



HAL
open science

Spatialiser un risque environnemental via les perceptions locales : une démarche, trois terrains (Equateur, Tunisie, Laos)

Mehdi Saqalli, Nicolas Maestriperi, Marine Jourden, Melio Saenz, Eric Maire

► To cite this version:

Mehdi Saqalli, Nicolas Maestriperi, Marine Jourden, Melio Saenz, Eric Maire. Spatialiser un risque environnemental via les perceptions locales : une démarche, trois terrains (Equateur, Tunisie, Laos). Pathologies environnementales : identifier, comprendre, agir, CNRS Editions, pp.77-112, 2018. hal-01870369

HAL Id: hal-01870369

<https://univ-tlse2.hal.science/hal-01870369>

Submitted on 7 Sep 2018

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.

SPATIALISER UN RISQUE ENVIRONNEMENTAL VIA LES PERCEPTIONS LOCALES : UNE DEMARCHE, TROIS TERRAINS (EQUATEUR, TUNISIE LAOS)

Mehdi Saqalli, Nicolas Maestriperi, Marine Jourden, Melio Saenz, Eric Maire

Introduction

La scène à laquelle un des auteurs a assisté est sinon pittoresque, du moins originale :

Région de Maradi, Niger : Dans une maison en pisé et banco issue d'un projet de « construction sans bois » des années 90, un chercheur en écologie explique à un enquêteur local expérimenté le questionnaire à « administrer » dans les villages alentour : il s'agit sur base déclarative de recenser les arbres présents il y a une génération, ceux visibles actuellement et ainsi de déduire les espèces disparues localement à cause du changement climatique. L'enquêteur demande s'il doit recenser uniquement les espèces présentes dans le passé et existant encore ou plutôt toutes les espèces présentes. Le chercheur répète son explication. L'enquêteur repose sa question. Ce dialogue de sourd a duré 1 heure et quart sans progrès. Le blocage résidait dans le fait que l'enquêteur avait bien noté le présupposé inconscient du chercheur : il n'y avait pas eu d'apparition de nouvelles espèces d'arbres sur ce terrain, supposé qui était en effet parfaitement faux. Le chercheur ne voyait rien.

Cette anecdote révèle le poids des choix et positionnements que des chercheurs (ou d'autres observateurs) peuvent, consciemment ou inconsciemment poser comme préalables dans leurs recherches, préalables qui peuvent être révélés par des praticiens. Ceux-ci sont décrits comme « connaissant le problème », « expérimentés ». Que signifient ces éléments qui apporteraient un plus dans la compréhension d'un enjeu entre hommes et natures ? Une approche formelle, de type hypothético-déductif avec recueil des données, ne serait-elle pas suffisante pour appréhender une question, un enjeu ?

Pour cela, après avoir présenté les deux diptyques fondamentaux qui nous paraissent essentiels à poser, à savoir données et variables d'une part, mesures et perceptions de l'autre, nous présentons l'outil zonage à dire d'acteurs, non pas comme une panacée mais comme une des portes d'entrée formalisant l'étape d'entrée, d'appréhension d'un enjeu ou d'une question de santé environnementale. Son usage et son non-usage, vu au travers de la combinaison des quatre éléments des deux diptyques indiqués ci-dessus, nous permet d'introduire les différents questionnements épistémologiques soulevés dans l'appréhension d'un enjeu de santé environnementale, permettant ainsi de proposer une démarche d'investigation articulant selon un ordre formalisé qualitatif et quantitatif, modélisation conceptuelle et construction d'une confiance sur une hypothèse via des mesures de terrain.

1 Variables et données, mesures et perceptions

Nous posons le débat épistémologique dans un double diptyque :

Le premier diptyque concerne l'éternelle rivalité qualitatif / quantitatif mais pris non pas comme un choix à établir entre deux pôles de recherche selon des critères relevant plus de l'idéologique voire de l'éthique que du méthodologique, mais plutôt un débat sur le positionnement de ces approches selon un ordre méthodologique.

Le deuxième diptyque porte plus spécifiquement entre ce qui revient de la mesure et ce qui revient de la perception, ressentie et déclarée. Celle-ci s'éloigne de la mesure au sens où elle passe par plusieurs filtres et biais (observationnels, cognitifs, mémoriels, social dans le cas du déclaratif). Pour autant, elle reste inévitable lorsqu'on se prend à recenser des événements ponctuels du passé ou des processus plurifactoriels empruntant à l'impact de facteurs agissant sur la société qu'il n'est pas aisé d'appréhender *a priori* sans expérience de ces mêmes enjeux.

1.1 Variables et données.

Le problème que nous soulevons ici est lié à l'observation récurrente que la manière en science dont est posé une question, un problème où une société est confrontée à un enjeu environnemental est souvent (sur-)déterminé par la disponibilité des données : disposer de données climatiques sur le Sahel a poussé et pousse encore nombre d'agences de développement et de recherche sur le Sahel à travailler plus sur les impacts du changement climatique que sur ceux de la croissance démographique, de l'insécurité politique ou des transformations intrafamiliales, dont les conséquences sont pourtant lourdes (Saqalli et al. 2010 ; 2013). Cette tendance à poser le problème selon cette disponibilité revient à choisir ce que l'on veut manger selon ce qu'il y a dans le réfrigérateur : le problème n'est pas posé de manière à répondre au mieux (quelle que soit la valeur de ce « mieux » : le plus urgent, le plus grave, etc.) à l'enjeu de santé ou d'environnement mais de répondre avec ce qu'on a. Si cette dernière manière de faire est somme toute pragmatique, elle pose un grave problème : comment un problème de santé, d'épidémiologie et/ou d'environnement nouveau est-il mis en lumière si on ne privilégie que ce sur quoi on dispose de données ? Faut-il attendre la catastrophe tellement visible que la donnée apparait en pleine figure en même temps que la question, le problème sont posés violemment ?

Moins catastrophiquement, comment hiérarchise-t-on les priorités ? Pourquoi tel enjeu aurait-il plus de poids que celui-là parce qu'on sait plus de choses dessus, comme c'est le cas du changement climatique ? Cela est illustré par l'exemple présenté en introduction : le chercheur n'a pas envisagé que des arbres avaient pu apparaître certes mais n'a pas non plus envisagé que des arbres avaient pu disparaître par coupe.

Nous ne souhaitons pas dans cet article questionner les approches formalistes analysant des enjeux de santé environnementale et leurs résultats et en particulier, les plus « labourés » par l'écologie, l'épidémiologie, la sociologie, la géographie, etc., toutes sciences à l'interface entre société et nature. La particularité de ces enjeux est que le problème n'est en effet pas simple, i.e. le problème implique beaucoup de variables à considérer. Dans un problème de physique, les variables sont faibles et le nombre d'interactions, s'il peut être nombreux, permet cependant le montage de protocoles expérimentaux pour tester la validité de certaines hypothèses sur certaines de ces interactions *ceteris paribus*. Ici, une personne ayant une bonne connaissance, une bonne expérience de ces enjeux par la pratique peut s'avérer avoir une meilleure idée du problème qu'un analyste connaissant parfaitement une partie du problème dans son ensemble. Ainsi, nous faisons l'hypothèse qu'une approche primordialement¹ qualitative, consistant à savoir quelles variables sont à considérer, puis progressivement précise par une évaluation de chacune des composantes du système considéré, peut être plus valable scientifiquement dans l'appréhension d'un enjeu

¹ Primordial au sens étymologique du terme

scientifique où les variables sont nombreuses, comme dans le cas en particulier des enjeux de santé environnementale à l'interface entre société et nature.

C'est pourquoi nous proposons comme scientifiquement plus valable le fait que la recherche des variables soit considérée comme primordiale, toujours au sens étymologique du terme, avant de fournir en données ces variables une fois obtenu le consensus sur les variables à étudier.

1.2 Un consensus sur les variables

Une fois le point précédent posé, comment choisir quelles variables étudier et sur quoi faire des mesures ?

Comment établir un protocole permettant de « prouver », c'est-à-dire d'établir une corrélation statistiquement significative entre deux facteurs, deux variables par l'analyse et par là acquérir de la confiance dans une théorie établissant une relation de colinéarité, de causalité entre eux ou entre eux et une autre cause première ? De facto et en particulier pour le cas où il s'agit d'établir la preuve d'un lien de causalité entre une pathologie et un facteur « environnemental », sujet pluridisciplinaire et plurifactoriel s'il en est, encore faut-il établir quels facteurs sont considérés comme pertinents car jouant *a priori* un rôle dans la dynamique considérée. *A priori*, on peut envisager de tester chaque variable envisagée et d'éventuellement infirmer son importance au travers de la mise en place d'un protocole expérimental adéquat. Mais :

- On risque en faisant la liste des variables à envisager d'exclure des variables importantes *a priori*, sans pouvoir justifier qu'on ne s'est pas trompé ? Selon Popper (1962), on ne peut justement pas prouver théoriquement *a priori* qu'une variable doit être intégrée à un problème et on peut seulement l'infirmer ;
- Que faire face à des questions, en particulier sur des enjeux entre société et nature, où le nombre de variables à considérer est immense ?

Un protocole doit avoir permis d'établir au préalable la liste de ces variables à récolter et dont la répétition formera les données à analyser. L'utilisation de variables selon le "bon sens" ou « l'expérience » a le défaut fréquent de "trier" par défaut les variables sans préciser leurs modes de sélection. Cette liste pêche souvent par omission et par simplification, les variables les plus faciles à récolter prenant le plus souvent le pas sur celles nécessitant des présences et des méthodes longues et donc coûteuses, et des interactions avec des humains, interactions par nature complexes et facilement emplies de biais. Ainsi, les données que l'on peut recueillir par imagerie satellite ou aérienne sont très prisées. Or, l'analyse des relations entre une société utilisant des ressources naturelles renouvelables et son environnement agro-écologique et socio-économique implique une recherche préalable ou à tout le moins une justification des variables à observer: comme ces interactions empruntent à de nombreuses disciplines, les restrictions ont des effets très importants. En pratique, nous supposons qu'il n'existe que quatre manières, toutes plus ou moins légitimes, de justifier quelles variables étudier:

1. Se baser sur son propre positionnement, sa propre expérience « assise » sur une expertise plus ou moins reconnue, souvent justifiée par une publication. C'est le cas d'une très grande part des articles présentant des résultats statistiques, qui ne présentent que rarement une justification des différents facteurs choisis ; le risque est que l'accusation de travail « au doigt mouillé » soit justifiée ;

2. Se baser sur la littérature existante sur le sujet et en général quelques publications de référence (qui, en elle-même, se base sur la méthode 1). C'est le cas de la très grande majorité des articles présentant des résultats statistiques, qui ne présentent aucune justification des différents facteurs choisis ;
3. Se baser sur le consensus de la communauté des experts scientifiques sur le domaine ce qui revient à la version débattue du point précédent. Une formalisation de cette approche existe via la présentation d'un sondage ou d'une méta-analyse d'articles scientifiques sur le domaine. Ce genre de démarche plus aboutie apparaît le plus souvent sur des positionnements et des questionnements encore fragiles, soit via des données lacunaires et contradictoires, soit lors d'un débat remettant en cause une position acceptée auparavant car mettant à niveau égal toutes les publications existantes ;
4. Se baser sur le consensus de la communauté reconnue pour son expertise non légitimée par la science mais par l'expérience sensible, autrement dit les acteurs locaux. Considérer leur perception pour définir quels facteurs sont perçus comme intervenant sur la dynamique considérée ne signifie pas entrer dans la réalité de ces dynamiques mais d'inclure la manière dont celle-ci est vécue. Dans un contexte tel que l'actuel, celui de l'Anthropocène, où, quel que soit le territoire anthropisé de cette planète, les hommes sont le principal facteur de changements, en termes de force et en terme de vitesse de ces changements, considérer comment ceux-ci se représentent le territoire définit la manière dont ils vont le transformer et donc comment celui-ci va évoluer, que cette perception soit juste ou non. Un travail de compilation des visions pour définir une vision partagée et représentative de la majorité de cette population permettrait ainsi de rendre compte des orientations des transformations qu'ils feront sur le territoire, comme étant cadrées par ces mêmes rationalités.

Ainsi, sur la base de cette différence fondamentale dans le choix des personnes dont on pose une légitimité différentielle, on peut ainsi définir quelles variables il faut étudier avant d'étudier quelles données il faut récolter sur ces variables.

1.3 Perçus et mesurés

Cette différence envisagée dans la section précédente amène cependant à clairement différencier ce qui est du perçu de ce qui est mesuré. En effet, dans les deux cas où l'avis d'experts extérieurs au territoire et à la population concernée est privilégié (littérature et comité), le problème se pose mais peut être abordé par le débat, y compris via des démarches formalisées de construction de la question de recherche comme la méthode ARDI (Etienne et al. 2011). Mais, dans le cas où on se base sur les acteurs locaux pour définir les variables de recherche, il s'agit d'aborder cette étude en tenant compte des biais associés.

Ceux-ci sont bien évidemment nombreux dans ce type de collecte d'informations sur base déclarative. Un des plus importants est qu'on ne peut considérer comme valable une information quantifiée sur une dynamique, un phénomène lorsque l'information provient d'interviews: on ne peut que se servir de cette opinion pour faire apparaître l'écart entre la perception d'un phénomène par cette population et une réalité estimée par des mesures. Tout au plus peut-on envisager de considérer comme une estimation la hiérarchie relative que les personnes interviewées font d'un phénomène entre plusieurs territoires ou entre plusieurs dynamiques dans un même territoire. Pour autant, plusieurs avantages apparaissent quand on enquête sur les perceptions :

- Ils permettent de renseigner de manière qualitative la hiérarchie, le poids relatif de dynamiques telles que perçues par la population ; ainsi, le recensement du nombre de fois où ce facteur apparaît, l'étendue spatiale répétée de ce facteur tel que décrit par les interviewés, le fait qu'il apparaît souvent en tête de liste sont des éléments nous poussant à considérer tel facteur comme important ;
- Ils permettent de renseigner de manière qualitative et certes biaisée des dynamiques sur le long terme quand les mesures sont en général difficilement réalisables au-delà de l'instantané ;
- Ils permettent de décrire de manière qualitative et certes biaisée des dynamiques sur un large territoire qu'il serait impossible de couvrir dans les limites financières et logistiques de la plupart des actions de recherche actuelles ;

Que cherche l'enquête ou plus largement la collecte de données sur le terrain ? De quoi infirmer une hypothèse de causalité, si celle-ci est bien sûr réfutable, certes dans la limite des instruments et de la perception. Pour autant, on se heurte dans une enquête en sciences humaines et sociales (SHS), même portant sur des phénomènes physiques affectant les humains comme une contamination environnementale, certes à des biais dont le moindre n'est pas la différence entre phénomènes perçus et phénomènes mesurés (voir §2.2.), mais aussi au fait de collecter des informations et données portant sur un nombre indéterminé de variables : on ne sait pas *a priori* sur quels éléments des mesures doivent être faites. Dans le cas d'une enquête en SHS, le nombre de ces éléments est important, fondamentalement plus que pour un phénomène biophysique. Comment dès lors infirmer une hypothèse de causalité, quand on sait que la quantité de données nécessaire pour infirmer statistiquement une hypothèse est d'autant plus grande que le nombre de variables impliquées est important ?

Ce préambule est nécessaire de manière à poser le problème rencontré lorsque l'usage d'une enquête portant sur la perception des variables impliquées dans une interaction entre société et environnement, comme dans le cas d'une contamination environnementale, n'a pas pour origine le recensement sur base déclarative des variables qui *a priori* sont impliquées mais est envisagée (voire même réclamée) pour amener à peu de frais une confirmation d'une contamination : On ne peut demander à des citoyens d'établir cette contamination, en particulier et surtout si celle-ci n'est pas évidente, i.e. qu'elle est chronique, cachée et non encore avérée ; il n'y a pas de raison de chercher dans les déclarations recensées plus de véracité que dans les mesures réalisées, en particulier pour caractériser de manière générale la forme et le type de contaminations. Cependant, deux éléments rendent utile l'enquête, et ce, pour caractériser la contamination déjà reconnue :

- Plus de données, certes perçues : en particulier pour les contaminations non-continues, enquêter permet de recenser des événements non encore recensés, parce que passés sous silence par le pollueur volontairement ou involontairement, dans l'espace et/ou dans le temps. L'information ainsi collectée ne caractérise pas le point, la valeur chiffrée indiquant le niveau de contamination mais permet de savoir où aller chercher cette donnée chiffrée en la mesurant sur le terrain via des reliquats de la contamination ;
- Plus d'hypothèses de corrélations entre variables et par là, des hypothèses de causalité entre phénomènes caractérisant la contamination elle-même : l'induction et l'analogie est le raisonnement le plus partagé, le recensement de rapprochements non évidents entre variables

peut se faire via des enquêtes SHS : on recense ainsi des connexions auxquelles on n'aurait pas pensé²;

Ainsi, malgré les biais évidents d'enquêtes déclaratives sur des phénomènes physiques et dans la mesure où les informations recueillies ne servent pas à confirmer quoi que ce soit mais plutôt à mieux caractériser la question (par des connexions entre variables, par une estimation plus exacte, i.e. permettant d'élargir la portée spatiale et temporelle de l'enquête, au détriment de sa précision), l'usage de ces enquêtes est un moyen utile pour aborder un territoire et des dynamiques affectant celui-ci.

2 Variables et données, mesures et perceptions : quelle démarche?

Les deux enjeux posés précédemment _les différences entre variables et données d'une part et éléments perçus et mesuré d'autre part_, lorsqu'ils sont combinés pratiquement, soulèvent des problèmes non négligeables mais différentes selon les quatre combinaisons ainsi créées (variables perçues, variables mesurées, données perçues, données mesurées). Nous replaçons ces quatre combinaisons dans la démarche scientifique (Figure 1) qui se veut itérative entre théorisation (on propose des causalités entre variables permettant de proposer une hypothèse expliquant les données obtenues) et vérification (on élabore des mesures pour obtenir des données permettant de tester/infirmer

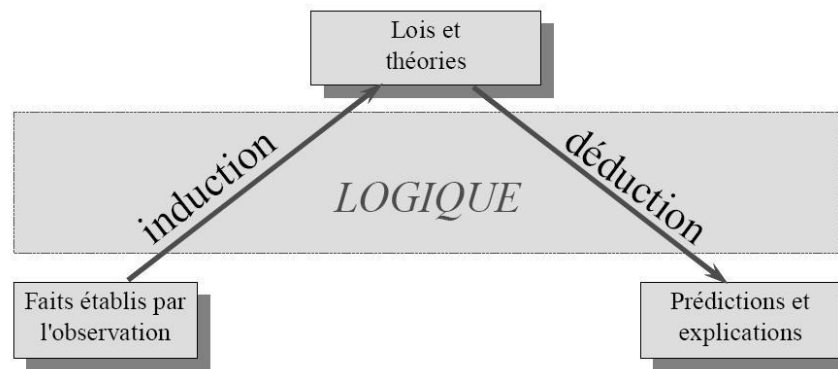


Figure 1. Représentation simplifiée d'une démarche scientifique itérative entre théorisation/conceptualisation et mesures/analyses.

Si cette démarche itérative fait sens, les quatre entrées possibles dans cette démarche posent chacune un problème :

2.1 Précision et exactitude

Toute démarche de diagnostic d'un enjeu environnemental consiste en l'identification de celui-ci. Soit elle est posée comme établie au travers d'un consensus créé par la combinaison des points de vue des acteurs locaux ou des experts extérieurs, comme décrit en § 1.2., soit cette mise en lumière doit être issue de l'analyse statistique d'une série de données pour montrer que cet enjeu a une importance car il est significativement non négligeable. Cette dernière analyse a d'autant plus de valeur que les données acquises sont exhaustives, complètes, donnant un aperçu somme toute exact

² Ainsi, les ruptures de tuyaux entraînant des fuites de carburant dans les réseaux de collecte du pétrole des différents puits d'exploitation en Amazonie équatorienne serait d'autant plus courantes que les embauches de journaliers, en général locaux, sont faibles et ce, pour deux raisons recensées :

- L'une, avouable et plaidant en faveur des embauches, lie les économies en main d'œuvre à des précautions moindres pendant les phases de manutention des tuyaux à changer, augmentant les risques d'accident ;
- L'autre, moins avouable, est que certains habitants protesteraient de la réduction des embauches journalières en sabotant plus souvent les oléoducs alentour....

de la question (le problème soulevé précédemment est de savoir comment on juge de cette exactitude) et que les mesures sont bonnes c'est-à-dire précises.

Pour cela, quelle que soit la donnée (données basées sur le déclaratif, mesures sur le terrain ou via d'autres approches comme la géomatique, i.e. l'analyse d'images satellites ou aériennes), le problème posé ici réside dans un double examen de qualité à obtenir :

En effet, il faut certes établir l'exactitude de l'approche, c'est-à-dire établir quelles variables sont nécessaires, ce qui est le point soulevé dans la section § 1.1 ; sans un consensus entre experts, quelles que soient leur origines, cela passe par établir quelles corrélations sont à prendre, via une analyse de la significativité de ces variables, c'est-à-dire établir une corrélation significative entre la dynamique étudiée et celle de cette variable ; les outils statistiques disponibles sont connus mais encore faut-il avoir beaucoup de séries de données sur beaucoup de variables.

Il faut également une qualité suffisante des données, c'est-à-dire une précision suffisante pour que cette corrélation soit établie. Ainsi, la précision est une condition nécessaire, mais non suffisante, pour estimer l'exactitude d'une représentation d'un enjeu. Si la significativité obtenue permet d'établir que les variables observées, grâce aux données correspondantes, expliquent suffisamment à notre goût la dynamique observée, la chose est entendue. Mais si ce n'est pas le cas, alors on ne peut savoir si cela provient du fait que l'on a mal évalué les tenants du problème, i.e. la représentation n'est pas exacte, ou que l'on a mal mesuré les données sur le problème, i.e. la représentation est imprécise. Le premier cas se retrouve de plus en plus vu la croissance exponentielle de la production de données et leur mise à disposition : on ne sait plus comment traiter toutes ces données pour en tirer une information sans un modèle conceptuel reliant par hypothèse les variables correspondantes ou sans une analyse statistique gigantesque pour trier le bon grain de l'ivraie de la masse des variables renseignées disponibles, en général très nombreuses mais thématiquement restreintes³. Cela nous amène ainsi à réaffirmer la primauté dans la démarche de la définition des variables pour éliminer cette ambiguïté. Le problème reste le même pour des données issues d'enquêtes, renforcées par le biais du déclaratif : celles-ci ne peuvent être l'étape primordiale de la démarche.

2.2 Une proposition de démarche combinant qualitatif et quantitatif

Ainsi proposons nous, dans le cas d'une question de risque environnemental, une démarche de renforcement de la confiance dans l'appréhension d'un enjeu (Figure 2) où les variables sont d'abord identifiées au travers d'un outil les recensant de manière qualitative soit sur base des dires des acteurs locaux, soit sur base des experts (chercheurs ou littérature). Sur base de ce consensus construit, l'outil se charge de rechercher le plus d'informations telles que perçues localement : celles-ci constituent le fond de compréhension provisoire du problème :

- d'une part, en attendant de meilleures données, celles-ci mesurées, elles peuvent servir d'appoint, à défaut, l'important étant de pouvoir constituer le corpus de données nécessaire pour renseigner toutes les variables considérées comme nécessaires à la compréhension de la question ;

³ Ainsi, sur base de notre expérience, pour chaque point du globe, les données disponibles sur les aspects climatiques et géodésiques sont nombreuses et disponibles sans problème. Les données pédologiques, géologiques et en terme de couverture du territoire sont nombreuses et disponibles via les connexions entre institutions scientifiques quand les données sociales et politiques, au-delà des informations globales concernant le pays concerné tout entier, deviennent difficiles à obtenir au fur et à mesure que le territoire concerné s'éloigne de la capitale.

- prises ensemble, elles constituent le point de vue des acteurs locaux et l'écart entre ce point de vue, cette perception décalée et la situation décrite par les données mesurées est un résultat en tant que tel : il illustre la capacité à appréhender un risque par une population et constitue une part non négligeable de la résilience de celle-ci, sa disposition à faire face telle que décrite par Becerra (2012), avec pour illustrations Bissardon et al. (2013) et Becerra et al. (2015).

La liste des variables perçues sert ainsi de base de départ : elles sont le minimum de variables sur lesquelles faire des mesures et obtenir des données qui seront ainsi précises mais aussi *a priori* exactes. Pour vérifier cette exactitude, cette démarche quantitative ne serait pas complète sans un processus itératif au sein de celle-ci, dans lequel la dynamique considérée, la première mesurée via les indicateurs les plus pertinents choisis dans les variables potentiellement significatives, est confrontée aux autres variables en terme d'explicativité (via des outils comme les Analyses en Composantes Principales, etc.). Si les variables listées expliquent de manière suffisante notre dynamique⁴, alors la démarche est à nos yeux suffisamment précise et exacte et a rempli notre objectif scientifique d'appréhension du problème considéré. Une étape finale pourrait comme l'indique la figure 2, être une confrontation entre qualités des variables mesurées, i.e. les données mesurées, et données perçues pour illustrer l'écart de perception des populations.

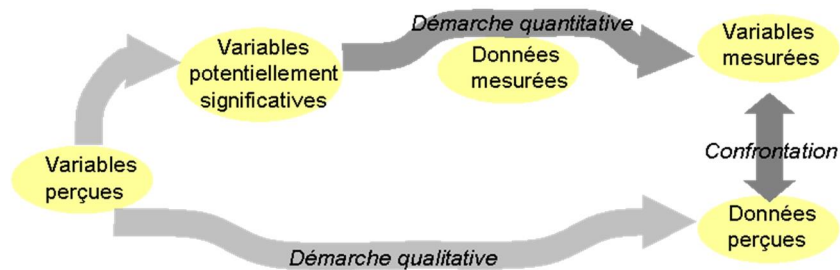


Figure 2. Démarche d'appréhension d'un enjeu environnemental par une démarche alliant qualitatif et quantitatif.

L'outil que nous considérons comme pertinent pour réaliser ce recensement des variables et des données perçues est le Zonage à Dires d'Acteurs, décrit par la suite :

3 Le Zonage à Dires d'Acteurs : un outil de diagnostic régional basé sur la collecte déclarative des perceptions locales

3.1 Origine du Zonage à Dires d'Acteurs

L'idée de mettre en lumière les perceptions des habitants sur un enjeu local est très valorisée depuis Chambers (1994) ou Deffontaines et Lardon (1994), dans le cadre d'une valorisation de la « participation ». Cela est encore plus vrai pour des enjeux de santé public (Herzlich, 1984 ; Olivier de Sardan, 1994). Cette perception de risques de ce type peut être recensée par diverses méthodes comme des questionnaires (Remoundou et al. 2015). Ainsi, la géographie dite "mentale" a connu un regain d'intérêt depuis les années 1980, en particulier pour des pays où les données sont rares et peu fiables (Mettrick, 1994), où les politiques d'ajustement ont notablement réduit les capacités d'analyse et d'action des gouvernements en place (Courade, 1989) mais aussi plus prosaïquement car elles permettent de produire des illustrations pour des bailleurs de fonds.

⁴ Si ce n'est pas le cas, il est donc nécessaire de repartir « à la pêche » d'autres variables via les outils qualitatifs décrits précédemment.

Les MARPs (Méthodes Accélérées de recherche Participative) ont connu un grand succès auprès des Organisations non Gouvernementales (ONGs) (Loader & Amartiya, 1999; Olivier de Sardan, 2003): Les MARPs sont une combinaison d'outils de questionnement de communautés, incluant des cartographies mentales comme des cartes des ressources et des usages d'un terroir villageois. Elles sont certes faciles à intégrer dans une analyse pour une programmation méthodologique d'action, ne sont pas coûteuses et sont adaptées à l'échelle d'action des opérateurs de développement, en général à l'échelle du village (Chambers, 1994). Cependant, pour étendre à l'échelle régionale, elles doivent être répétées, réduisant leur avantage principal, leurs faibles coûts (Jackson, 1993). Leur extension limitée est aussi une forte contrainte pour envisager l'intégration de variables "extra-villageoises": à l'échelle du village, on se focalise sur les variables sur lesquelles les villageois peuvent agir ou interagir, les ressources et leurs accès en particulier, excluant de fait le positionnement du village considéré dans des gradients régionaux (accès aux routes commerciales, aux infrastructures, aux bassins d'emploi, de flux et d'opportunités économiques). D'autres outils complémentaires sont dès lors envisageables pour étendre la compréhension de situations villageoises dans une perspective plus dynamique et plus régionale (McCarthy et al. 2004).

Une autre difficulté apparaît lorsqu'il s'agit de réintégrer ces cartes mentales sur un positionnement géographique (McNamara, 1992; Halfacree, 1993; Bailly, 2006): sans référence géographique, l'information est conceptuelle et qualitative et est limitée en tant qu'élément pour l'action. Combiner des Systèmes d'Information Géographique (SIG) a été tenté (Touré et al. 2009) mais il reste clairement à définir des méthodologies adéquates, particulièrement concernant la mise en perspective et la primauté donnée aux données extérieures comme cadre d'intégration et de formalisation de la connaissance locale (Campo, 2003; Crosetto et al., 2006). Plus encore, elles nécessitent obligatoirement près de 6 mois d'auto-imprégnation, de collecte d'information et de réinterprétation (d'Aquino, 2004), comme n'importe quel début de socio-anthropologue, pour adapter les informations qualitatives récoltées à un SIG. Cela signifie qu'intégrer une connaissance locale qualitative dans un système géographique référencé implique de définir ex ante un système de coordonnées et de références suffisamment ouvert, y compris en termes d'élaboration d'une liste de variables décrivant ce que l'on a recensé, une grille de lecture pour permettre la pleine intégration d'informations géographiques qualitatives.

Caron (1996; 2001) a élaboré une méthodologie basée sur le recueil des perceptions à l'échelle régionale, qui permet de tirer les forces directrices des espaces abordés, via l'élaboration de chorèmes, c'est-à-dire des schémas reconstituant les structures spatiales et leurs évolutions historiques. Cette méthode de spatialisation basée sur les dires d'acteurs permet d'avoir accès aux processus dynamiques et aux flux à l'échelle régionale d'apparaître, mais aussi de replacer un site dans son contexte agro-écologique et socioéconomique.

Sur cette base, le Zonage à Dires d'Acteurs est un outil de cartographie d'une question, d'un enjeu qui a justement les avantages de travailler sur un territoire d'étude plutôt grand, de produire une liste hiérarchisée par priorité des variables discriminant ce grand territoire.

3.2 Méthodologie et biais du Zonage à Dires d'Acteurs

En terme pratique, le ZADA est un interview d'une ou préférentiellement deux à maximum trois personnes en même temps autour d'une carte servant de support à la discussion et à la transcription des informations. Ce médium ou truchement est recouvert d'un papier calque. Les différentes étapes du processus sont décrites dans la figure 3, décrit plus avant dans Bonin et al. (2001), Caron (2001), Cheylan et al. (2001), Bonin et al. (2004). L'innovation récente est l'introduction du traitement des

informations recueillies au travers des calques dans un logiciel SIG et la formalisation de l'intégration des différents calques obtenus en une seule couche finale. Une description complète du processus ainsi qu'une discussion sur les avantages et les inconvénients de cette méthode peuvent être trouvées dans Saqalli et al. (2009 ; 2013 ; 2015), et Maestriperi et al. (2015) ;

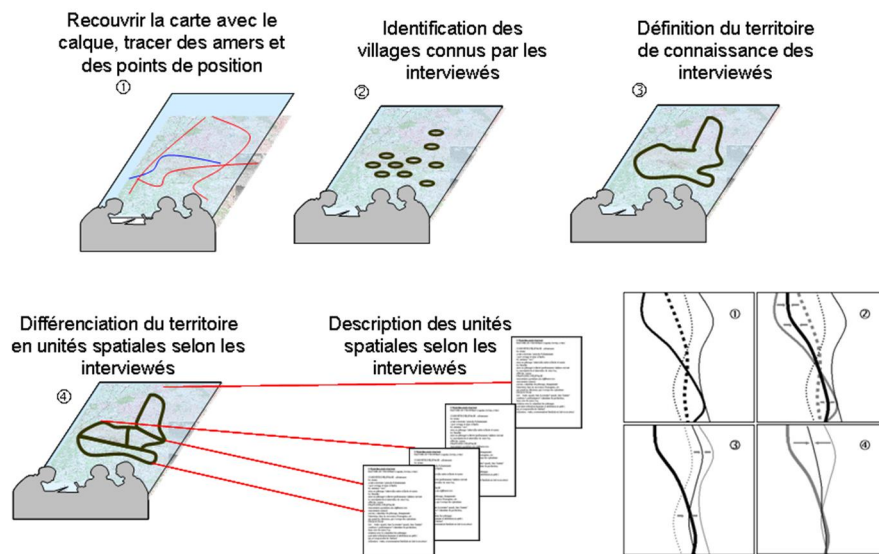


Figure 3. Les différentes étapes du Zonage à Dires d'Acteurs (Saqalli et al. 2009)

Les paires de personnes interviewées sont préférentiellement établies de manière à ne pas établir de domination d'un acteur sur un autre (comme par exemple, un médecin et son infirmière) mais aussi à avoir autant que faire se peut une bonne représentativité de l'échantillon de personnes interviewées (Tableau 1). On définit d'abord le territoire de connaissance des interviewés, facilitant ainsi leurs prises de repères sur la carte et le calque, puis, via une question ouverte et volontairement sans incitation thématique (« est-ce que c'est partout pareil, les problèmes liés à l'environnement sur le territoire que vous connaissez ? »), on fait apparaître les critères de différenciation du territoire et les zones qui leur sont reliées.

ZADA Laos	Âge moyen	Principale activité actuelle ou passée (%)				Genre (%)	
		Fonctionnaires	Commerçants	Agriculteurs	Employés	Femmes	Hommes
Territoire	44.6	22.5	28.5	49.0	0.0	33.9	66.1
Santé	49.2	12.0	28.0	60.0	0.0	49.1	50.9

ZADA Tunisie	Âge moyen	Principale activité actuelle ou passée (%)				Genre (%)	
		Fonctionnaires	Commerçants	Agriculteurs	Retraités	Femmes	Hommes
Santé	49.8	42.3	11.5	19.2	23.1	15.4	84.6

ZADA Equateur	Âge moyen	Principale activité actuelle ou passée (%)				Genre (%)	
		Fonctionnaires	Commerçants	Agriculteurs	Employés	Femmes	Hommes
Territoire	44.9	37.5	7.8	23.1	31.6	30.9	69.1

Tableau 1. Représentativité selon la profession, le genre et la fonction administrative des personnes interviewées au Laos, en Tunisie et en Equateur

On obtient ainsi une série de cartes calque que l'on scanne, géolocalise (Lao PDR - WGS 1984 / UTM zone 48 Nord; Equateur - WGS 1984 / UTM zone 17 Sud; Tunisie - Lambert Conformal Conic) et renseigne en terme d'attributs la zone homogène identifiée (chaque unité spatiale identifiée sur chaque carte est décrite dans un tableau selon les critères apparues durant l'entretien) au travers d'un logiciel SIG (type ArcGIS ou QGIS). Il s'agit ensuite de combiner ces différentes cartes obtenues

en une seule. L'avantage de cette méthode est qu'en obtenant la hiérarchie locale des facteurs qui discriminant le territoire selon la population échantillonnée, on peut alors estimer un risque, une vulnérabilité tel qu'il est perçu localement. Ces cartes sont multidisciplinaires puisque selon les personnes, le territoire est décrit selon des critères qui varient. L'intégration d'un SIG permet leurs stockages, leurs manipulations, leurs analyses et leurs confrontations avec d'autres sources géographiques (Suárez Vega et al. 2012). Comme ces cartes sont construites sur une carte, elles sont déjà positionnées et leur géoréférencement est facilitée contrairement aux cartes mentales issues des MARPs.

Cette méthode a pu être facilement reproduite dans d'autres pays, avec des territoires, des enjeux et des contextes environnementaux et socio-économiques très différents : Brésil, 1996 (Bonin et al, 2001); Afrique du Sud 1998 (Saqalli, 1998); France 2003; Niger 2005 & 2006 (Saqalli et al. 2009); Tunisie 2008 (Tounsi et al. 2008), 2013 (Saqalli et al. 2013) & 2015 (Boussetta et al. 2015); Madagascar 2011; Laos 2012 (Saqalli et al. 2015); Equateur 2013 & 2014 (Maestriperi et al. 2015) avec des interviewés très hétérogènes, qui pouvaient, selon les pays, s'avérer être pour la plupart analphabètes, sans que ce soit un facteur de blocage irrémédiable.

Bien sûr, cet outil, issue de l'opérationnel, porte avec lui des biais : Le plus évident est le biais institutionnel, où la recherche se doit de composer avec des partenaires institutionnels, y compris des gouvernements locaux ou même des institutions scientifiques qui ont leur propre agenda. Ainsi, l'ouverture dans le questionnement peut être rendue limitée par des partenaires scientifiques qui souhaitent un focus sur certaines thématiques, influençant par leurs motivations bien visibles l'orientation des interviews. De même, selon le pays, l'objectivité des personnes interviewées est affectée par la présence d'officiels : au Laos, la présence d'un officier des services agricoles, chargés de veiller à l'absence de critiques du gouvernement par les personnes interviewées avait une influence probablement non négligeable sur la teneur des entretiens mais aussi sur l'échantillon des personnes interviewées. En Tunisie, dans un contexte post-révolutionnaire, l'autocensure apparaissait encore chez les interviewés, en particulier quand nombre de curieux entouraient les interviewés. Sans contrainte institutionnelle, des biais culturels peuvent également apparaître : certains sujets ne sont pas culturellement considérés comme pouvant être débattus en public, et/ou avec des étrangers. Dans tous les cas, le problème de la langue est bien évidemment un obstacle. Lao, Arabe et Espagnol n'étaient pas des langues maîtrisées par tous les enquêteurs, ce qui entraîne des biais mais aussi simplement de la lenteur dans la retranscription/explication entre l'enquêteur-traducteur et l'enquêteur non-locuteur de la langue d'usage locale.

3.3 Zonage à Dires d'Acteurs et autres outils d'analyse de territoire

Cette technique est intéressante lorsqu'on la compare à d'autres outils d'enquête, déclaratifs ou basés sur la mesure (Tableau 2), utilisés pour approcher de même un territoire. En gros, des mesures de terrain ont l'inconvénient d'être très chères à réaliser et ne couvrent *de facto* que de petits territoires et ne concernant qu'une seule variable d'analyse, sauf bien sûr, si l'on dispose de moyens colossaux : au bilan, on obtient une information précise mais donc, peu exacte sur un petit territoire. De même, les enquêtes sociales, également de type déclaratif comme les MARPs (ou bien encore les ECRIS basées sur l'identification des groupes conflictuels), s'ils ont l'avantage de broser un tableau global complet d'un petit territoire, ont l'inconvénient de ne pouvoir concerner que quelques villages: envisager ces outils pour aborder une région implique la répétition de ces exercices ce qui dépasse en général les moyens disponibles, en temps et en fonds : on obtient ainsi une information exacte et peu précise sur un petit territoire. Enfin, les images satellite peuvent bien sûr couvrir un

immense territoire mais ne décrivent que ce qu'elles voient et les données correspondantes ne peuvent donc visualiser que des phénomènes visibles spatialement (une migration, une contamination ne sera donc visible que par des truchements, des proxys), selon la longueur d'onde utilisée et visibles lorsque l'image fut prise. Enfin, elles imposent une vérification terrain pour éviter les « faux positifs : il n'y a pas de relation bijective entre la couleur d'un pixel sur une image et la réflectance de l'objet correspondant (un objet au sol peut avoir plusieurs signatures spectrales différentes et une signature spectrale peut correspondre à plusieurs éléments). Ainsi, on obtient une information précise mais peu exacte (car la variable observée n'est pas forcément justifiée comme pouvant décrire seule le problème), sur un grand territoire.

Le tableau se complète ici par le ZADA qui remplit le rôle de la dernière case du tableau à double entrée ici suggéré : il produit une information peu précise mais globalement exacte (car il liste selon un panel d'experts certes locaux l'ensemble des variables considérées comme pouvant décrire seules le problème), sur un grand territoire.

		Téledétection	Mesures sur le terrain	MARPs*	ZADAs
	<i>Moyens</i>	Images satellite	Observations de terrain	Population assembly & interviews	Resource person interviews
Information sources	<i>Outils</i>	Analyse d'images et SIG	SIG	Aucun	SIG
	<i>Thèmes</i>	Land cover, biophysique & usage des terres	Biophysique & agro-écologie	Toutes les dimensions exprimées	Toutes les dimensions exprimées
	<i>Coût</i>	~2 750 "	~5 150 "	~1 330 "	~1 925 "
Prérequis et moyens nécessaires	<i>Temps nécessaire</i>	15 jours	30 jours	10 jours	15 jours
	<i>Expertise requise</i>	Téledétection Agro-écologie	Agro-écologie	Surtout sciences sociales	Surtout sciences sociales
	<i>Informations</i>	Faible	Fort	Fort	Très fort
Résultats	<i>Topologie</i>	Faible	Fort	Fort	Très fort
	<i>Résolution spatiale</i>	Très fort	Fort	Très faible	Faible
	<i>Répétabilité</i>	High	High	Low	Medium
Territoire d'étude		Local à national	Local	Local	Régional
Démarches de validation		Terrain & confrontation avec données externes	Répétitions	Vérifications croisées avec d'autres villages	Vérifications croisées avec d'autres cartes, confrontations avec données externes
Objectifs		Collecte de données & corrélation.	Collecte de données	Collecte de variables	Collecte de variables géoréférencées,
Légitimités		Légitimité scientifique, orientée vers la recherche pour de l'aide à la décision	Légitimité scientifique, orientée vers la recherche	Légitimité politique, orientée vers l'appui local	Légitimité politique, orientée vers l'appui local

Tableau 2. Comparaison d'outils d'enquête dans un contexte sahéen (Saqalli et al. 2009)

3.4 Zonage à Dires d'Acteurs : les cas d'étude illustrant la démarche

Le Laos est d'abord un pays rural (78% de la population) avec encore un faible niveau de vie (133^{ème} sur 179 pays en terme d'IDH selon Ribolzi et al. (2011)). L'étude a été centré sur la province de Luang Phabang (20°00'-19°42'N ; 101°53'-102°26' E) sur un territoire de 35*50km, soit 1840 Km². Le risque d'exposition aux contaminants microbiens via l'eau est d'autant plus important que l'eau est chargée d'alluvions, en particulier au début de la saison des pluies.

Le Zada a été ensuite appliqué en Tunisie, dans la banlieue sud de Tunis dans la plaine de Mornag, juste au Nord d'un petit massif de 700 m de haut appelé Jebel Rensas (36°42'-36°30' N ; 10°06'-10°34' E) (**Figure 4**), qui signifie littéralement la « montagne de plomb ». Ce site est un ancien site minier de plomb et de zinc, exploité en particulier durant le protectorat français et pendant 70 ans jusqu'en 1957. Le village homonyme se situe au pied des terrils d'exploitation, composé d'environ 2 millions de tonnes de résidus compactés mais formés de fines poussières enrichies en Pb et Cd (Ghorbel et al. 2010; Ghorbel 2012). A l'ouest de ces terrils s'étale la plaine agricole. Une modélisation de la dispersion de cette contamination par voie aérienne a été réalisée avant ce ZADA (Ghorbel et al. 2010; 2014).

Enfin, notre terrain en Equateur, dans sa partie Amazonienne (provinces de Orellana et Sucumbíos (77°58'-75°11' W; 0°39'-1°33' S), est affecté par une contamination aux hydrocarbures issue de l'exploitation des gisements pétroliers locaux, et en particulier par les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs). Le procès opposant la compagnie Chevron en 2011 (anciennement Texaco Petroleum Company) et 30 000 personnes en est l'exemple le plus médiatisé. Cette contamination passe par différentes voies : l'air par les émanations de la centaine de torchères présentes, l'eau en surface puis les plantes par les émanations de la centaine de puits et des fuites lors des opérations de maintenance sur les quelques 3 à 4000 km d'oléoducs et enfin le sous-sol par les environ 5000 « piscines », ces dépôts sauvages de déchets pétroliers laissés par cette compagnie. Les effets sur la santé sont également variables : selon Olawoyin et al. (2014), ils dépendent de la concentration et de l'exposition mais aussi de l'effet cumulé des différents produits toxiques rencontrés. Selon Pan et al. (2010), les conséquences sont des affections respiratoires mais aussi une augmentation du risque de cancer et d'avortement spontané.

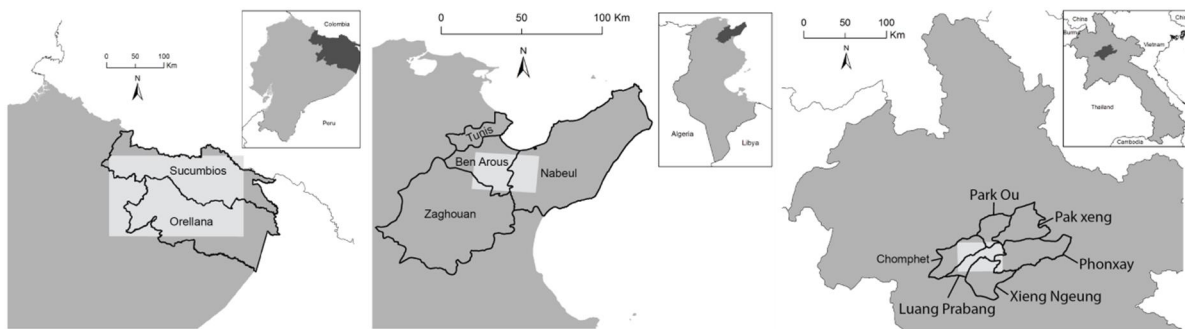


Figure 4. Zones d'étude, de gauche à droite : Equateur, Tunisie et Laos

3.4.1 La caractérisation : Les variables avant les données : le cas de la Tunisie

Ce cas illustre l'écueil consistant à poser les variables d'un enjeu environnemental *a priori* sur base d'une expertise certes reconnue. Comme décrit précédemment, la contamination est ici une contamination par le plomb mais dans un contexte de forte expansion de la grande ville de Tunis mitoyenne. La mise en place du ZADA a mis en lumière la divergence de regards sur la méthodologie à employer : là où les géochimistes souhaitaient restreindre l'étude au territoire couvert par l'étude initiale (Ghorbel et al. 2010; 2014) (Figure 5), les chercheurs en SHS souhaitaient couvrir un bien plus grand territoire pour faire apparaître les différences entre territoires avec et sans contaminations. Là où les premiers souhaitaient restreindre l'étude à la contamination considérée, à savoir le plomb et le cadmium visible par les poussières, les seconds souhaitaient réaliser des ZADAs « orthodoxes » à savoir poser une question ouverte et volontairement sans incitation thématique.

Les résultats du ZADA ont fait apparaître que cette contamination n'était visible que dans un rayon très limité autour des terrils (moins de 3.5 km). Hors le village au pied du terril, même les zones connaissant ce risque le placèrent à un rang inférieur aux inconvénients des ordures ménagères mais aussi de la contamination par les nitrates apportées par l'eau d'irrigation d'un canal et des pesticides utilisées massivement pour la culture d'oliviers. Ainsi mis bout à bout, la zone où le risque apparaissait le plus fort aux yeux des acteurs locaux était un village où tous les risques et inconvénients recensés étaient présents (Figure 5). Certes, ce village est à côté de la zone des terrils et certes, cela ne présage en aucune façon de la réelle dangerosité différentielle des risques recensés. Pour autant, ces résultats font apparaître que l'ouverture à l'enquête d'autres facteurs de

risque pouvait élargir la thématique par l'introduction d'une contamination multifactorielle chronique.

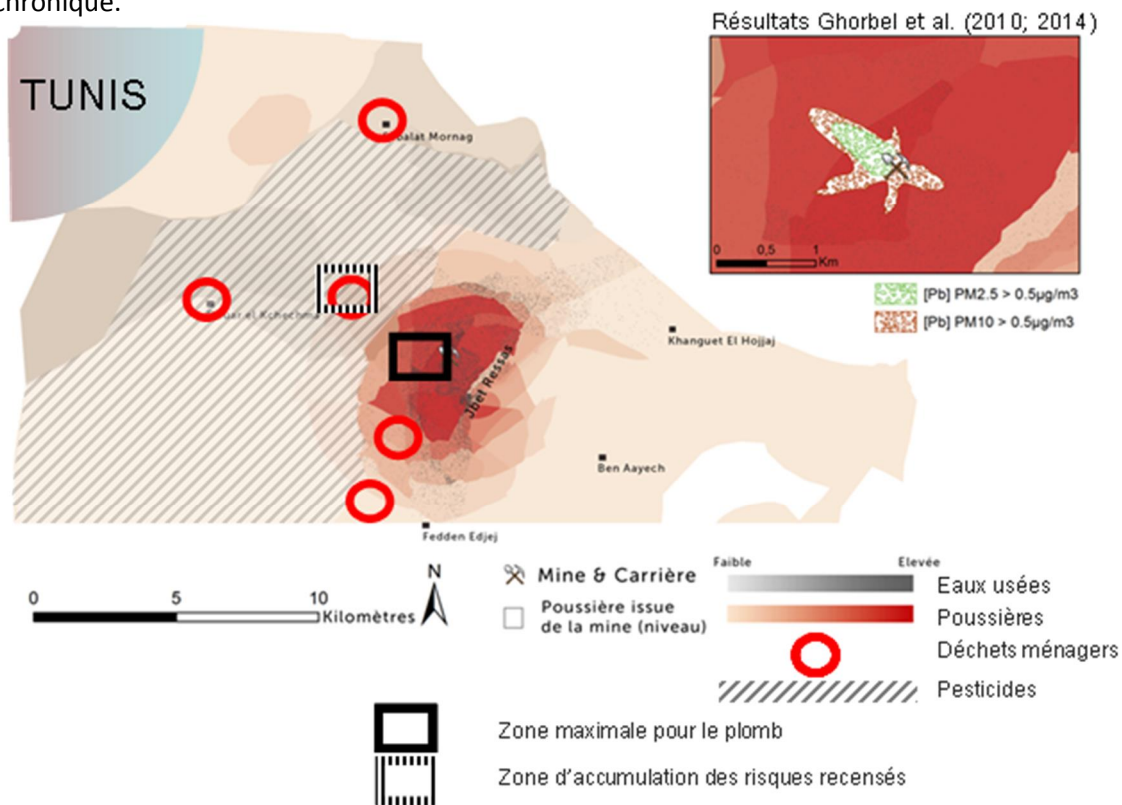


Figure 5. Carte des résultats du ZADA en Tunisie avec une mise en regard des résultats de modélisation de la dispersion des poussières de plomb et de cadmium

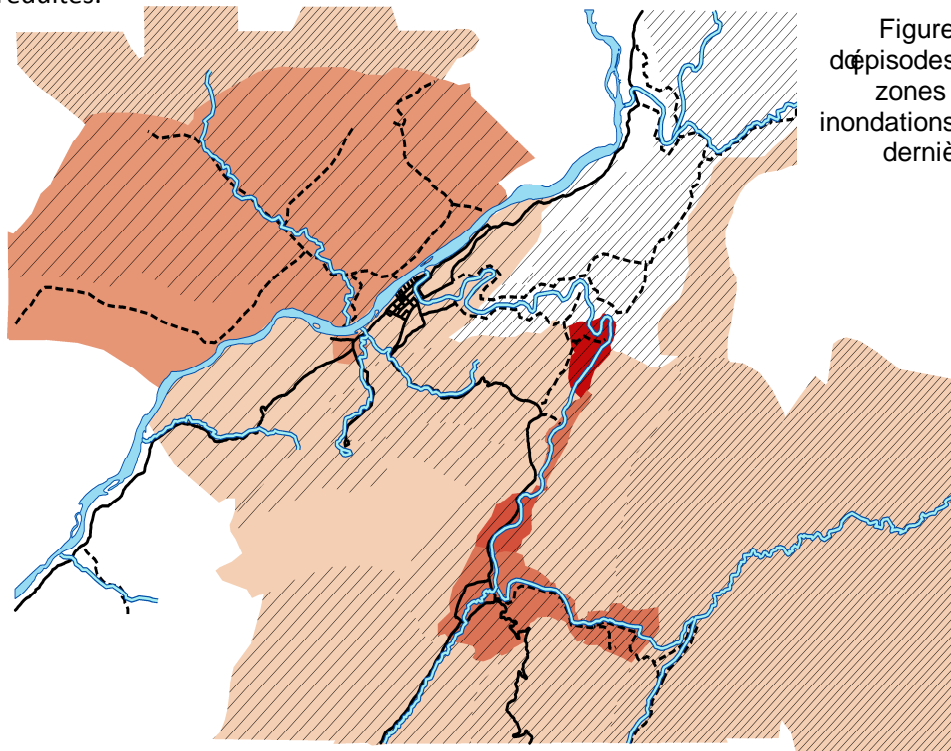
3.4.2 L'information : la vulnérabilité face à l'exposition à un aléa: le cas du Laos

Cette étude avait pour but de caractériser, à la demande d'une équipe ayant une longue expérience sur les aléas de dissémination des maladies tropicales au Laos, en particulier celles liées à l'eau, les facteurs influençant l'extension de ces maladies. Pour expliciter notre point de vue, nous adhérons à la représentation de Metzger et d'Ercole (2009) : si le risque est bien la combinaison des aléas et des vulnérabilités, ils ne sont pas indépendants : l'aléa des diarrhées tropicales n'a de sens que si les habitants boivent l'eau contaminée. Il s'agit justement de ce cas (Figure 6) :

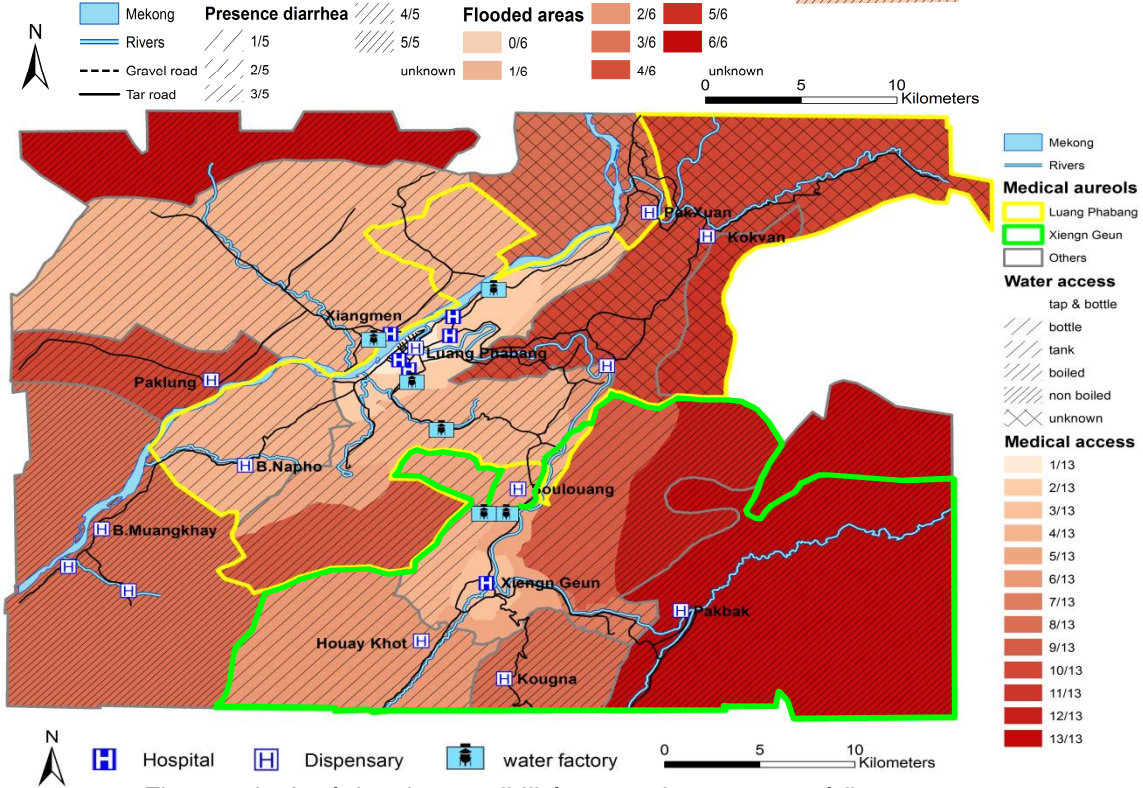
En effet, jusqu'à environ 2008, la faiblesse des budgets en matière de santé du Laos rendait le réseau de dispensaires de la région de Luang Phabang, cadre de l'étude, peu capable de prendre en charge les épidémies de diarrhées survenant à la suite de proliférations de bactéries coliformes fécales, surtout mais pas seulement en début de mousson (Ribolzi et al. 2011). Il s'avère que la mise en place par la Chine de réseaux de barrages, en lien avec la croissance économique du pays, a permis le renforcement de ce réseau de dispensaires mais aussi la mise en place de subventions pour un réseau d'eau potable original : l'infrastructure a un système d'adduction en eau potable étant de toute façon long à mettre en place, l'état laotien, de 2000 aux zones les plus proches de la ville de Luang Phabang à 2008 pour les zones les plus éloignées, a subventionné des sociétés d'embouteillage d'eau en bouteille en plastique de 45 litres, pour qu'elles soient vendues à un prix très abordable dans la région⁵. L'adoption rapide de ce système décentralisé a permis de réduire

⁵ Comme l'indique la figure 6, toutes les zones n'étaient pas approvisionnées par ce système en 2012, date de l'étude. Elles continuent à boire de l'eau locale, bouillie ou non.

drastiquement ces épidémies malgré le maintien d'inondations d'eaux de plus en plus chargées de boues et donc de bactéries en début de mousson. Certes, comme l'indique, la figure 6, ces épisodes d'inondation se maintiennent mais leurs conséquences en termes de santé ont été fortement réduites.



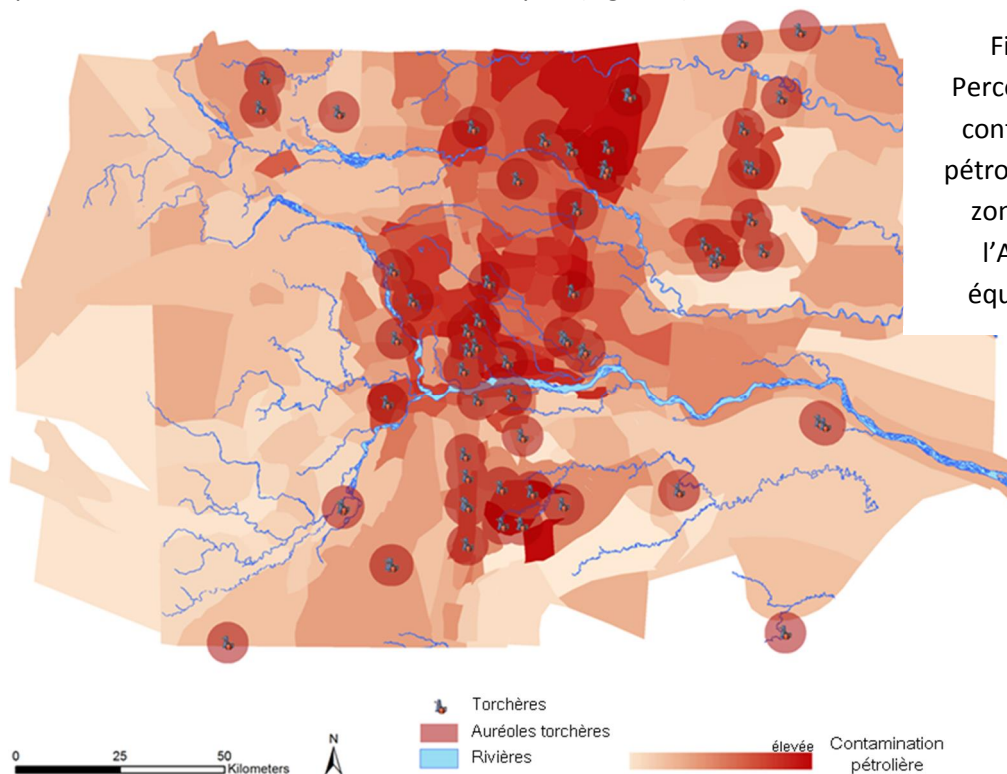
Figures 6a. Zones d'épisodes de diarrhées et zones sujettes aux inondations au cours des 10 dernières années



Figures 6b. Auréoles d'accessibilité autour des centres médicaux et accès à l'eau dans la zone d'étude

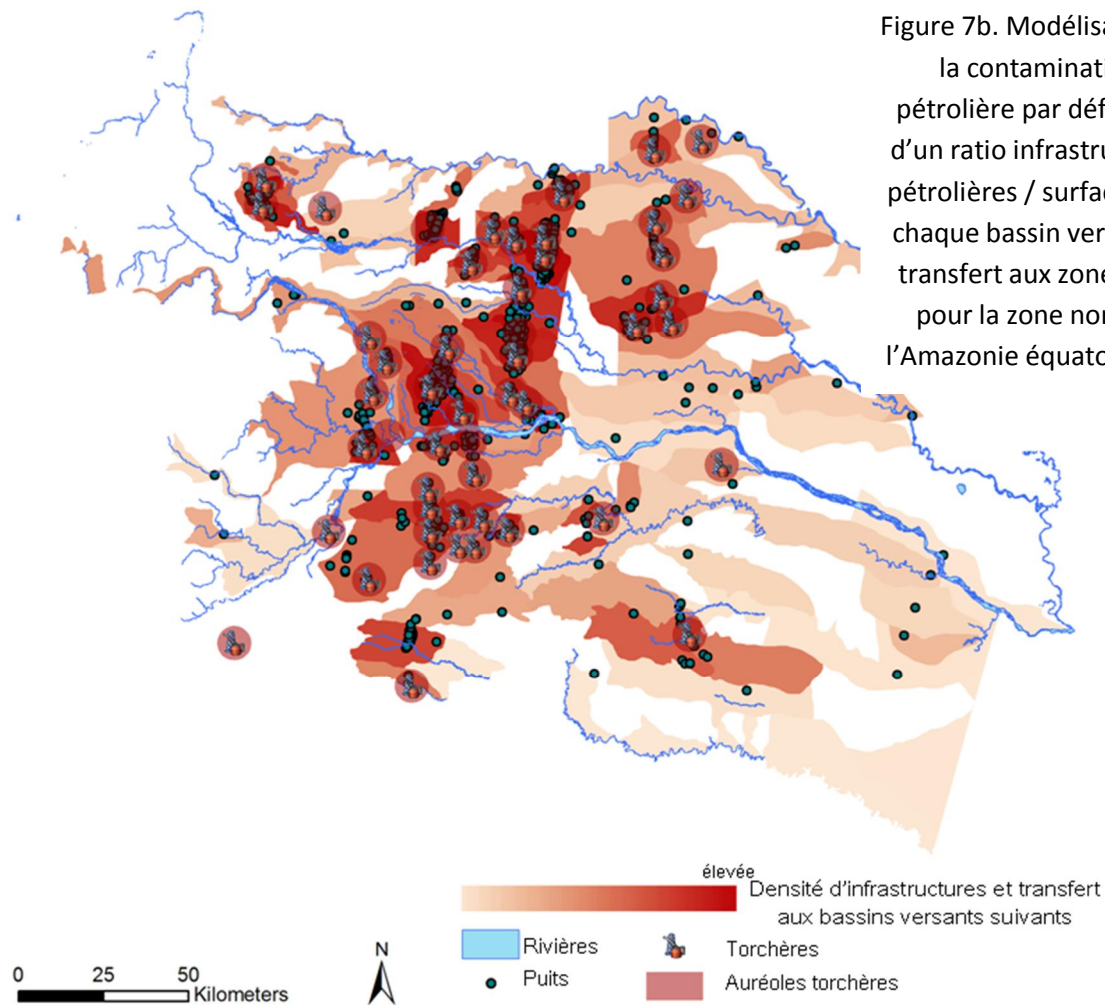
3.4.3 La confrontation des différences entre données perçues et mesurées : le cas de l'Equateur

Ce dernier terrain a fait l'objet de plusieurs missions successives, liées au même projet portant sur la contamination aux hydrocarbures dans cette partie nord de l'Amazonie équatorienne. L'intérêt n'est pas ici dans la divergence entre chercheurs de disciplines différentes ayant chacun une vision et une méthode d'observation mais plutôt dans la confrontation des différences entre données perçues et mesurées. Elle illustre le rôle de valeur par défaut que peut jouer une donnée qualitative en absence d'une donnée mesurée. En effet, une mauvaise estimation initiale de la disponibilité des données sur ce territoire avait laissé à penser que les données à envisager seraient difficiles à acquérir. Les enquêtes ZADA avaient ainsi été envisagées comme permettant d'avoir accès à la complexité locale en absence de données complètes. De fait, une tournée dans les différentes collectivités locales régissant ce territoire grand comme la nouvelle région Occitanie en France Métropolitaine avait permis de compléter les données déjà acquises auprès des ministères équatoriens et en particulier celui de l'Environnement par un nombre appréciable de nouvelles données, en particulier concernant les réseaux d'oléoducs, les puits de pétrole et autres infrastructures, multipliant alors conséquemment les sources potentielles de contamination accidentelle par les eaux de surface. Celles-ci se rajoutaient ainsi, comme décrit en § 3.4., aux dépôts sauvages polluant les eaux souterraines et aux torchères. Cette double source permet ainsi de confronter les deux représentations de ces contaminations multiples (Figure 7).



Les zones les plus affectées correspondent globalement bien. Cette confrontation permet de suggérer que le poids des sources de contamination hydriques actuelles pourrait être surestimé dans le bilan des contaminations : en effet, si la représentation de l'estimation de la contamination, hydrique à partir du ratio de ces sources selon les bassins versants suit les tendances de la carte de perception, celle-ci montre une plus grande diffusion de cette contamination et les entretiens réalisés font apparaître une contamination non explicitement reliée à cette source actuelle. Cela pourrait

impliquer que soit les torchères, soit les piscinas, soit les deux types de source ont un impact plus fort et sur un plus grand territoire, étendant ainsi la taille de la zone contaminée.



4 Conclusion

Ainsi avons-nous présenté un outil portant exclusivement sur le recensement de variables et de données telles que perçues par des populations et qui s'avère fort utile pour recenser les différents risques environnementaux auxquels sont soumis ces populations. Mais, inséré dans une démarche associant enquêtes qualitatives et mesures quantitatives, il permet de combiner l'exigence d'exactitude et de précision propres à toute démarche d'investigation sur le terrain. L'intérêt de commencer par ce genre de recherches sur les variables n'est pas seulement liée à cette volonté d'exhaustivité dans la compréhension de dynamiques actuelles, sur le local, mais permet aussi d'ébaucher, certes grossièrement, par le truchement de la mémoire et de la connaissance incertaine des acteurs locaux, une recherche dans le temps et dans un plus grand espace sur ces dynamiques.

Bibliographie citée

- K. Popper. 1962. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Routledge, London, UK.
- P. D. Killworth, B. H. Russell. 1982. A technique for comparing mental maps. *Social Networks*, 3, 4, 307–312.
- C. Herzlich. 1984. La problématique de la représentation sociale et son utilité dans le champ de la maladie (Commentaire). *Sciences sociales et santé*, 2, 2, 71–84.
- J.-P. Olivier de Sardan. 1994. La logique de la nomination. Représentations fluides et prosaïques de deux

- maladies au Niger. *Sciences sociales et santé*. 12, 3, 15–45.
- J.-P. Deffontaines, S. Lardon. 1994. *Itinéraires cartographiques et développement*. INRA, Paris, France.
- B. Davis. 1994. Choosing a method for poverty mapping. Rome, Italy, 2003.
- R. Chambers. 1994. Participatory rural appraisal (PRA): Analysis of experience. *World Development*, 22, 9, 1253–1268.
- D. Bonnet. 1999. La taxinomie des malades en anthropologie : aperçu historique et critique. *Sciences sociales et santé*. 17, 2, 5–21.
- M. Bonin, C. Le Page. 2000. SIG, SMA, connaissances et gestion de l'espace: le cas du Massif de Tanargue. *Géomatique*, 10, 131, 155.
- M. Bouraoui, P. Donadieu, A. Fleury. 2001. L'agriculture urbaine, une chance pour l'aménagement du Grand Tunis?. *Cahiers Agricultures*, 10, 4, 261–269.
- F. Debuyst, P. Defourny, H. Gérard. 2001. *Savoirs et jeux d'acteurs pour des développements durables*, Bruylant Academia., 8. UCL CIDEP, Louvain-la-Neuve, Belgium.
- M. Bonin, P. Caron, J.-P. Cheylan, Y. Clouet, P. Thinon. 2001. Territoire, zonage et modélisation graphique: recherche action et apprentissage. *Geocarrefour*, 76, 3, 241–252.
- P. Caron. 2001. Modélisation graphique et chorèmes : la gestion des parcours collectifs à Massaroca (Brésil). *Mappemonde*, 62, 2, 1–21.
- E. Kah, M. Pruvot. 2002. Maximiser la représentativité de groupes dans un échantillonnage spatial. *CyberGeo*, 224.
- A. Davis, J. R. Wagner. 2003. Who Knows? On the Importance of Identifying 'Experts' When Researching Local Ecological Knowledge. *Human Ecology*, 31, 3, 463–489.
- M. Bouraoui. 2003. L'agriculture urbaine en Tunisie : espace relictuel ou nouvelle composante territoriale ? Le cas du Grand Tunis. *Revue de géographie alpine*, 43–54.
- I. Touré, A. Bah, P. d'Aquino, I. Dia. 2004. Savoirs experts et savoirs locaux pour la co-élaboration d'outils cartographiques d'aide à la décision. *Cahiers Agricultures*, 13, 546–553.
- I. Touré, A. Bah, P. d'Aquino, I. Dia. 2004. Savoirs experts et savoirs locaux pour la collaboration d'outils cartographiques d'aide à la décision. *Cahiers Agricultures*, 13, 546–553.
- R. E. Bilsborrow, A. F. Barbieri, W. K. Y. Pan. 2004. Changes in Population and Land Use Over Time in the Ecuadorian Amazon. *Acta Amazonica*, 34, 4, 635–647.
- M. Bonin, P. Thinon, J.-P. Cheylan, J.-P. Deffontaines. 2004. La modélisation graphique, de la recherche au développement. in *Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*, 20 vols., E. Malézieux, G. Trébuil, M. Jaeger, CIRAD INRA Eds. Montpellier, France: 391–413.
- P. Caron, J.-P. Cheylan. 2005. Donner sens à l'information géographique pour accompagner les projets de territoire : cartes et représentations spatiales comme supports d'itinéraires croisés. *Geocarrefour*, 80, 2, 111–122.
- M. Houdart, M. Bonin, C. Le Page, M. Fort, F. Saudubray. 2005. SIG, Chorèmes et Systèmes Multi-Agents . Evolution d'un système rural martiniquais et pression polluante. *Revue Internationale de Géomatique*, 15, 3, 339–356.
- G. Guest, A. Bunce, L. Johnson. 2006. How Many Interviews Are Enough? An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*, 18, 1, 59–82.
- G. A. Bowen. 2008. Naturalistic inquiry and the saturation concept: a research note. *Qualitative Research*, 8, 1, 137–152.
- K. Tounsi, L. Gammoudi, Y. Clouet. 2008. Le zonage à dire d'acteurs: un outil cartographique pour la confrontation des savoirs et pouvoirs endogènes et exogènes à propos du développement local: étude de cas en Tunisie centrale. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 19, 1, 3–12.
- M. Saqalli. 2008. Populations, Farming systems and social transitions in Sahelian Niger: An agent-based modeling approach. PhD Agronomy, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium.
- M. Hammami, M. E. Sai. 2008. Problèmes fonciers et agriculture périurbaine dans le grand Tunis: Mutations foncières et stratégies des agricultures. *New Medit.*, 1.
- P. Metzger, R. d'Ercole. 2009. Enjeux territoriaux et vulnérabilité: Une approche opérationnelle. In S. Becerra,

- A. Peltier, (eds.) *Risques et environnement, recherche interdisciplinaire sur la vulnérabilité des sociétés*, 392–402: L'Harmattan, Paris, France.
- M. Saqalli, P. Caron, P. Defourny, A. Issaka. 2009. The PBRM (perception-based regional mapping): A spatial method to support regional development initiatives. *Applied Geography*, 29, 3, 358–370.
- J. J. Francis, M. Johnston, C. Robertson, L. Glidewell, V. Entwistle, M. P. Eccles, J. M. Grimshaw. 2010. What is an adequate sample size? Operationalising data saturation for theory-based interview studies. *Psychology & Health*, 25, 10, 1229–1245.
- M. Mason. 2010. Sample Size and Saturation in PhD Studies Using Qualitative Interviews. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 11, 3.
- M. Saqalli, B. Gérard, C. L. Biielders, P. Defourny. 2010. Testing the impact of social forces on the evolution of Sahelian farming systems: A combined agent-based modeling and anthropological approach." *Ecol. Model.* 221, 2714–2727.
- A. Valbuena, P. H. Verburg, A. K. Bregt, A. Ligtenberg. 2010. An agent-based approach to model land-use change at a regional scale. *Landscape Ecology*, 25, 2, 185–199.
- L. Gouttenoire. 2010. Modéliser, partager, réinterroger. Une expérience participative pour accompagner les reconceptions de systèmes d'élevage. AgroParisTech, Paris, France.
- M. Akrich, Y. Barthe, C. Rémy. 2010. Les enquêtes 'profanes' et la dynamique des controverses en santé environnementale. In M. Akrich, Y. Barthe, C. Rémy (eds.) *Sur la piste environnementale: Menaces sanitaires et mobilisations profanes*. Centre de sociologie de l'innovation, Paris, France.
- R. Pouwels, P. Opdam, R. Jochem. 2011. Reconsidering the effectiveness of scientific tools for negotiating local solutions to conflicts between recreation and conservation with stakeholders. *Ecology & Society*, 16, 4.
- M. Elloumi. 2011. Agriculture périurbaine et nouvelles fonctions du foncier rural en Tunisie. *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches*, Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée, 66, 159–169.
- P. Caron. 2011. Ré-concilier agricultures et sociétés : dévoiler les territoires et repenser les limites. HDR Geography, Université Paris 10 Paris Ouest Nanterre La Défense, Paris, France.
- L. Gouttenoire, C. Sylvie, S. Ingrand. 2011. Modelling as a tool to redesign livestock farming systems: a literature review. *Animal*, 5, 12, 1957–1971.
- M. Etienne, D. D. Toit, S. Pollard. 2011. ARDI: a co-construction method for participatory modelling in natural resources management. *Ecology & Society*, 16, 1, 44.
- S. Cinderby, A. de Bruin, B. Mbilinyi, V. Kongo, J. Barron. 2011. Participatory geographic information systems for agricultural water management scenario development: A Tanzanian case study. *Physics & Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 36, 14–15, 1093–1102.
- S. Becerra. 2012. Vulnérabilité, risques et environnement: l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain. *Vertigo*, 12, 1.
- R. Suárez-Vega, D. R. Santos-Penate, P. Dorta-González. 2012. Location models and GIS tools for retail site location. *Applied Geography*, 35, 1–2, 12–22.
- L. Gouttenoire, S. Cournut, S. Ingrand. 2012. Participatory modelling with farmer groups to help them redesign their livestock farming systems. *Agron. Sustain. Dev.*, 33, 2, 413–424.
- P. Gonzalez, C. J. Tucker, H. Sy. 2012. Tree density and species decline in the African Sahel attributable to climate. *Journal of Arid Environments*, 78, 0, 55–64.
- P. Bissardon, S. Becerra, L. Maurice. 2013. Le risque sanitaire lié aux activités pétrolières en Amazonie équatorienne : des alertes aux décisions," *Environ. Risques Santé*, 12, 4, 338–344.
- M. Saqalli, C. L. Biielders, P. Defourny, B. Gérard. 2013. Reconstituting family transitions of Sahelian western Niger 1950-2000: an agent-based modelling approach in a low data context. *CyberGeo*, 634.
- K. Garcia, R. Lasco, A. Ines, B. Lyon, F. Pulhin. 2013. Predicting geographic distribution and habitat suitability due to climate change of selected threatened forest tree species in the Philippines. *Applied Geography*, 44, 12–22.
- J. L. San Emeterio, F. Alexandre, J. Andrieu, A. Génin, C. Mering. 2013. Changements socio-environnementaux et dynamiques des paysages ruraux le long du gradient bioclimatique nord-sud dans le sud-ouest du Niger

- (régions de Tillabery et de Dosso). *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13, 3.
- M. Saqalli, H. Mouri, S. Becerra, M. Munoz, I. Abdessamad, M. Touati. 2013. Perception et qualification de la contamination métallique autour de l'ancien site minier du Jebel Ressas, Tunisie : étendue et poids par une approche spatialisée à dire d'acteurs. presented at the Colloque "Contaminations Métalliques. Sousse, Tunisia.
- M. Debolini, E. Marraccini, D. Rizzo, M. Galli, E. Bonari. 2013. Mapping local spatial knowledge in the assessment of agricultural systems: A case study on the provision of agricultural services. *Applied Geography*, 42, 0, 23–33.
- L. Gouttenoire, S. Cournut, S. Ingrand. 2013. Farm-scale models built with farmers converting and converted to organic farming. *Agron.Sustain.Dev.*, 33, 3, 606–619.
- C. Barnaud, C. Le Page, P. Dumrongrojwathana, G. Trébuil. 2013. Spatial representations are not neutral: Lessons from a participatory agent-based modelling process in a land-use conflict. *Environmental Modelling & Software*, 45, 150–159.
- N. Maestriperieri, M. Saqalli, B. Veyrac-ben Ahmed, S. Becerra, M. Munoz, O. Ribolzi. 2014. Assessing health risk using regional mappings based on local perceptions: A comparative study of three different hazards in three sites: Laos, Tunisia and Ecuador. International Congress on Environmental Health, Porto, Portugal.
- A.K. Badmos, G. B. Villamor, S. K. Agodzo, S. N. Odai, S. S. Guug. 2014. Examining Agricultural Land-Use/Cover Change Options in Rural Northern Ghana: A Participatory Scenario Exploration Exercise Approach. *Int. J. Interdisciplin. Env. Studies*, 8, 0, 15–35.
- S. Becerra, M. Saqalli, F. Gangneron, A. Dia. 2015. Everyday vulnerabilities and 'social dispositions' in the Malian Sahel, an indication for evaluating future adaptability to water crises ? *Reg. Environ. Change*. 1–13.
- A. Boussetta, M. Saqalli, N. Maestriperieri, H. Rejeb. 2015. Comprendre un paysage et un territoire au travers d'un outil de spatialisation participatif : Cas de la zone de Mornag-Jebel Ressas. in *Actes de la 11ème conférence internationale annuelle Spatial Analysis & GEOmatics.*, Hammamet, Tunisia, 343–355.
- N. Maestriperieri, M. Saqalli. 2015. Assessing health risk using regional mappings based on local perceptions: A comparative study of three different hazards. *Human & Ecological Risk Assessment: An International Journal*, sous presse.
- E. Robert, F. Gangneron. 2015. Un « SIG à dire d'acteurs » : décryptage des vulnérabilités environnementales des agro-éleveurs et pasteurs au Bénin. *Cybergeo : European Journal of Geography*.
- O. M. Joffre, R. H. Bosma, A. Ligtenberg, V. P. D. Tri, T. T. P. Ha, A. K. Bregt. 2015. Combining participatory approaches and an agent-based model for better planning shrimp aquaculture. *Agricultural Systems*, 141, 149–159.
- Z. Petrou, I. Manakos, T. Stathaki. 2015. Remote sensing for biodiversity monitoring: a review of methods for biodiversity indicator extraction and assessment of progress towards international targets. *Biodivers Conserv*, 24, 10, 2333–2363.
- M. Saqalli, M. Jourden, N. Maestriperieri, S. Guillerme, E. Maire, B. Soulileuth, K. Latsachach, P. Sounyafong, L. Tammahuxsa, O. Sengtaeuanghoung, O. Ribolzi, S. Becerra. 2015. Backward waters, modern waters: Perception-Based Regional Mapping territory uses and water-related sanitary stakes in Luang Phabang area (Lao PDR). *Applied Geography*, 60, 184–193.
- F. N. Salazar Haro. 2015. Analisis de la 'Diplomacia Verde' del gobierno Ecuatoriano: Caso Yasuni-ITT 01/2007 a 07/2013. Licenciada Multilingue de Negocios y Relaciones Internacionales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- K. Remoundou, M. Brennan, G. Sacchettini, L. Panzone, M. C. Butler-Ellis, E. Capri, A. Charistou, E. Chaideftou, M. G. Gerritsen-Ebben, K. Machera, P. Spanoghe, R. Glass, A. Marchis, K. Doanngoc, A. Hart, L. J. Frewer. 2015. Perceptions of pesticides exposure risks by operators, workers, residents and bystanders in Greece, Italy and the UK. *Sci. Total Environ.*, 505, 1082–1092.