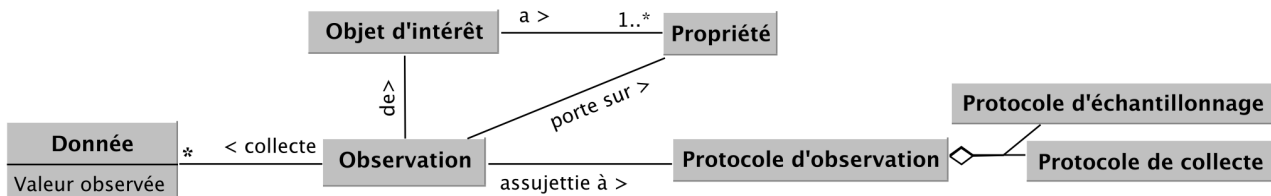


Figure 1. Langage UML — UML Language.



(langage UML, décrit en figure 1)

Figure 2. Place de l'objet d'intérêt et de son observation dans l'ontologie OBOE (adapté de Loireau et al., 2017b, figure 3) — Place of the object of interest and its observation in the OBOE ontology (adapted from Loireau et al., 2017b, figure 3).

nous nommons contexte. L'objet d'intérêt comme le contexte sont assimilables à des compartiments<sup>15</sup> (Fargette et al., 2019 ; figure 6). Nous proposons enfin un parallèle avec le triplet RDF « sujet-prédicat-objet » du modèle RDF (*Resource Description Framework*), la plus petite structure de description des ressources Web, pour poser dans ce travail l'objet d'intérêt, en tant que triplet qui considère l'association d'une personne à un espace géographique avec lequel elle entretient des liens particuliers, comme la plus petite structure de description de la relation société-milieu.

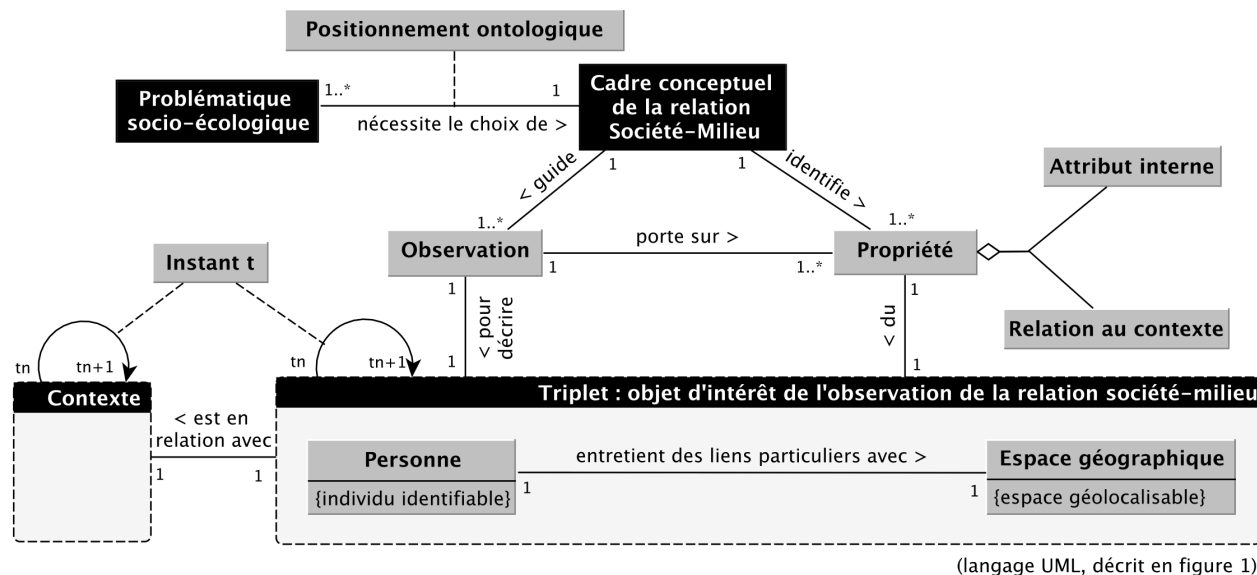
Dans le triplet « personne-relation-espace géographique » (**Figure 3**), l'association peut être plus ou moins complexe selon la nature et le nombre de liens que la personne entretient avec l'espace ; ceci peut évoluer dans le temps. Sur la planète Terre, chaque instance de triplet se caractérise par un individu identifié (la personne), un quelconque<sup>16</sup> espace géolocalisé de façon non ambiguë et une association caractérisée entre les deux.

Observer le triplet en s'appuyant sur le métamodèle d'observation de la **figure 3** revient à suivre le schème « triplet en relation avec contexte » et à le décrire (concepts<sup>17</sup> et relations entre concepts) en organisant

<sup>15</sup> Un compartiment est extrait d'un système selon un point de vue sur le système ; il est représentable par un modèle et correspond à une vision systémique mais partielle, incomplète, du système.

<sup>16</sup> i.e. de toute taille et forme.

<sup>17</sup> en gras dans le texte la première fois qu'il est énoncé.



**Figure 3.** Métamodèle guidant l’observation et l’étude de la relation société-milieu — *Metamodel guiding the observation and study of the society-environment relationship.*

ses propriétés (*i.e.* ses attributs internes comme ses relations au contexte). La transcription formelle - au format UML, tient compte des domaines de connaissance des disciplines intervenant dans l’étude de la relation société-milieu. La construction procédera par niveaux d’abstraction croissante et abordera les classes de concepts observables<sup>18</sup>, puis les classes abstraites<sup>19</sup> non instanciables (respectivement en vert et bleu dans les **figures 4 et 5**). Il s’agit dans ce travail d’organiser ces classes mais pas encore de construire les protocoles d’observation pour les renseigner. Parce que nous aborderons la description du triplet par l’entrée service écosystémique, nous nommerons triplet-SE l’objet d’intérêt retenu.

**2.2. Mobilisation de la notion service écosystémique**

Les services écosystémiques, dits SE par la suite, sont des *bénéfices que les humains tirent des écosystèmes* (MEA, 2005); ils correspondent à des attentes formulées. L’identification, la reconnaissance par la société d’un besoin, d’une attente que l’on peut retranscrire en SE<sup>20</sup>, dépend de la conception de la relation au monde qu’elle privilégie (positionnement culturel), qu’il s’agisse des sociétés les moins intrusives dans les processus écologiques (peuples premiers)

comme des plus techniques (ingénierie, agronomie hyper-technique du monde occidental).

Nous choisissons de dépasser les polémiques (présentées par Méral et al., 2016) que suscite parfois la notion SE, entre ceux qui dénoncent une vision utilitariste (marchandisation de la nature) et ceux qui au contraire y trouvent une voie pour réconcilier humains et nature, et la mobilisons pour l’étude de la relation société-milieu. Ce choix<sup>21</sup> est étayé par les cinq arguments ci-dessous.

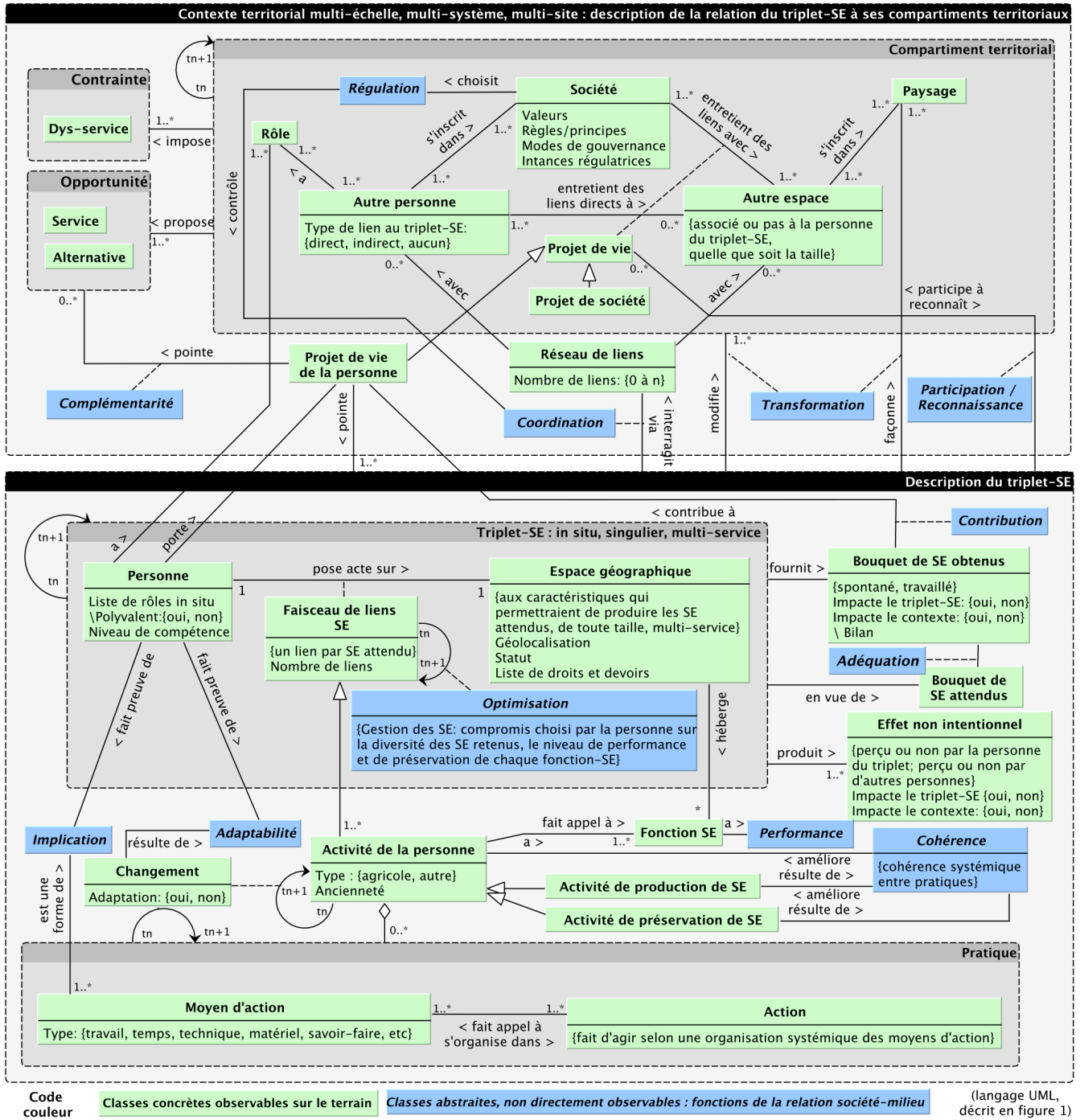
- La notion SE est à la croisée de disciplines s’intéressant aux sociétés (*e.g.* anthropologie, socio-économie), aux milieux (*e.g.* écologie, pédologie) et aux relations société-milieu (*e.g.* agronomie, géographie, droit de l’environnement).
- Par ailleurs, de façon pragmatique, les SE sont identifiables, nommables, dénombrables et possiblement quantifiables sur un espace donné.
- La notion est large, couvrant quatre catégories distinguées par le MEA (2005): les services d’approvisionnement, de régulation, de soutien et les services culturels. Le SE est reçu passivement lorsqu’il est issu d’une fonction écologique inchangée par l’homme (*e.g.* ombre d’un arbre spontanément présent où se reposer, cueillette de végétation spontanée) ou activement lorsqu’il est issu d’une fonction écologique modifiée (en général intensifiée) par l’ajout d’un travail (*e.g.* activité agricole qui manipule la fonction de production primaire): *cf.* respectivement les processus écosystémiques

<sup>18</sup> *i.e.* sur les instances desquelles peuvent être collectées des données.

<sup>19</sup> dont la mesure ne peut être qu’approchable à l’aide des données relatives aux concepts observables.

<sup>20</sup> ceci directement par les usagers ou par expert interposé.

<sup>21</sup> Qui ne prétend pas à l’exclusivité sur la façon d’aborder la relation société-milieu.



**Figure 4.** RESOMI : modèle conceptuel de la Relation SOciété-Milieu — RESOMI: conceptual model of the society-environment relationship.

spontanés et manipulés dans Fargette et al. (2019), figure 9 et les SE non travaillés et travaillés dans David et al. (2012).

- Chez Fargette et al. (2019), figure 9, à la fonction écologique identifiée ci-dessus, dite *fonction SE* (pourvoyeuse de SE), s’ajoute la fonction *gestion de SE* (intensification souvent, mais aussi relation éclairée par la compréhension des mécanismes menant à la gestion durable de la fonction SE, à la préservation du potentiel environnemental).
- Il découle que cette notion ouvre une voie pour s’intéresser aux personnes, dans leur ressenti comme dans leurs attentes, pour leur donner la parole ou faciliter un mode d’entretien avec eux. La notion SE

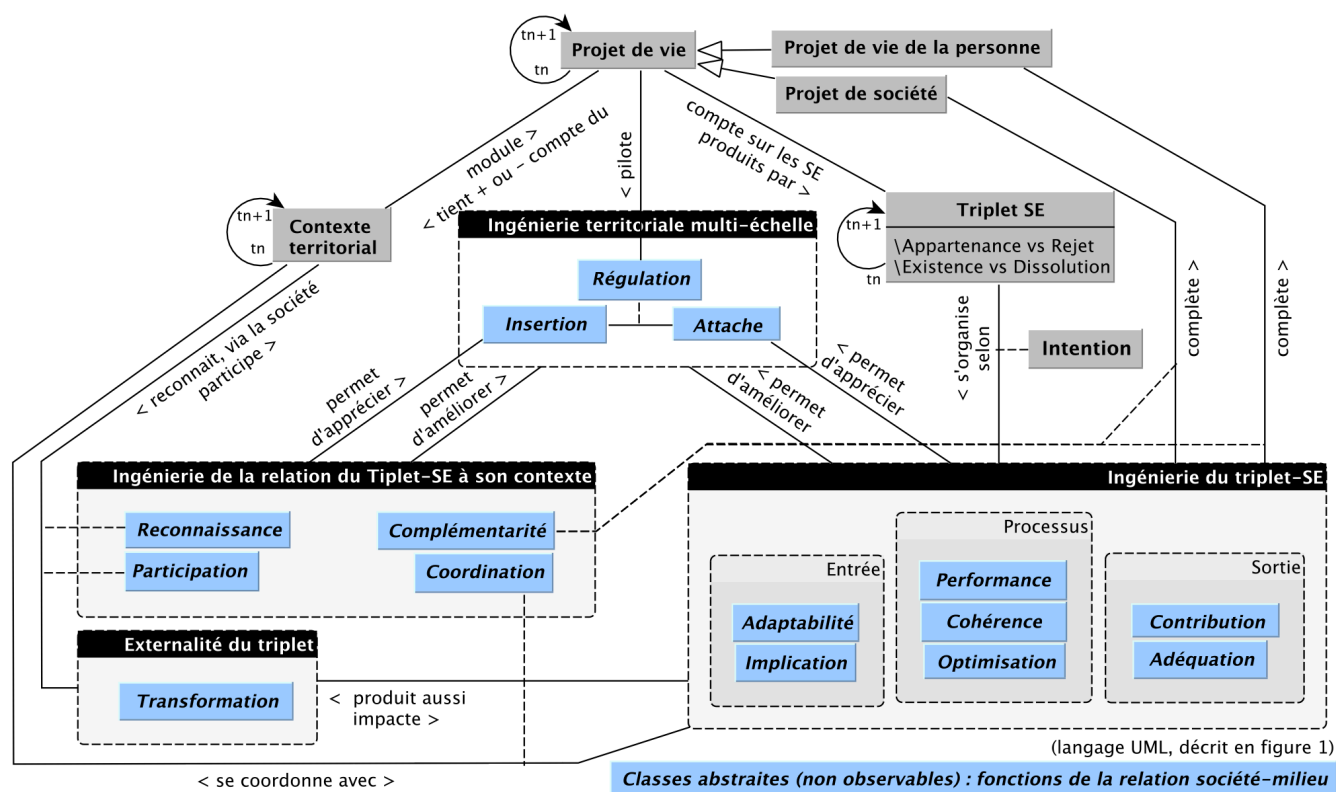


Figure 5. AIM, modèle conceptuel Attache-Insertion au Monde — AIM, conceptual model of link to-insertion into the world.

fournit une grille de lecture pour comprendre ce que fait et ce que vit la société ou une personne, pour comprendre sa relation au milieu, pour reconnaître ce qui est utile, bénéfique (SE reçu ou acquis) ou ce qui ne l'est pas (dys-SE subi)<sup>22</sup>, pour reconnaître le degré d'investissement (en actes) d'une société, d'une personne. Elle rend ainsi possible la communication entre échelles géographiques, sociales, territoriales.

### 3. RÉSULTAT : CADRE CONCEPTUEL POUR L'ÉTUDE DE LA RELATION SOCIÉTÉ-MILIEU

#### 3.1. Modèle RESOMI : description de la relation société-milieu (Figure 4)

**Transcription formelle interdisciplinaire de la connaissance.** La **personne** d'un **triplet-SE** porte un **projet de vie** individuellement ou collectivement, par exemple avec sa famille ou une société plus large. Le projet implique, pour sa réalisation, la formulation de souhaits, transcrits<sup>23</sup> ici en **SE attendus** à partir de

l'espace du triplet-SE. Les **SE** effectivement **obtenus** contribuent entièrement au projet, ou partiellement quand d'autres contributions sont obtenues par ailleurs pour compléter les attentes : une même personne peut ainsi être impliquée dans plusieurs triplets-SE. Le projet de vie peut aussi dépendre d'autres types de contribution (e.g. une activité commerciale) ou d'attente (e.g. une formation qui relève de services de société).

La personne, selon ses représentations et ses connaissances, attribue, avec plus ou moins de justesse, les SE souhaités à l'**espace géographique**<sup>24</sup> (délimitable, géolocalisable) qui a plus ou moins le potentiel de produire les SE attendus par les **fonctions-SE**<sup>25</sup> qu'il héberge. Chaque SE attendu est ainsi à l'origine d'un acte posé par la personne sur l'espace géographique, d'un lien-SE et donc du triplet-SE (simple : une personne-un lien-un espace) qui en résulte. L'ensemble des liens ainsi définis se regroupent sous le concept de **faisceau de liens-SE** ; le triplet-SE est alors composite (une personne-un faisceau de liens-un espace, alors multi-service).

<sup>22</sup> à l'exemple des SE et Dys-SE en agriculture décrits par Zhang et al. (2007), figure 2.

<sup>23</sup> que cela soit le fait de la personne elle-même ou de l'observateur en complément.

<sup>24</sup> à distinguer du concept d'espace-ressource qui ne considère que les SE d'approvisionnement et de support (Wickel et al., 2016, p 396).

<sup>25</sup> fonction écologique qui intervient dans la production d'un SE.



Le faisceau de liens-SE engendre 1 à n types d'**activité de la personne** sur l'espace, certaines d'entre elles selon des **rôles** et compétences plus ou moins spécifiques. Les **activités de production de SE** (*e.g.* production agricole) et de **préservation de SE** (*e.g.* protéger sur le long terme une terre cultivable en apportant de la fumure organique) impliquent savoir-faire et travail, et se déclinent en **pratiques**, elles-mêmes combinaison d'**actions** et de **moyens d'action**. La nature de chaque lien-SE relève du type de relation directe de la personne à l'espace<sup>26</sup> et du SE fourni.

Les activités menées au sein du triplet-SE peuvent engendrer l'altération de fonctions écologiques et avoir de ce fait des **effets** (impacts) **non intentionnels** sur le triplet (*e.g.* épuisement du sol) ou au-delà (*e.g.* assèchement de nappe, pollution de rivière).

Le triplet-SE prend ainsi place dans le **compartiment territorial** du fait du **réseau de liens** qui le met en relation avec d'autres personnes et d'autres espaces. Réciproquement, le compartiment lui impose des contraintes (ou **dys-services**) comme il lui propose des opportunités (**services** et **alternatives**, *e.g.* disponibilité d'une ressource naturelle, accès à une formation, à des soins) relevant de fonctions écosystémiques ou de société.

L'espace multi-service du triplet-SE peut n'intéresser directement qu'une seule personne (celle du triplet-SE) ou également d'autres, chacune impliquée dans son propre triplet-SE. Avec un rôle identifié (*e.g.* agriculteur, pasteur, cueilleur), en interaction avec les autres, chacune prend en compte droits<sup>27</sup> (*e.g.* droit d'exploitation, de pâture, de collecte, de passage, d'accès à l'eau) et devoirs (*e.g.* respect des modalités de collecte ou de passage : quand, combien,...) sur l'espace<sup>28</sup>. L'espace multi-service du triplet-SE peut aussi intéresser indirectement<sup>29</sup> d'autres personnes (*e.g.* un puisatier qui vend sa prestation ou l'usine de transformation qui s'approvisionne en produit agricole).

**Émergence de fonctions.** Les activités menées au sein du triplet-SE se caractérisent par :

- le degré d'**implication** de la personne (approchable par les composantes observables des **pratiques** telles que les intrants apportés ou le travail fourni) ;
- son savoir-faire pour améliorer la **performance** (approchée par exemple par les niveaux de production

- et de préservation de la fonction SE) ;
- l'adaptabilité (capacité d'adaptation de la personne).

Les pratiques pour mener chaque activité sont plus ou moins organisées, complémentaires, cohérentes au regard du modèle systémique de référence (**cohérence** de l'activité) – que celui-ci soit d'origine académique (connaissance scientifique) ou bien empirique (savoirs). La cohérence tient à l'alliage des compétences de la personne pour mener cette activité. Le bouquet de SE obtenus correspond plus ou moins au bouquet de SE attendus (**adéquation**), ce qui module sa **contribution** au projet de vie. La production du bouquet de SE dépend de l'**optimisation** choisie du faisceau de liens, compromis<sup>30</sup> à trouver (selon les compétences et l'adaptabilité de la personne) dans le choix des SE attendus (en diversité, en quantité produite) et dans la modulation de la combinaison production-préservation de chaque fonction-SE. La personne qui tient compte d'effets non intentionnels<sup>31</sup> de son activité peut réajuster ses choix d'optimisation (*cf.* **adaptabilité**). Il s'agit d'un premier pas vers l'intégration.

À toute échelle, par la **coordination** du réseau de liens, elle-même contrôlée (**régulation**) par des instances (*e.g.* assemblée, conseil) et les principes de gouvernance suivant les valeurs de **société**, le compartiment territorial produit opportunités et contraintes. La personne du triplet-SE voit alors son projet de vie complété (**complémentarité**), facilité, consolidé, justifié ou au contraire fragilisé, voire marginalisé, peut-être sollicité à s'adapter, ce dont elle est plus ou moins capable (**adaptabilité**). L'importance relative des choix personnels de la personne signe son degré d'indépendance par rapport aux nécessités, influences et directives extrinsèques. Un triplet-SE autarcique n'existe pas ; il vit dans un contexte territorial. Réciproquement, en dépassant les limites géographiques du triplet-SE, l'impact (effet positif ou négatif) participe souvent à façonner, entretenir/réhabiliter ou dégrader les **paysages**<sup>32</sup>, préserver ou au contraire déstabiliser les fonctions écosystémiques à toutes échelles de paysage (*cf.* **transformation**). La personne du triplet-SE concourt ainsi au **projet de société** ou au contraire le déstabilise. Lorsque les SE ou dys-SE produits par le triplet-SE sont identifiés par la société, celui-ci est reconnu comme participant au projet de société. La personne y œuvrant devrait aussi être reconnue en tant que membre de la société : le pont « participation à/reconnaissance de » permet ce nécessaire changement d'échelle local-global. Il

<sup>26</sup> à distinguer du concept d'espace vécu réduisant l'activité à l'usage des ressources (Wickel et al., 2016, p 396).

<sup>27</sup> qui découlent par exemple du statut foncier de l'espace.

<sup>28</sup> mais sans enjeu politique - à distinguer du concept d'espace-politique (Wickel et al., 2016, p 396).

<sup>29</sup> *i.e.* les personnes attendent une contribution autre qu'un SE de l'espace (*e.g.* un salaire, le paiement d'une prestation, la livraison d'un produit).

<sup>30</sup> qui rejoint le *trade-off* de Klappwijk et al. (2014) recherché lorsque les SE ne sont pas convergents.

<sup>31</sup> qui éventuellement toucheraient (impacts) son triplet ou au-delà.

<sup>32</sup> avec lesquels il est en relation à toute échelle.

est possible par cette voie de poursuivre l'intégration systémique qui ne connaît pas les limites spatiales. En effet, l'optimisation du triplet-SE devrait aussi prendre en compte les échelles pertinentes de chaque processus envisagé et donc raisonner au-delà des bornes géographiques du seul triplet, ce qui n'est pas possible pour la personne du triplet sauf en prenant conscience de sa **participation** à un projet plus collectif, à une échelle plus vaste que l'horizon du triplet, et attendre en retour sa **reconnaissance** par une société plus large. Il y a là un chemin d'intégration systémique à consolider. Les espaces territoriaux étanches n'existent pas.

Un territoire accompli serait celui qui considère toute personne dans ce qu'elle est et la reconnaît dans ce qu'elle fait. Réciproquement, chaque personne se sentirait partie prenante d'un commun ancré (espace territorial), du projet de société qui l'inspire et des rouages qui l'animent. Les compartiments territoriaux autarciques n'existent pas.

### 3.2. Modèle AIM : construction de deux concepts intégrateurs (Figure 5)

En adoptant une représentation de type ingénierie (entrée – processus – sortie), il est proposé de positionner les fonctions identifiées en bleu en **figure 4** selon la logique de fonctionnement d'un compartiment (cf. note 15), ici le triplet-SE. Les sept fonctions internes au triplet-SE sont ses composants et s'organisent en fonctions :

- qualifiant le fonctionnement (processus plus ou moins performants, cohérents, optimaux) ;
- présidant la qualité des entrées (par la qualité d'implication et d'adaptabilité de la personne) ;
- constatant la qualité des sorties (plus ou moins contributrices et adéquates au projet de vie).

Cet ensemble constitue ce que nous appelons une **ingénierie du triplet-SE**, œuvrant à l'obtention de SE. Les critères fournis par ses sept composants permettent d'apprécier l'intensité, la longévité et la durabilité du lien de la personne à l'espace géographique du triplet-SE, ce que nous résumons sous le terme synthétique d'**attache**.

Pour être complet d'un point de vue systémique, il manque les externalités<sup>33</sup> au modèle, résumées en **figure 4** sous le terme d'effets non intentionnels, souvent non prises en compte. Produites par le triplet-SE, elles interviennent cependant au niveau des fonctions de transformation. On en constate les effets plus ou moins harmonieux, dans les sociétés ou la

physionomie des paysages (Loireau & Fargette, 2022) et dans le fonctionnement (multi)système dont ils résultent.

La logique interne du triplet-SE est complétée par sa logique en contexte (interaction avec des compartiments territoriaux) : quatre fonctions sont identifiées comme autant de réifications des liens d'interaction. D'emblée, deux d'entre elles représentent des fonctions souvent essentielles au projet de vie de la personne :

- la coordination du triplet-SE avec les compartiments territoriaux (*via* le réseau multi-échelle de liens), en vue d'obtenir les SE souhaités ;
- la complémentarité des SE obtenus et des opportunités proposées dans le contexte, pour satisfaire le projet de vie de la personne.

L'appréciation de l'importance du rôle de la personne et de la place du triplet-SE ne serait pas exacte si l'on omettait de prendre aussi en compte deux autres fonctions :

- la participation qui rend compte de la perception par la personne de sa contribution (par le fait du triplet-SE) non seulement à son projet de vie mais à un projet collectif (de société) ;
- la reconnaissance qui correspond à la perception par la société de cette contribution de la personne.

La qualité, l'intensité des attributs de ces fonctions reflètent non seulement l'importance effective (objective ; science de l'observation) de la place de la personne dans la société (à toute échelle d'organisation), mais aussi son importance subjective dans la société. La combinaison de ces quatre fonctions décrit ce que nous résumons sous le terme synthétique d'**insertion**.

L'intégration systémique que le triplet-SE seul ne peut réaliser mais à laquelle il contribue pour sa part, serait complétée, dans sa relation au contexte, par la reconnaissance rendant possible une meilleure coordination de l'ensemble : tout ceci va dans le sens de l'intégration systémique. Une attache doublée d'une insertion, toutes deux réussies, en serait les garantes. Par exemple, en matière de reconnaissance, l'activité agricole selon la pratique de l'agroforesterie participe, par séquestration du carbone, à la régulation du climat (en cela, elle se répercute au niveau global). Fargette et al. (2018) notaient l'importance de reconnaître l'engagement dans des pratiques dotées de tels effets et demandaient que de telles externalités soient reconnues pour les agriculteurs où que ce soit dans le monde : *everyone as an actor should be recognized, including the "smallest" (i.e. the fewest, the more isolated or peripheral, the less "significant" or considered so, with respect to economical capacity): everyone has a part (duties and rights) in the overall action and, once taken, this part should be acknowledged*. En étant ainsi exact, on serait aussi plus juste et équitable.

<sup>33</sup> au sens de <https://www.novethic.fr/lexique/detail/externalite.html>, classique en économie.

Ainsi sont identifiées des voies à la fois systémiques et éthiques d'ouverture au monde, par la reconnaissance de l'implication de chacun qui retentit au-delà des frontières de tout triplet-SE et au-delà de la personne seule. Les sociétés étanches<sup>34</sup> n'existent pas. Une **ingénierie de la relation du triplet-SE à son contexte** territorial se dessine (complémentarité, coordination, participation, reconnaissance); elle permet de constater et promouvoir l'insertion équitable et la justice sociale. Le triplet-SE quant à lui, observé et étudié selon cette perspective, rendrait un meilleur compte de son existence (*vs* dissolution) et de son appartenance (*vs* son rejet). L'une comme l'autre sont de subtiles combinaisons d'attache et d'insertion, à piloter (régulation) par le projet de société dans le cadre d'une **ingénierie territoriale** de haut niveau d'abstraction et de haute exigence, à construire méticuleusement. Le modèle AIM en constituerait le tableau de bord, ajustable à toute échelle, y compris celle du monde.

#### 4. MISE EN SITUATION DE TERRAIN

Pour illustrer la capacité du cadre conceptuel à décrire des cas concrets, nous proposons de le confronter pour l'exemple à deux expériences de terrain au Sénégal, issues d'une problématique socio-écologique interdisciplinaire, le projet RAMSESII<sup>35</sup> qui étudie les effets de l'agroforesterie sur l'intensification durable de l'agriculture familiale, sur la sécurité alimentaire des sociétés en Afrique de l'Ouest et les SE rendus par les parcs agroforestiers. La première s'intéresse à ce qui lie un paysan à une parcelle agricole; les données retranscrites d'un entretien sont exclusivement à dire d'acteur. La seconde s'intéresse à l'arbre et sa gouvernance; les données extraites d'un rapport scientifique (Diop, 2020, p 89) combinent dires d'acteur et dires d'expert en agronomie et sociologie.

Dans chacun des cas, les données textuelles préexistaient au cadre conceptuel et sont confrontées *a posteriori* à sa sémantique et à son sens, puis mises en perspective (**Figures 6 à 10**).

#### 5. ORIGINALITÉ DU CADRE CONCEPTUEL ET POTENTIEL D'UTILISATION

Le concept d'attache implique l'ensemble des liens SE réels<sup>36</sup> qui associe une personne à un espace réel<sup>37</sup>, en vue d'obtenir les SE attendus. Il permet d'apprécier les critères de longévité de l'association. L'attache

se rapproche du concept d'attachement défini par Centemeri (2015, p 2) : *la (inter)dépendance à une matérialité que l'on façonne autant qu'elle nous façonne, par les processus d'usage et de familiarisation s'inscrivant dans la durée*. Par le projet de vie qui lie la personne à cet espace et les relations fonctionnelles impliquées, il rejoint le concept de dépendance au lieu (Lewicka 2011a *in* Bousquet et al., 2022).

Mais avant tout, le concept d'attache ne peut se concevoir sans son contre-point, le concept d'insertion. L'insertion dévoile une relation multi-échelle au contexte, *via* l'échelle des relations entretenues par le triplet avec des compartiments territoriaux. Par ailleurs, les caractéristiques du contexte sont celles du milieu et donc de nature bio-physico-écolo-écono-sociologique<sup>38</sup>. Il est possible aux sociétés associées à ces compartiments de connaître et reconnaître en quoi ce que fait une personne en triplet peut retentir au-delà du seul espace. Réciproquement, il est possible de considérer les effets, vus comme des contraintes ou des impacts, ou au contraire des opportunités ou des services, émanant du contexte à différentes échelles, sur ce que fait une personne en triplet et sur son projet de vie : ni les sociétés, ni les espaces étanches n'existent. Les dix points mis en exergue en d'autres termes par Mayfroidt et al. (2022) rejoignent ce constat. Pour les intégrer et que l'insertion (de chaque triplet-SE, donc de toute personne) soit accomplie (chemin de l'intégration équitable au monde des hommes en société, voie d'intégration systémique), il est utile, voire impératif, qu'intervienne la reconnaissance des liens mutuels : la reconnaissance par les autres en même temps que le sentiment de participation de la personne à un commun.

L'attache et l'insertion se positionnent à la croisée des disciplines, dans un souci de dialogue entre local et global comme dans un souci d'intégration systémique, celle-ci devant permettre, en second, celle des sociétés. Une fois le modèle du triplet-SE posé, les notions d'ingénierie du triplet-SE et de sa relation au contexte territorial ouvrent des voies pour la correction des approximations et des injustices sociales qui en découlent. Ce faisant, notre travail permet la communication des échelles d'organisation des sociétés et de leurs territoires et ouvre à une meilleure intégration éthique du monde.

<sup>34</sup> *i.e.* sourde, insensible, aveugle,...

<sup>35</sup> LEAP-Agri, 2018-2022: <https://anr.fr/Projet-ANR-18-LEAP-0003>.

<sup>36</sup> différents des liens immatériels de l'attachement de Bousquet et al. (2022); différent de la valeur subjective de Wickel et al. (2016).

<sup>37</sup> différent du lieu virtuel de Besson (2012); compatible avec le lieu de Low & Altman (1992).

<sup>38</sup> ce que ne prennent pas en compte les conceptions monodisciplinaires, par exemple seulement économiques (Garcia Pelufo, 2004) ou professionnelles (<https://www.inegalites.fr/L-insertion-professionnelle-des-jeunes-de-fortes-inegalites-selon-le-diplome>), de l'insertion.

**« M.S. », un triplet-SE classique : « M. S. attend une production agricole de la parcelle XY »**

*J'ai commencé à occuper cet espace (la **personne** M. S. associée à l'**espace géographique** XY, cf. le **triplet**, **objet d'intérêt** en figure 3) il y a plus de **50 ans** (**ancienneté** de l'**activité**). A l'époque il n'y avait que des espèces fourragères et beaucoup d'eau. Avec la sécheresse des années 70 et la **baisse de la production** agricole qui s'en est suivie, j'ai très tôt pensé (cf. **adaptabilité**) qu'il fallait que je développe le **maraîchage** (cf. 1<sup>er</sup> **changement**) pour diversifier mes activités et augmenter mes revenus de façon à **avoir des moyens suffisants**, à partir de mon activité au village, pour **nourrir ma famille** et garantir notamment son approvisionnement en riz, dégager des revenus supplémentaires grâce à la vente de produits (**légumes, fruits, bois**) qui me permettent de **subvenir** à d'autres besoins familiaux (cf. **famille** en tant que **société**) tels **les frais médicaux** et les **fournitures scolaires** des élèves et pour améliorer (système de **cultures maraîchères**) mon équipement pour cultiver dans cette **parcelle** et les autres (cf. **projet de vie** de M. S. dépendant du **bouquet de SE obtenus** sur le triplet-SE mais aussi d'activités de transformation et commercialisation). Malgré la baisse des revenus obtenus à partir de l'arachide et du mil sur les autres parcelles (cf. **autres espaces, autres instances de triplets-SE**), elles continuent de contribuer aux revenus de mon exploitation agricole (complément au **projet de vie**). C'est ainsi que j'ai eu l'idée d'exploiter le potentiel de ce site vu la **disponibilité de l'eau** (la nappe phréatique est à moins de 10 m de profondeur) et la **fertilité du sol** essentiellement « Deck » (M. S. pose un acte : il attend de sa **parcelle XY** une **production agricole** ; c'est l'initiation de l'instance du triplet-SE).*

*J'ai démarré avec les cultures de tomate, de gombo et de riz. C'est par la suite que, dans le souci de **diversifier la production** (cf. modification des SE attendus, du **projet de vie**), j'ai introduit d'autres cultures maraîchères comme le chou, la carotte, le navet... (cf. 2<sup>ème</sup> **changement** de l'activité). Je vends ma production directement (acheminement par charrette ou à dos d'âne) dans les **marchés de Thiès, Tiénaba ou Touba Toul** (cf. **service/opportunité** du **compartiment territorial, complémentarité** pour écouler la production) ; avec le développement des moyens de communication (cf. **service** de société, proposé par le **compartiment territorial**), je peux utiliser les taxis brousse pour acheminer ma production jusqu'à **Dakar** (marché de **Thiaroye**) (cf. **autres espaces du contexte territorial**, avec lesquels le triplet-SE interagit, à différentes échelles, du local au régional/national).*

*J'ai mis en place une pépinière dans la parcelle elle-même pour produire mes propres plants (cf. **savoir-faire, compétence, moyen d'action, adaptabilité** à la **difficulté d'accès aux plants**, 3<sup>ème</sup> **changement** d'activité). Par ailleurs, je fais travailler (cf. **pratique**, ici **culturale**) d'autres personnes (**main-d'œuvre agricole salariée** ajoutée à la **main-d'œuvre familiale** : cf. **moyen d'action, complémentarité** ; cf. **reconnaissance** de la dynamique de « M.S. » par les **chercheurs d'emploi agricole** à l'échelle du pays ; l'**attractivité** de « M.S. » est une forme de reconnaissance) dont la majorité vient de **Ziguinchor, de Niore et de Kaolack** et passe toute la période entre Septembre et Mars sur ma parcelle. De plus en plus, certains d'entre eux demeurent désormais ici (sur la commune) toute l'année (cf. **transformation de société : modification de composition de la population de la commune de Tiénaba**). L'activité fait aussi l'affaire des **puisatiers** qui en tirent profit car ayant en charge la création et l'entretien des puits à l'échelle de la région (cf. **autre personne**, en lien **indirect** avec le triplet-SE car, bien qu'agissant sur la même parcelle, il n'en attend pas de SE mais le paiement de son acte ; M. S. coordonne l'activité : cf. **coordination**).*

*Du fait des succès obtenus et grâce à l'effet tache d'huile, une grande partie des personnes qui disposent de terres aux alentours ont reproduit mon exemple (cf. **autres personnes**, formant d'autres instances de triplet-SE et en relation indirecte [via **réseau de liens**] avec M. S. [cf. **reconnaissance** du succès de « MS » ; son **exemplarité** à l'échelle locale est une forme de reconnaissance]). Nous avons alors tous planté des haies vives (cf. **moyen d'action** ; projet communal d'agroforesterie : cf. **projet de société, coordination, transformation** du **compartiment territorial**, via la modification [**adaptation coordonnée**] des activités des membres de la **société**), de manguiers notamment, pour **protéger les parcelles**, d'**eucalyptus en brise-vents** et pour la **production de bois** (cf. amélioration de la **performance** de « M.S. » en diminuant l'effet vent, **dys-service** climatique ; **adaptation** pour meilleure **cohérence** des activités par rapport à l'objectif de production agricole ; 4<sup>ème</sup> **changement** d'activité). Par notre action, le **paysage** s'est transformé. C'était un espace de pâture ouvert, couvert de hautes herbes (une **savane arborée pastorale**) ; c'est maintenant un espace entièrement cultivé et irrigué avec des parcelles fermées de haies (un **bocage agricole**) (cf. **transformation** du **paysage**).*

*Toutefois, nous sommes confrontés à un certain nombre de **contraintes**. La **technique d'irrigation** (cf. **moyen d'action**) (eau pompée du puits et distribuée par canalisation dans plusieurs bassins répartis dans la parcelle) ne garantit pas une grande efficacité de l'eau : nous souhaiterions avoir les moyens de mettre en place celle du **goutte à goutte** (cf. **alternative, complémentarité**) par exemple, non seulement pour accroître la production (cf. **performance** de la production agricole) mais aussi pour économiser l'eau (cf. **adaptabilité à la pénurie d'eau**) étant donné la **baisse du niveau de la nappe phréatique** (cf. **effet non intentionnel**, impactant le triplet et les espaces au-delà). Nous manquons de moyens pour le renouvellement et l'entretien des équipements d'irrigation (**dys-service** imposé par les **compartiments territoriaux** : cf. **contrainte**).*



Planches de jeunes plants de tomates sur la parcelle (pépinière)



Nouveau puits construit sur la parcelle, pour remplacer l'ancien, détérioré



Manguier à l'entrée de la parcelle sous l'ombre duquel l'enquête est menée



Haie vive et eucalyptus en bordure de parcelle (brise-vent, bois)



Bassins d'eau répartis sur la parcelle et alimentés par le puits

(© Loireau M. et Dieng M.)

**Légende** : Dires de M. S. (style noir et italique) – mise en parallèle avec le vocabulaire du cadre conceptuel (style orange et gras pour les classes UML suggérées par le texte, style noir et gras pour leurs caractéristiques attributaires trouvées dans le texte)

Figure 6. Formulation de l'instance « M.S. » de triplet-SE — Outline of the « MS » SE-triplet instance.

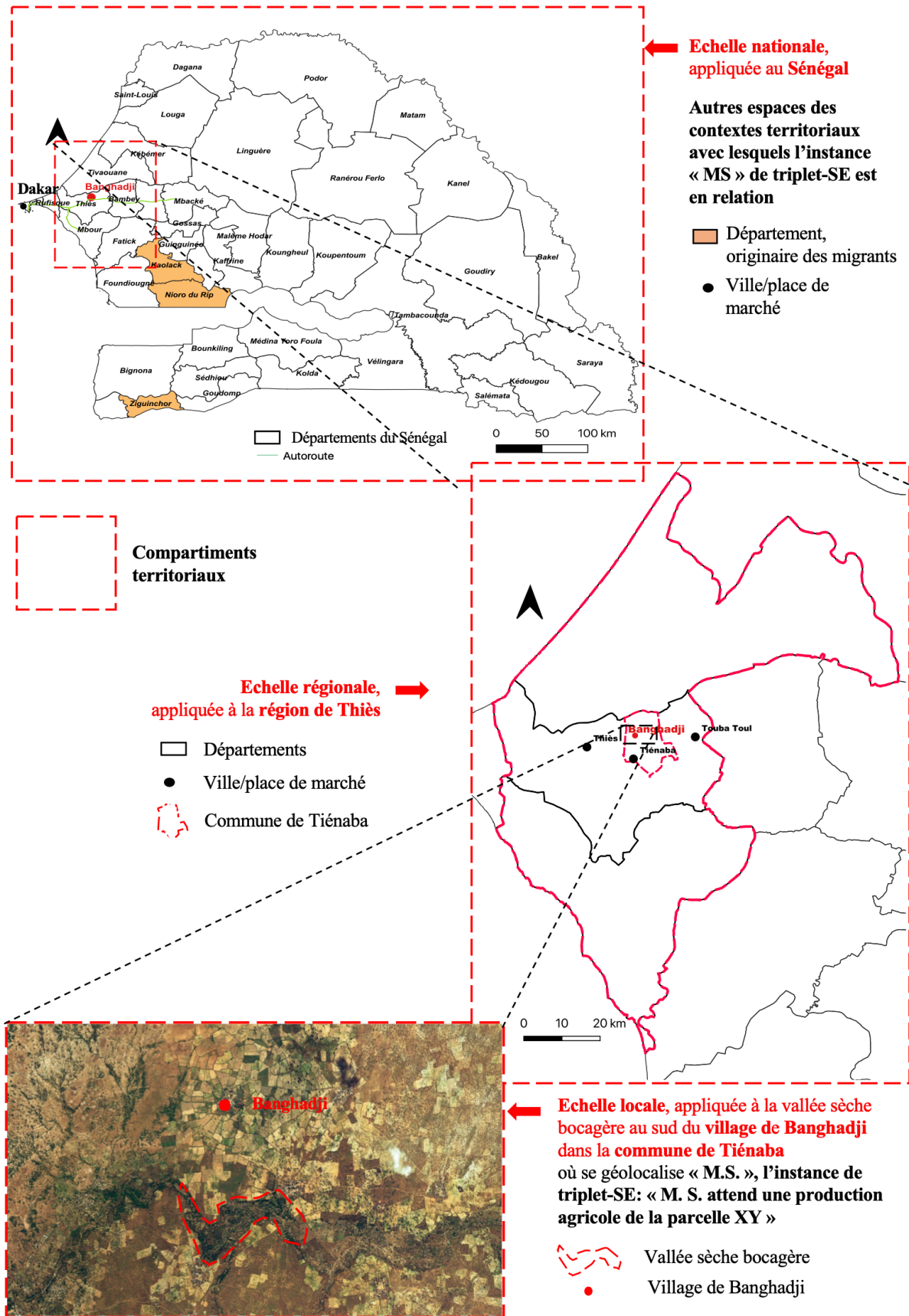


Figure 7. Contexte territorial multi-échelle de l'instance « M.S. » de triplet -SE — Multi-scale territorial context of “MS” SE-triplet instance.

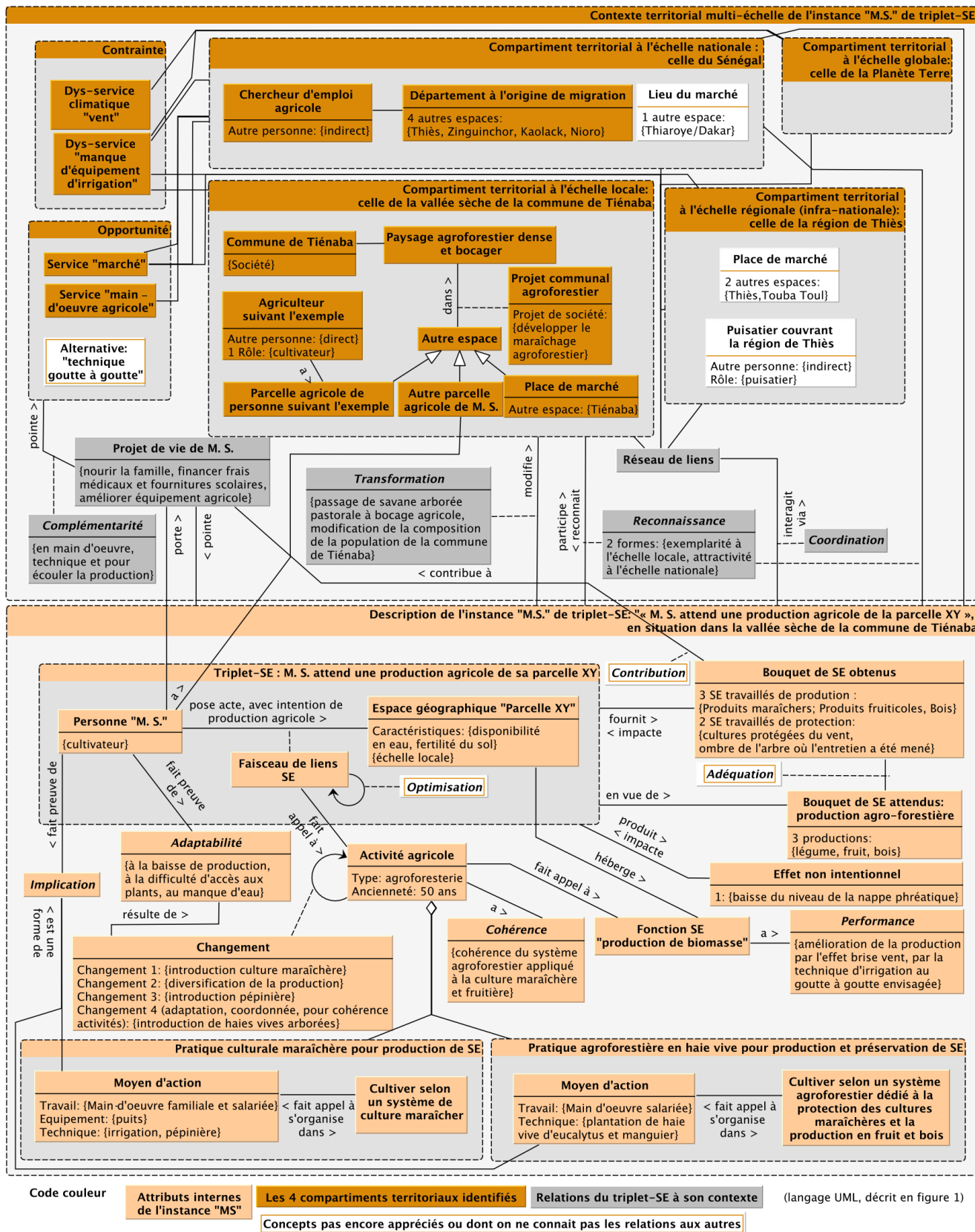


Figure 8. Diagramme UML RESOMI de l'instance « M.S. » de triplet-SE — RESOMI UML diagram of the "M.S." triplet-SE instance.

**9a. Rapprochement du texte à la sémantique du cadre conceptuel**

Dans les communes de Niakhar et Khombole (compartiments territoriaux), certains villages sont caractérisés par un peuplement végétal ligneux (en capacité de fournir plusieurs SE : approvisionnement, régulation, services culturels) relativement important composé d'espèces d'âges variés et par la pratique de la Régénération Naturelle Assistée (RNA, technique d'agroforesterie qui consiste à protéger et gérer les repousses naturelles [pousses] que produisent les souches d'arbres et arbustes dans les champs [Botoni *et al.*, 2010] ; pratique pour préserver l'arbre et ainsi les SE qu'il peut rendre : activité de gestion de SE).

Les acteurs de la gouvernance des arbres sont constitués des populations autochtones, des autorités administratives régionales (sous-préfet) et locales (chef de village, élus locaux), des agents de services techniques et de projets de développement (ANCAR, Eaux et forêts, Élevage), des membres des comités de gestion et de surveillance des ressources naturelles, d'Associations Villageoises de Développement et des religieux (autant d'instances de coordination). Le mode de gouvernance (2 types de triplets sont distingués par leur mode de gouvernance) des arbres est collectif à Niakhar (projet de société : le mode de gouvernance est un des éléments du projet villageois) et individuel (au niveau de l'exploitation agricole) à Khombole (projet de vie de chaque exploitant en triplet : le mode de gouvernance est un des éléments du projet de vie du chef d'exploitation).

Des facteurs internes comme une prise de conscience consécutive à la dégradation avancée des ressources et aux avantages (bouquet de SE attendus) que peuvent procurer les arbres (aliments, bois, fertilisation des champs (SE d'approvisionnement et de régulation recensés), ont été à l'origine d'initiatives locales (pas obligatoirement directes, *i.e.* prenant place dans des triplets, mais aussi indirectes, *i.e.* agissant sur la coordination, voire la régulation). Des facteurs externes comme les projets de Gestion Durable des Terres - GDT (services proposés par le contexte) ou le climat (contrainte imposée par le contexte) ont favorisé aussi cette prise de conscience (processus de reconnaissance initialisé).

« A l'issue de concertations villageoises (mode de gouvernance, *via* instances villageoises ou autres), nous avons mis en place des organisations de surveillance locales (coordination, lien indirect) pour protéger la brousse (activité de coordination de gestion de SE, avec la mise en place d'une nouvelle activité dans ce cas) et avons désigné des gardiens (autres personnes en lien indirect avec les parcs agroforestiers, avec dans ce cas un rôle de veille du respect des droits et devoirs s'exerçant sur les espaces des triplet-SE concernés). Avec les projets de GDT, nos pratiques traditionnelles associées aux lois et réglementations de l'État (gouvernance nationale) ont permis de définir des règles (droits et devoirs des acteurs en chaque espace géographique) pour rationaliser les coupes (cohérence systémique académique et empirique de l'activité). »

De plus, des interdits traditionnels dissuasifs (coordination par réseau de liens [traditionnels]) ont toujours existé.

« Un enfant qui coupe un arbre meurt », ou « des arbres sont protégés car lieux de culte ou dans des bois sacrés (SE culturel) », .... Malgré tout, la dégradation des arbres n'a cessé de s'amplifier du fait de la croissance démographique (contrainte imposée par le contexte) et de l'augmentation des besoins. »

Des actes sont alors posés et portés par l'ensemble des parties prenantes (processus de reconnaissance en cours : prise de conscience, acte posé, SE nommé avec l'intention de le préserver [gestion SE] ; la reconnaissance par la société est ici impérative ; les gens sont mis devant leurs responsabilités [non seulement bonnes pratiques personnelles — bonne gestion de SE, mais aussi coordination de la bonne gestion de SE *via* surveillance]) pour une revalorisation des ressources et une durabilité de l'arbre dans l'écosystème.

« Chaque villageois est un gardien de la brousse ; des dénonciations sont faites par des villageois à la suite d'infractions. La surveillance s'effectue même au-delà de notre terroir villageois » (coordination locale monitorée par gouvernance nationale, par acteur non local). L'accès aux ressources est réservé aux ayants droit et à tout villageois bénéficiant d'une autorisation après négociation avec le propriétaire du champ et constat du comité de gestion (instance de coordination ; droits et devoirs des personnes sur les espaces des triplet-SE concernés, qui, par leur « rédaction puis application » fondent l'existence légale du triplet et la responsabilité de la personne). Des périodes de ramassage de bois sont définies (changement des pratiques selon cohérence systémique et adaptabilité des exploitants) et l'accès est libre pour les villageoises résidentes ou non sauf à Yenguélé et Mboukhoutour. Pour toute coupe d'arbre, un permis est délivré par l'agent des Eaux et forêts et le comité de gestion est avisé. Tout fraudeur paye l'amende fixée, personne n'est épargné. Si l'infraction est commise par un transhumant établi dans le village, la responsabilité revient à l'exploitant qui l'accueille. (définition des règles (principes) et application/ coordination par le réseau de liens). »

**9b. Réécriture du texte selon la logique (sens) du cadre conceptuel**

Une prise de conscience par une société est décrite, celle d'un SE manquant du fait de l'altération d'une fonction écologique -- la croissance des arbres et la production de bois (et autres produits), ayant pour origine l'excès de coupe.

Il s'en suit une action de gouvernance locale pour utiliser (coordination) un cadre légal (national, existant) pour la gestion de ce SE : organiser la coupe / optimiser les actions de coupe ; par 1) une logique préventive de coupe dommageable (loi qui organise les droits de coupe et les devoirs) et organise les actions à suivre ; 2) une logique dissuasive/punitive de coupe illicite (logique coercitive impliquant surveillants et amendes. La reconnaissance ici est plutôt celle de coupables parmi les personnes en triplet-SE et ne respectant pas les règles, donc endommageant le potentiel attendu par les parties prenantes.

L'initiative implique tout acteur direct (impliqué dans un triplet en matière de coupe) ou indirect (en matière de surveillance). Est reconnue la responsabilité de chacun devant s'investir, chacun à son niveau, selon ses compétences et prérogatives, pour protéger la production de SE. Même les gestes de prévention effectués par l'exploitant chez lui (par auto-application de la loi) relèvent du devoir et de la responsabilité édictée par le contexte territorial et relayée par son réseau de liens (de surveillance en l'occurrence).

Toutes les personnes en triplet (exploitant le bois) sont concernées et rendues responsables de leurs actes mais doivent aussi surveiller ceux des autres, exploitant le même espace ou tout autre espace.

Légende : Extrait d'un rapport (Diop, 2020, p 89) sur la gouvernance de l'arbre dans les communes de Niakhar et Kombole au Sénégal (style noir et italique) – mise en parallèle avec le cadre conceptuel (style orange)

**Figure 9.** Confrontation au cadre conceptuel d'un extrait textuel sur la gouvernance de l'arbre au Sénégal — *Confronting a report extract on tree governance in Senegal to the conceptual framework.*

**10a. A propos de l'instance « M.S. » de triplet-SE**

L'entretien témoignant de la relation de M. S. à la parcelle maraîchère agroforestière XY en vue d'une production agricole, une instance de triplet-SE « classique » est formulée (Figure 6), géolocalisée dans sa relation à quatre compartiments territoriaux d'échelles différentes (Figure 7), puis modélisée en langage UML (Figure 8).

On constate que le cadre conceptuel, et plus précisément le modèle RESOMI, réussit *a posteriori* à structurer selon sa logique « triplet en relation avec contexte » et sa sémantique conceptuelle, les données relatives à une instance observée.

En abordant le mouvement de populations en tant que main-d'œuvre agricole, l'entretien suscite un questionnement sur les changements possibles dans les villages ; il ne les précise pas. Le cadre conceptuel, tout en ayant prévu la possibilité de changement du contexte territorial, ne l'a pas anticipé au-delà de la notion générale. Toutefois, le modèle RESOMI (non figé, améliorable) peut être complété en ce sens. En toute situation, cette flexibilité du modèle sera sollicitée si une anomalie ou un manque (de précision par exemple) est décelé au moment d'une campagne de collecte de données.

Réciproquement, le cadre conceptuel pointe des questionnements sur la relation à la société qui n'ont pas été abordés lors de l'entretien, par exemple à propos du sentiment même de M.S. sur la place qu'il pense occuper dans les différents compartiments de son contexte, sur la reconnaissance qu'il en ressent et son sentiment d'appartenance.

Ceci montre à rebours en quoi ce cadre peut concourir à la phase préparatoire d'une campagne de terrain (et à son modèle d'observation de l'objet d'intérêt [Loireau *et al.*, 2017b]) en proposant un format aux formulaires d'observation (quels items observer, selon quelles modalités, ...) ou une logique aux protocoles de collecte et d'échantillonnage.

Sur le terrain, les instances de triplet-SE, par exemple du type de celui de M. S., sont en situation ; des données concernant chacune d'elles peuvent être collectées, au niveau de toute classe en vert dans la figure 4, concepts au plus près du terrain dont on peut recenser les caractéristiques d'attributs aux modalités qualitatives ou quantitatives (tout autant que les protocoles d'observation aient été définis, ce qui n'est pas l'objectif de ce travail).

Les classes en bleu sur les figures 4 et 5 représentent des concepts de plus haut niveau d'abstraction ; n'étant pas directement mesurables, elles peuvent être approchées à l'aide des concepts (en vert) dont ils dérivent ; par exemple, l'implication peut se mesurer par la quantité de travail fourni, le temps de travail, le savoir-faire impliqué, le matériel nécessaire (à acheter, louer, partager, *etc.*). Ces classes (bleu), indirectement alimentées par des données sur classes concrètes (vert), représentent les points de vigilance qui, regroupées selon le modèle AIM, constituent un poste d'observation et de pilotage de la relation société-milieu.

Un travail à venir serait ensuite de développer à partir de ce cadre un modèle physique de base de données relationnelle où les données collectées seraient mises en relation selon des règles qui facilitent l'étude (stockage, tri en fonction des questionnements, analyse des données) de la relation société-milieu et permettent même de la piloter et, en cela, seconder la gouvernance.

**10b. A propos de la gouvernance de l'arbre**

Ce cas de terrain présente des particularités qui n'empêchent pas la description de la relation société-milieu de prendre place dans notre cadre conceptuel (comme le montrent les insertions en orange dans le texte de la figure 9a et la réécriture proposée ensuite en figure 9b).

- les actes posés le sont sur des arbres et non directement des espaces ;
- deux types de triplets sont distingués par leur mode de gouvernance, représentés dans le texte par les instances localisées à Niakhar, de gestion collective des arbres (la personne venant pratiquer une coupe sur un commun) et celles de Khombole, de gestion individuelle (la personne étant l'exploitant agricole de la parcelle) ; la distribution spatiale des triplets en est radicalement différente ;
- la donnée est essentiellement contextuelle et relate un aspect de la gouvernance : comment le contexte enrôle et coordonne (*top down*) les pratiques menées sur les arbres dans les espaces concernés ; celles-ci ne sont pas détaillées ici ; l'attention porte essentiellement sur les fonctions de régulation (de niveau national) et de coordination (de niveau local) ; deux compartiments territoriaux sont identifiés dans le contexte ;
- ce cadre légal et la coordination par le réseau de liens s'applique à l'ensemble des triplets, quel qu'en soit le mode de gouvernance.

**Figure 10.** Mises en perspective des deux situations de terrain — *Putting the two field situations into perspective.*

Une originalité du cadre conceptuel réside dans sa polyvalence (généricité). Les modèles RESOMI et AIM ont la capacité de s'adapter aux particularités de toute question de société *via* la spécialisation des classes générales (*cf.* langage UML) ; le transfert de connaissance de chaque discipline impliquée y est possible, avec son vocabulaire spécifique. Sa précision

et son formalisme, son caractère partageable, adaptable et évolutif, lui confèrent rigueur et forte adaptabilité à la construction interdisciplinaire<sup>39</sup>, ainsi que richesse dans son potentiel à traiter une diversité de questions

<sup>39</sup> Il peut être considéré comme une plateforme en puissance d'intégrer l'interdisciplinarité.



de société. Ce cadre conceptuel partage les mêmes critères d'analyse quelles que soient la zone d'étude ou la discipline et peut ainsi traiter de questions de société très diverses, plus ou moins complexes, le plus souvent de type interdisciplinaire (**Figure 11a**). Dès sa forme encore conceptuelle, ou plus tard sous une forme implémentée (logicielle ou numérique), il peut aussi contribuer aux dispositifs scientifiques et techniques pérennes de type observatoire (**Figure 11b**). L'ensemble de ces caractéristiques lui confère un caractère d'universalité. Il présente de plus le potentiel de résoudre des verrous méthodologiques, par exemple d'intégration, non seulement systémique mais aussi entre groupes sociaux et au sein des sociétés (en observatoire notamment, **figure 11b**) ou d'accompagnement des sociétés pour le développement de leurs territoires (**Figure 11c**).

De façon générale, l'originalité du cadre conceptuel réside dans la méthodologie combinant une approche non cloisonnée (interdisciplinarité), recherchant l'articulation et l'intégration de connaissance par l'analyse de processus et fonctions impliqués dans les interactions (approche fonctionnelle et systémique) et recherchant la généralité par synthèse et abstraction progressive. De plus, la méthode a été conçue dès le départ pour se faire seconder par l'ingénierie logicielle et informatique ; elle héberge donc ce potentiel (non encore développé dans ce travail). Son originalité consiste aussi dans les modèles complémentaires construits, RESOMI pour guider l'observation (en amont du travail de terrain) et décrire (en aval du terrain) toute relation société-milieu, AIM pour la piloter (aide à la gouvernance).

Une autre originalité tient au positionnement ontologique de l'approche. Le schème choisi au commencement de la démarche (objet d'intérêt en relation avec contexte), relevant de l'approche par compartimentation systémique, est différente de l'opposition classique homme-nature. Le milieu est tout aussi empreint de composantes bio-physiques *l.s.* que d'hommes en action et interaction. Il en résulte que les fonctions identifiées de la relation société-milieu ne négligent pas les relations entre personnes pour ne s'intéresser qu'à celles de la personne à un environnement bio-physiques *l.s.* plus ou moins anthropisé. Au contraire, le niveau d'abstraction croissante implique des interactions toujours plus sophistiquées entre personnes. Le positionnement ontologique de l'approche demeure humaniste.

Le schème de départ débouche lui-même sur l'originalité du duo de fonctions attache-insertion. Les interactions entre personnes étant prises en compte<sup>40</sup> (principalement dans le modèle RESOMI),

l'approche (en particulier le modèle AIM) articule par la connaissance mise à disposition et les données collectées *in situ* (relatives aux fonctions des ingénieries proposées dans AIM) les leviers d'une gouvernance à bâtir, fondée sur les choix de société<sup>41</sup> qui supervisent et pilotent à toute échelle l'équilibre attache-insertion de la personne au monde.

## Remerciements

Nous remercions M. Samb, chef du village de Banghadji, pour le temps qu'il a consacré à nos échanges sur son projet de vie et ses activités menées dans son champ.

Ce travail a bénéficié du support financier de *UE Eranet LEAP Agri-215 project Roles of Agroforestry in sustainable intensification of small farMs and food SEcurity for SocIeties in West Africa (RAMSES II)*, <https://www.ramsesiiagroforesterie.com>

Nous remercions le projet RamsesII pour la mise en situation de terrain qu'il a permise, pour l'opportunité qu'il a offerte de formaliser notre cadre conceptuel d'étude de la relation société-milieu et pour l'élan qu'il a apporté à cette conceptualisation interdisciplinaire.

## Bibliographie

- Aquilina L., 2023. *Comment je suis entré « en zone critique » avec le philosophe Bruno Latour. The conversation*, <https://theconversation.com/comment-je-suis-entre-en-zone-critique-avec-le-philosophe-bruno-latour-196322>, (04/05/2023).
- Barrière O. & Bes C., 2017. Droit foncier et pastoralisme, entre propriété et territoire. *Vertigo*, **17**(1), art. no 18362, <https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2017-v17-n1-vertigo04405/1057450ar/>, (04/05/2023).
- Besson R., 2012. *Les lieux de l'interaction. Fréquentation du stade et intégration sociale à Neuchâtel*. Thèse de doctorat : Université de Franche-Comté, Besançon (France) & Université de Neuchâtel (Suisse), <https://hal.science/tel-01374281>, (04/05/2023).
- Booch G., Rumbaugh J. & Jacobson I., 2005. *Unified Modeling Language user guide*. 2<sup>nd</sup> ed. Reading, MA, USA: Addison-Wesley Longman.
- Botoni E., Larwanou M. & Reij C., 2010. La régénération naturelle assistée (RNA) : une opportunité pour reverdir le Sahel et réduire la vulnérabilité des populations rurales. *In : Le projet majeur africain de la Grande Muraille Verte : concepts et mise en œuvre*. Marseille, France : IRD Éditions, [doi.org/10.4000/books.irdeditions.2122](https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.2122)
- Bousquet J.F. et al., 2022. *Attachements et changement dans un monde en transformation*. Versailles, France : Éditions Quæ.

<sup>40</sup> quand ceci est pertinent.

<sup>41</sup> collectifs, discutés, partagés - sans détailler à ce stade, ceci est à construire mais la potentialité est là.

<p><b>a. Un cadre conceptuel en capacité de traiter de questions de sociétés très diverses</b></p> <p>Le cadre conceptuel ainsi que les concepts d'attache et d'insertion au monde qui en ont été dégagés, supportés par l'ensemble des classes abstraites introduites dans le raisonnement, autorisent un recul dans l'analyse des relations société-milieu pour, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tracer des voies pour mieux insérer des acteurs dans leur territoire, des populations (même non organisées ou non coordonnées, même agissant sur des espaces petits ou morcelés) dans la société mondiale, en identifiant et reconnaissant leur contribution au tout : la reconnaissance, à une échelle plus globale, de la contribution de chacun (sa participation, réalisée à partir de son échelle locale), par exemple la prise en compte d'activités participant au cercle vertueux de l'intégration systémique des activités (vers la viabilité systémique) ;</li> <li>• évaluer l'autonomie d'action et les moyens d'exercer sa liberté de choix dans un projet personnalisé (qui plaise, dont on a envie), évaluer la force de proposition des territoires (contexte) et estimer quelle part du projet de vie individuel prend part au et trouve sa place dans le projet de société ;</li> <li>• mener des études sur les tendances aux mouvements de population (mobilité et migration vs force de cohésion du triplet) ;</li> <li>• généraliser encore à toute notion de service (pas seulement SE), la question de société, le milieu pouvant revêtir un caractère où la part naturelle de l'environnement serait moindre dans le milieu (par exemple si l'espace géographique du triplet est une banlieue).</li> </ul>	<p><b>b. Un cadre conceptuel en capacité de contribuer aux dispositifs scientifiques et techniques pérennes de type observatoire</b></p> <p>Dans nos travaux antérieurs (Loireau <i>et al.</i>, 2015, 2017b), nous avons construit un modèle conceptuel d'observatoire scientifique, le modèle OSAGE (Observatoire Scientifique en Appui à la GEstion territoriale) qui a pour vocation d'apporter à une question de société posée (et qui traite donc de relations société-milieu) la connaissance en amont nécessaire en amont à la prise de décision. Dans ce modèle, la prise de décision n'appartient pas à l'observatoire mais relève, indépendamment du dispositif d'observatoire, du « gestionnaire de territoire », situé à l'extérieur de l'observatoire. Le gestionnaire s'appuie sur la production scientifique de l'observatoire dont les prérequis de pertinence au regard de la question posée, de qualité des protocoles d'acquisition et d'analyse et d'impartialité sont une garantie de validité.</p> <p>Ce sont le cadre conceptuel proposé et discuté ici comme suffisamment générique et ses possibles développements numériques, informatiques, qui sont candidats à prendre place dans le dispositif-type (scientifique et technique) d'un observatoire société-milieu, et ainsi seconder les « campagnes de terrain ».</p> <p>Cela ouvre une perspective intéressante qui, fondamentalement, resitue la campagne de terrain au plus près des hommes, de leurs activités et projets (projet de vie) et de leur « relation au monde » (relation société-milieu). Les aspects que couvrent le cadre général semblent en effet en capacité d'enregistrer, de véhiculer un vécu à partir de l'observation locale, mais aussi de documenter les réseaux de liens existant au-delà du local, de diagnostiquer comment/en quoi ceux-ci pourraient être complétés et, par là, d'intégrer les échelles.</p> <p>Les personnes directement concernées (celles œuvrant en triplet) mais aussi les autres acteurs identifiés dans le contexte seraient alors plus facilement en mesure d'utiliser les résultats produits par l'observatoire en tant qu'arguments solides, fondés, dans le débat de société et la prise de décision subséquente.</p> <p>Ceci nous semble une perspective significative sur ce long chemin pour que la transition se fasse entre le produit de l'activité scientifique d'une part, et son assimilation dans le débat public d'autre part, soutenue par l'ingénierie proposée ici d'intégration d'échelle dans la relation du triplet à son contexte.</p>
<p><b>c : Un cadre conceptuel en capacité d'accompagner des sociétés pour le développement de leurs territoires</b></p> <p>Les territoires du monde entier sont de plus en plus sous contrainte environnementale et sociale du fait du changement climatique et de la mondialisation vécus ces dernières décennies. Les mécanismes dont ils souffrent sont globalisés. Les objectifs d'adaptation (<i>e.g.</i> les ODD) sont fixés à différentes échelles. Les logiques sont partiellement appréhendées et portées à connaissance par le monde scientifique. Dans ce contexte, des solutions techniques, sociales et juridiques peuvent émerger des territoires (innovations endogènes) et/ou y être introduites (innovations exogènes), mais pour être adéquates, il les faut adaptées et adoptées et que leur promotion sur le moyen-long terme sur de larges espaces soit non seulement réalisable mais n'engendre pas d'inégalités territoriales et sociales.</p> <p>Le cadre conceptuel ainsi que les concepts d'attache et d'insertion au monde devraient faciliter l'étude de leur cohérence systémique et de leurs répercussions (y compris celles, « externes », s'exerçant au-delà du triplet-SE). Ils donnent les moyens de repérer, pour ensuite les promouvoir, les triplets-SE dont les résultats sont non seulement performants et optimisés localement mais aussi les mieux insérés aux échelles plus englobantes.</p>	

**Figure 11.** Polyvalence du cadre conceptuel — *Versatility of the conceptual framework.*

- Cambien A., 2008. *Une introduction à l'approche systémique : appréhender la complexité*. [Rapport de recherche] Lyon, France : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU).
- Centemeri L., 2015. *L'apport d'une sociologie des attachements pour penser la catastrophe environnementale*. *Raison Publique*, 23 septembre.
- Chenorkian R., 2020. Conception et mise en œuvre de l'interdisciplinarité dans les Observatoires Hommes-Milieux (OHM, CNRS). *Nat. Sci. Soc.*, **28**(3-4), 278-291, doi.org/10.1051/nss/2021002
- Chevallier T. et al., 2020. Paris Climate Agreement: promoting interdisciplinary science and stakeholders' approaches for multi-scale implementation of continental carbon sequestration. *Sustainability*, **12**(17), 6715, doi.org/10.3390/su12176715
- David G., Mirault E., Pennober G. & Révillion C., 2012. Unités Paysagères et services écosystémiques, l'exemple des récifs coralliens. *Vertigo*, **HS14**, doi.org/10.4000/vertigo.12570
- Dérior P., 2012. *L'apparence des choses. Analyser les paysages pour comprendre les systèmes territoriaux*. HDR : E.N.S. de Lyon (France).
- Di Méo G., 1998. *Géographie sociale et territoire*. Paris : Nathan.
- Diop M.F., 2020. *Analyse de la gouvernance des parcs agroforestiers à Faidherbia albida et Guiera senegalensis dans les zones de Niakhar et Khombole*. Mémoire : ENSA, Économie et Sociologie rurale, Thiès (Sénégal).
- Fargette M. et al., 2018. Conceptual analysis of climate change in the light of society-environment relationships: observatories closer to both systems and societies. In: Serrao-Neumann S., Coudrain A. & Coulter L., eds. *Communicating climate change information for decision-making*. Cham: Springer, 29-43.
- Fargette M., Loireau M. & Libourel T., 2019. The relationships between man and his environment: a systemic approach of system earth viability. In: Barrière O. et al., eds. *Coviability of social and ecological systems: reconnecting mankind and biosphere in an era of global change. Vol. 1: The foundations of a new paradigm*. Dordrecht, The Netherlands: Springer Nature, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-78497-7>, (08/05/2023).
- Fargette M., Loireau M. & Libourel T., 2022. La genèse systémique d'empreinte pour une maîtrise de l'observation de la Terre. *Rev. Int. Géomatique*, **31**(1-2), 135-197, doi.org/10.3166/rig31.135-197
- Garcia Pelufo J.I., 2004. MERCOSUR's insertion into a globalized world. In: *Proceedings of the conference MERCOSUR: in search of a new agenda, June 2003, Getulio Vargas Foundation, Rio de Janeiro*. 1<sup>st</sup> ed. Buenos Aires, Argentina: IDB-INTAL.
- Kilelu C.W., Klerkx L. & Leeuwis C., 2013. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agric. Syst.*, **118**, 65-77, doi.org/10.1016/j.agsy.2013.03.003
- Klapwijk C.J. et al., 2014. Analysis of trade-offs in agricultural systems: current status and way forward. *Curr. Opin. Environ. Sustainability*, **6**, 110-115, doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.012
- Loireau M., Fargette M., Desconnets J-C. & Libourel T., 2015. Observatoire Scientifique en Appui à la Gestion du territoire (OSAGE). Entre espaces, temps, milieux, sociétés et informatique. In: *Actes de la Conférence internationale SAGEO - Spatial Analysis and Geomatics, 24-27 novembre 2014, Grenoble*, [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers16-02/010064550.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-02/010064550.pdf), (08/05/2023).
- Loireau M. & Ben Khatra N., 2017a. Désertification et système terre : de la (re)connaissance à l'action. *Liaison Énergie Francophonie*, **105**, 11, [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers17-08/010070726.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-08/010070726.pdf), (08/05/2023).
- Loireau M., Fargette M., Desconnets J.C. & Khiari H., 2017b. Observatoire scientifique en appui aux gestionnaires de territoire, entre abstraction OSAGE et réalité ROSELT/OSS. *Rev. Int. Géomatique*, **27**(3), 303-333.
- Loireau M. & Fargette M., 2022. Science paysagère au service de l'observatoire scientifique Sociétés-Milieux en appui à la gestion territoriale. *J. Interdiscip. Methodol. Issues Sci.*, **6**, doi.org/10.46298/jimis.8762
- Low S. & Altman I., 1992. Place attachment: a conceptual inquiry. In: Altman I. & Low S. (eds.) *Place attachment*. New York, NY, USA: Plenum Press.
- Madin J. et al., 2007. An ontology for describing and synthesizing ecological observation data. *Ecol. Inf.*, **2**, 279-296.
- Mayfroidt P. et al., 2022d. Ten facts about land systems for sustainability. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **119**(7), doi.org/10.1073/pnas.2109217118
- MEA(MillenniumEcosystemAssessment),2005.*Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press, <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>, (08/05/2023).
- Méral P., Péresse A. & Pesche D., 2016. Conclusion - Les services écosystémiques, entre controverses et certitudes. In: Méral P. & Pesche D., eds. *Les services écosystémiques : repenser les relations nature et société*. Versailles : Éditions Quæ, 249-264,
- Moine A., 2007. *Le territoire : comment observer un système complexe*. Paris : Édition L'Harmattan.
- Moine A. & Sorita N., 2015. *Travail social et territoire – Concept, méthode, outils*. Rennes, France : Presses de l'EHESP.
- Olivier A. et al., 2022. Transitioning to a viable world. In: *Proceedings of the 5<sup>th</sup> World Congress on Agroforestry, July 17-20, 2022, Québec, Canada*.
- Picouet M. et al., 2004. *Environnement et sociétés rurales en mutation : approches alternatives*. Paris : IRD.

- Robert S. & Chenorkian R., 2014. Introduction - Étudier les interactions hommes-milieus, pourquoi et comment ?  
*In* : Chenorkian R. & Robert S., éd. *Les interactions hommes-milieus*. Versailles, France : Éditions Quæ, 9-22.
- Sultan B. et al., 2021. Changements climatiques et agriculture : impacts et adaptation en Afrique de l'Ouest.  
*In* : Cohen M. & Giusti C., éd. *Milieus extrêmes et critiques face au changement climatique : climats, territoires, environnement*. Paris : Sorbonne Université Presses, 139-154.
- Wickel A., Sabinot C., Dumas P. & David G., 2016. Valeur des lieux et gestion intégrée des zones côtières en Nouvelle-Calédonie. *In* : Robert S. & Melin H. (Dir.). *Habiter le littoral, enjeux contemporains*. Aix-en-Provence, France : Presses Universitaires de Provence & Presses Universitaires d'Aix-Marseille, 339-408
- Zhang W. et al., 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol. Econ.*, **64**(2), 253-260.
- (37 ref.)