



HAL
open science

Apport de l'information géospatiale dans les décisions d'aménagement du territoire : une expérimentation à partir de cartes d'occupation du sol à très haute résolution spatiale, et de cartes de services écosystémiques

Helene Rey-Valette, Pierre Maurel, Chadi Jabbour, Camille Cousin, Sandra Luque, Olivier Billaud, Jean-Michel A Salles

► To cite this version:

Helene Rey-Valette, Pierre Maurel, Chadi Jabbour, Camille Cousin, Sandra Luque, et al.. Apport de l'information géospatiale dans les décisions d'aménagement du territoire : une expérimentation à partir de cartes d'occupation du sol à très haute résolution spatiale, et de cartes de services écosystémiques. Développement durable et territoires, 2020, 11 (3), pp.17778. 10.4000/developpementdurable.17778 . hal-03110013

HAL Id: hal-03110013

<https://hal.science/hal-03110013v1>

Submitted on 14 Jan 2021

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.



Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 11, n°3 | Décembre 2020

Varia

Apport de l'information géospatiale dans les décisions d'aménagement du territoire

Une expérimentation à partir de cartes d'occupation du sol à très haute résolution spatiale, et de cartes de services écosystémiques

Geospatial information contribution to land use planning

Evidence from land cover and ecosystem services maps

Hélène Rey-Valette, Pierre Maurel, Chady Jabbour, Camille Cousin, Sandra Luque, Olivier Billaud et Jean Michel Salles



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/17778>

DOI : [10.4000/developpementdurable.17778](https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17778)

ISSN : 1772-9971

Éditeur

Association DD&T

Ce document vous est offert par INRAE Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement



Référence électronique

Hélène Rey-Valette, Pierre Maurel, Chady Jabbour, Camille Cousin, Sandra Luque, Olivier Billaud et Jean Michel Salles, « Apport de l'information géospatiale dans les décisions d'aménagement du territoire », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 11, n°3 | Décembre 2020, mis en ligne le 20 décembre 2020, consulté le 14 janvier 2021. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/17778> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17778>

Ce document a été généré automatiquement le 14 janvier 2021.



Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

Apport de l'information géospatiale dans les décisions d'aménagement du territoire

Une expérimentation à partir de cartes d'occupation du sol à très haute résolution spatiale, et de cartes de services écosystémiques

*Geospatial information contribution to land use planning
Evidence from land cover and ecosystem services maps*

Hélène Rey-Valette, Pierre Maurel, Chady Jabbour, Camille Cousin, Sandra Luque, Olivier Billaud et Jean Michel Salles

Le projet a bénéficié d'un soutien financier du Cnes (projet Mise-IDS dans le cadre du programme Tosca). Les cartes de services écosystémiques ont été réalisées dans le cadre du projet européen Imagine (Eranet Biodiversa 3). Nous remercions le Syndicat mixte du bassin de Thau (SMBT) et l'ensemble des participants à l'atelier.

- 1 La planification territoriale est au cœur de l'aménagement et du développement territorial, notamment pour la répartition territoriale des biens publics locaux qui sont au fondement de l'économie spatiale (Derycke et Gilbert, 1988), et plus récemment de la nouvelle économie géographique (Krugman, 1991). Elle s'appuie sur des documents de planification territoriale dont les Schémas de cohérence territoriale (SCoT) sont emblématiques. Différents domaines sont concernés : la planification des réseaux de transports (Gauthier, 2005), la gestion des risques et des services écosystémiques (SE) (De Groot *et al.*, 2010) tant pour l'identification des enjeux que le suivi des évolutions ou le contrôle des mesures de régulation (Choy *et al.*, 2016). Ces travaux illustrent l'intérêt des cartes comme ressource commune que l'on peut qualifier de capital informationnel (Akoka *et al.*, 2019).
- 2 De nouveaux outils issus de l'information géographique et satellitaire permettent d'étendre les fonctionnalités des technologies d'information à différentes échelles territoriales et de diversifier leurs usages pour la décision (Tonneau et Maurel, 2016). Il s'agit d'intégrer un nombre croissant d'attributs et de processus pour coordonner les

demandes de plus en plus diversifiées et souvent en conflit en matière d'affectation et d'usages des sols (Noucher, 2013). Ainsi, l'information géographique est au cœur de multiples outils spécifiques en matière d'aménagement, qui visent à faciliter le partage des informations et l'expression des compromis de façon à élaborer, voire coconstruire, des stratégies en faveur d'un développement territorial qui soit le plus maîtrisé et cohérent possible (Blanchard, 2017). Le référentiel du développement territorial (Torre, 2015) met en effet l'accent sur la qualité de la gouvernance allée au besoin de concertation et de transparence dans les décisions qui impliquent une évolution des outils. Il s'agit de conforter l'apport de l'ingénierie territoriale sans renforcer son rôle performatif (Chia *et al.*, 2008) et en rééquilibrant l'apport des savoirs d'experts et des savoirs locaux. Par exemple, Kormakova et Kupkova (2018) montrent l'intérêt de cette information géographique pour impliquer les citoyens dans les activités publiques et améliorer la gouvernance des collectivités. Ainsi les cartes ne constituent plus seulement un outil technique de spatialisation de l'information, mais elles sont désormais aussi des documents programmatiques de cadrage au niveau institutionnel (SCoT, trame verte et bleue...), et un support pour la concertation, à différentes étapes de ces processus et à travers des formes diversifiées d'association aux dispositifs de participation (concertation, jeux de rôle...). Les supports cartographiques étant facilement appropriables par les acteurs et citoyens, ils constituent des supports partagés pour construire des référentiels communs et coordonner l'action collective (Vinck, 2009). En effet la carte constitue un type de représentation spatiale doté de propriétés sémiotiques spécifiques (Maurel, 2012) qui lui confèrent une « *puissance abrégative* » (Souchier et Robert, 2008 p. 26), ainsi qu'un « *effet de vérité* » (Lussault, 2003 p. 44) qui favorisent une approche de l'aménagement et du développement territorial fondée sur des éléments tangibles (« *evidence based planning* ») (Faludi, 2009). Dans le cas des politiques d'aménagement et de conservation, la carte peut faciliter l'appropriation de ces politiques dès lors que de nombreuses mesures impliquent des actions de régulation spatiale, notamment des usages. On observe ainsi une interaction croissante entre les outils d'aménagement territorial fondés sur l'information géographique et les politiques de gestion de la biodiversité (Furst *et al.*, 2014) qui impliquent une connaissance précise de l'occupation des sols en termes d'espaces artificialisés, de terres agricoles, de friches, de zones naturelles. Les formes d'occupation du sol conditionnent la répartition spatiale des SE (Roche *et al.*, 2016 ; Billaud, 2018). On note ainsi une demande croissante de cartes de SE à l'échelle locale et régionale pour soutenir la gestion de la biodiversité (Nagendra *et al.*, 2013 ; Posner *et al.*, 2016), la planification de l'utilisation des terres (Kopperoinen *et al.*, 2014 ; Darvill et Lindo, 2015) et l'évaluation des incidences des aménagements sur l'environnement (Geneletti, 2013).

- 3 Dans ce contexte, l'enjeu de notre recherche est d'évaluer l'apport pour les décisions relatives à l'aménagement du territoire de deux types de cartes innovantes à savoir (i) des cartes d'occupation du sol (COS) rendues plus précises (échelle parcellaire) par le recours aux images satellitaires à très hautes résolutions spatiales, et (ii) des cartes de SE qui ont pu être élaborées grâce à la précision de ces COS à très hautes résolutions spatiales. Il s'agit d'analyser dans quelle mesure les acteurs territoriaux impliqués dans les activités de gestion de l'urbanisation sont sensibles à l'utilisation de ces cartes et dans quelle mesure celles-ci permettent d'améliorer la cohérence de leur choix en matière d'urbanisation. L'objectif *in fine* est de renforcer l'ingénierie territoriale par des cartes mieux renseignées et de faciliter la gestion intégrée par la prise en compte de la

spatialisation des SE. Pour ce faire, dans le cadre d'un atelier participatif, nous avons défini un protocole pour expérimenter l'usage de ces deux types de cartes à travers deux exercices collectifs d'aménagement se différenciant par le niveau d'information dont disposaient les acteurs. Cet atelier expérimental a été réalisé à l'échelle du bassin de Thau qui correspond approximativement au bassin versant de la lagune de Thau à proximité de Sète dans le département de l'Hérault. Ce bassin versant comprend 21 communes et 140 000 habitants relevant principalement de l'intercommunalité Sète Agglopôle Méditerranée (SAM) ainsi que de la communauté d'agglomération Hérault Méditerranée et de la métropole de Montpellier. Il s'agit d'un territoire intéressant du fait de la diversité des enjeux économiques et environnementaux, notamment liés à la richesse des écosystèmes maritimes et littoraux. Par ailleurs il s'agit d'un territoire innovant dans le champ de la gestion intégrée (Plant *et al.*, 2014), sélectionné comme un site expérimental de la Gestion intégrée des zones côtières (GIZC) par la Datar lors de son appel d'offres de 2005. La mise en place à cette occasion d'un pôle de compétences en ingénierie territoriale (Syndicat mixte du bassin de Thau (SMBT¹)) a permis d'articuler les dispositifs et les collectivités et d'élaborer un contrat de gestion intégrée et concertée qui articule le SCoT, le SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux) et des projets Natura 2000. De nombreux projets intégrés innovants ont été conduits en collaboration avec divers organismes scientifiques pour lesquels la lagune et le territoire de Thau constituent souvent un site pilote intéressant, et à proximité de nombreuses équipes de recherche à Montpellier et Sète. Ainsi le territoire bénéficie d'une forte expérience et tradition de collaboration entre gestionnaires et scientifiques qui permet de renforcer sa capacité d'innovation et ses compétences en ingénierie, aussi bien dans le champ de l'aménagement et de la gestion intégrée que concernant la mise en œuvre et l'évaluation de dispositifs participatifs. Signalons que ce territoire a récemment été sélectionné pour la révision de son SCoT comme site pilote du dispositif du ministère en faveur des SCoTs de transition écologique pour expérimenter des mesures au profit de la résilience du territoire.

- 4 Dans une première partie, nous présentons un aperçu de la littérature relative à l'apport des cartes de SE dans la prise de décision, avant de décrire dans la deuxième partie la méthodologie mise en œuvre pour organiser l'atelier participatif. Nous exposons ensuite les principaux résultats de cet atelier, suivis d'une discussion sur l'apport des cartes dans la prise de décision des acteurs territoriaux.

1. L'apport des cartes de services écosystémiques dans l'ingénierie territoriale et les décisions d'aménagement

- 5 Les réflexions sur l'intégration des problématiques économiques et géographiques par rapport aux SE illustrent l'intérêt de ce référentiel pour le développement territorial (Torre, 2015). Ainsi, Maillefert et Petit (2017) vont jusqu'à proposer la notion de services écosystémiques territorialisés. Ces auteurs insistent sur le caractère contextuel de la valeur des SE par rapport aux spécificités, à l'histoire et aux enjeux d'un territoire donné, et militent ainsi pour une contextualisation de leur évaluation. Or, toute évaluation implique un besoin préalable de caractérisation et de spatialisation des SE. La production de ces cartes est le plus souvent réalisée en associant des inventaires écologiques et des connaissances sur les fonctionnalités des types d'écosystèmes avec

des matrices qui permettent d'associer les modalités d'occupation du sol et les types d'habitats, puis les types d'habitats et les services rendus à des échelles très fines (carré de 5 m par 5 m). De fait, on obtient ainsi des cartes non plus des fonctionnalités écologiques, mais des apports pour le bien-être à l'échelle des territoires, et qui permettent non seulement de cartographier les SE en fonction de leur nature, mais aussi d'identifier les recouvrements entre services et donc les zones de compromis. Des méthodes de cartographie des SE ont ainsi été développées, notamment par le groupe de travail MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services – Burkhard et Maes, 2017 ; Burkhard *et al.*, 2018). Ces cartes constituent un apport déterminant pour la décision et la rationalisation des politiques d'aménagement, mais aussi de conservation des écosystèmes (Le Clec'h *et al.*, 2014 ; Furst *et al.*, 2014 ; Maes *et al.*, 2015). Cette connaissance spatialisée de la distribution des services est particulièrement importante pour arbitrer les compromis entre usages, identifier les zones de conservation prioritaires, et plus généralement élaborer des projets intégrés de développement territorial (Jacob *et al.*, 2014) avec un apport particulier pour le dialogue territorial et la concertation (Bierry et Lavorel, 2016). Selon plusieurs auteurs (Haines-Young et Potschin, 2014 ; McKenzie *et al.*, 2014 ; Saarela et Rinne, 2015), l'usage des cartes lors d'études de cas concrets permet aux acteurs locaux d'apporter plus facilement des connaissances empiriques sur les SE. En termes d'apprentissages individuels et collectifs, les cartes de SE produites à des échelles détaillées permettent d'appréhender les situations territoriales locales de manière plus systémique en faisant prendre conscience de la multifonctionnalité des espaces (Plant *et al.*, 2018). Du point de vue de l'action collective, en permettant d'appréhender les interactions entre les impacts des aménagements et les fonctionnalités des écosystèmes, elles facilitent la coconstruction d'une liste de services jugés prioritaires et, par là, la définition collective des objectifs et principes de durabilité (Albert *et al.*, 2014 ; Furst *et al.*, 2014). Ces cartes agissent ainsi comme un « *objet intermédiaire* » (Vinck, 2009), à savoir des supports partagés pour construire des référentiels communs autour desquels peut se coordonner l'action collective. Elles facilitent l'appropriation des enjeux environnementaux par les parties prenantes et les citoyens (Albert *et al.*, 2014 ; Furst *et al.*, 2014) et, à ce titre, contribuent à améliorer la gouvernance environnementale, notamment en favorisant la transparence des choix et des motifs d'arbitrage (Viglizzo *et al.*, 2012 ; Iverson *et al.*, 2014).

- 6 Par ailleurs, ces cartes améliorent l'appui à la décision au niveau de l'évaluation et du suivi du potentiel de SE, en proposant des cartes dynamiques des surfaces d'habitat ou des formes d'occupation du sol. Ces cartes dynamiques sont précieuses pour évaluer les impacts d'une politique ou d'une infrastructure et pour estimer les préjudices écologiques en identifiant les pertes de SE en fonction de l'urbanisation (Barral et Oscar, 2012 ; Wolff *et al.*, 2017). Enfin, en termes de connaissances relatives à la fonctionnalité des milieux et à leur résilience, ces cartes de SE sont au cœur de l'étude des proximités et interactions entre services fondant la notion de bouquets de SE (Roche *et al.*, 2016). Elles renforcent ainsi l'efficacité des outils de planification pour la conservation de la biodiversité.
- 7 En termes de décision, les cartes de SE sont souvent utilisées pour arbitrer entre des scénarios d'aménagement, et permettent ainsi une « *écologisation de la prospective* » au sens d'une meilleure prise en compte des enjeux écologiques dans les démarches de prospective (Maillefert et Petit, 2017 ; p 18). La spatialisation facilite en effet

l'évaluation des impacts et pertes écologiques potentielles en fonction des changements d'usage des sols, et par là les arbitrages fonciers d'aménagement et de conservation entre les zones (Bierry et Lavorel, 2016).

- 8 Concernant les innovations institutionnelles au sein des services chargés de la mise en place de ces politiques, l'étude de l'impact de l'évaluation des SE à l'échelle de la ville de Paris par Duquesne et Vo Van (2016) témoigne d'un effet positif sur la transversalité entre les services, ainsi que sur la justification des solutions fondées sur la nature pour la conservation des SE. *In fine*, il ressort que l'usage des cartes de SE permet d'objectiver les relations entre les fonctionnalités écologiques et les enjeux de développement, d'identifier les thèmes de compromis, voire de conflits (Roche *et al.*, 2016) et de faciliter le couplage entre gouvernance environnementale et territoriale (Viglizzo *et al.*, 2012 ; Furst *et al.*, 2014). Enfin, selon les SE considérés, ces cartes de SE contribuent à mieux rendre compte des dimensions patrimoniales du territoire liées à son capital naturel, et par là, elles peuvent faciliter la reconnaissance sociale de ces ressources et renforcer l'attachement aux écosystèmes et la volonté de leur protection (Arnaud de Sartre *et al.*, 2014 ; Ruoso *et al.*, 2018).
- 9 Le développement des cartes de SE ne doit cependant pas masquer les limites et les risques liés à ce type de représentation mis en évidence par un travail de déconstruction de la fabrique cartographique (Harley, 1990 ; Wood *et al.*, 2010 ; Le Clec'h *et al.*, 2019). Il n'existe pas en effet de méthodologie unique et consensuelle pour produire des cartes de SE. Des choix doivent être faits en amont quant aux éléments à retenir, aux données, aux échelles spatiale et temporelle (Grêt-Regamey *et al.*, 2014), et au couplage éventuel avec des modèles ; l'ensemble générant des incertitudes difficiles à estimer (Schulp *et al.*, 2014). La donnée principale utilisée est l'occupation du sol prise comme proxy (Eigenbrod *et al.*, 2010) mais qui, utilisée seule, induit une simplification forte de la complexité des mécanismes en jeu dans la production des SE (Kandziora *et al.*, 2013). Tous ces éléments militent pour associer les utilisateurs finaux dès le travail de conception des cartes de SE afin de faciliter leur appropriation et d'améliorer leur qualité en incorporant leurs savoirs locaux. L'analyse de leur utilisation à l'aide de dispositifs exploratoires et participatifs constitue une autre condition de réussite pour s'affranchir d'une forme d'ingénierie trop dirigiste (Le Clec'h *et al.*, 2019).

2. Organisation de l'atelier collectif et protocole expérimental d'évaluation de l'apport de cartes innovantes

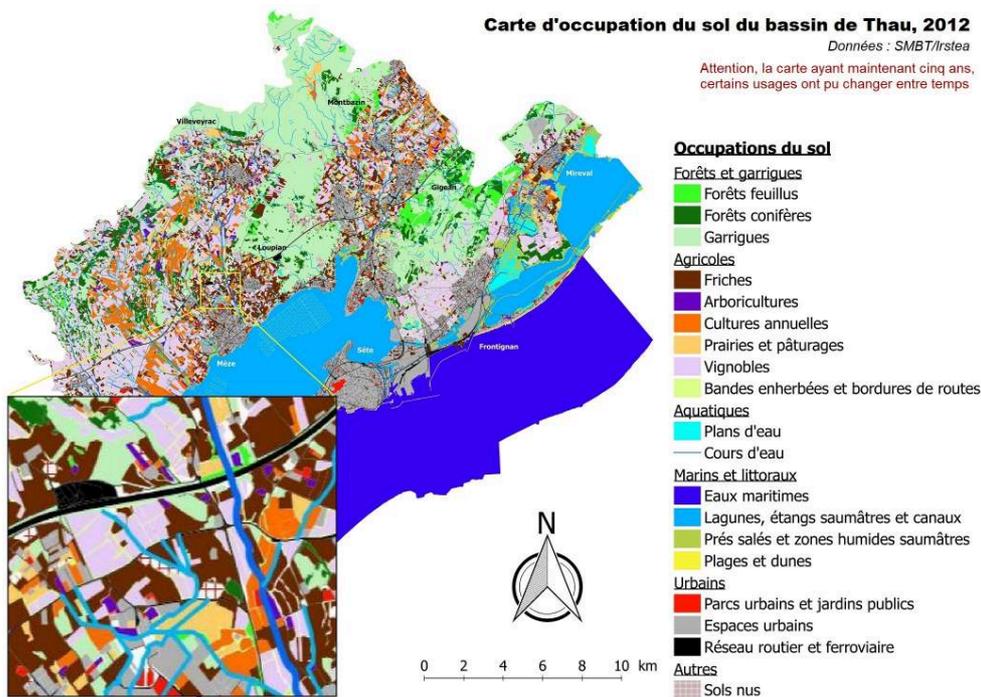
2.1. Rappels sur les caractéristiques des cartes testées

2.1.1. La carte d'occupation du sol issue des images satellitaires à très haute résolution

- 10 Une première version de la carte détaillée de l'occupation du sol du territoire de Thau a été produite en 2012 et 2013 par l'UMR Tetis à partir d'images Pléiades à très haute résolution spatiale (50 cm en noir et blanc, 2 m en multispectral) dans le cadre d'un programme du Cnes² pour promouvoir l'utilisation de ces images (Dupaquier *et al.*, 2016). Des photographies aériennes et les limites cadastrales ont aussi été utilisées pour les espaces artificialisés. Les unités cartographiques minimales sont la parcelle

cadastrale en milieu urbain, la parcelle culturale en milieu agricole et des unités homogènes pour les espaces naturels. La nomenclature comprend quatre niveaux emboîtés : les trois premiers issus de la nomenclature standardisée européenne Corine Land Cover et le quatrième, très détaillé (71 classes), permet de prendre en compte les espaces artificialisés et de répondre aux objectifs de suivi et d'évaluation du contrat de gestion intégrée du territoire. Cette carte a ensuite été mise à jour par le SMBT en 2017 et 2018 pour les espaces artificialisés par photo-interprétation de photographies aériennes IGN récentes. Pour l'atelier, nous avons utilisé cette version mise à jour, imprimée au format A0, avec une nomenclature en 20 classes adaptée aux besoins de l'atelier (figure 1).

Figure 1. Vue générale et zoom de la carte d'occupation du sol de Thau utilisée lors de l'atelier



Source : Tetis/SMBT

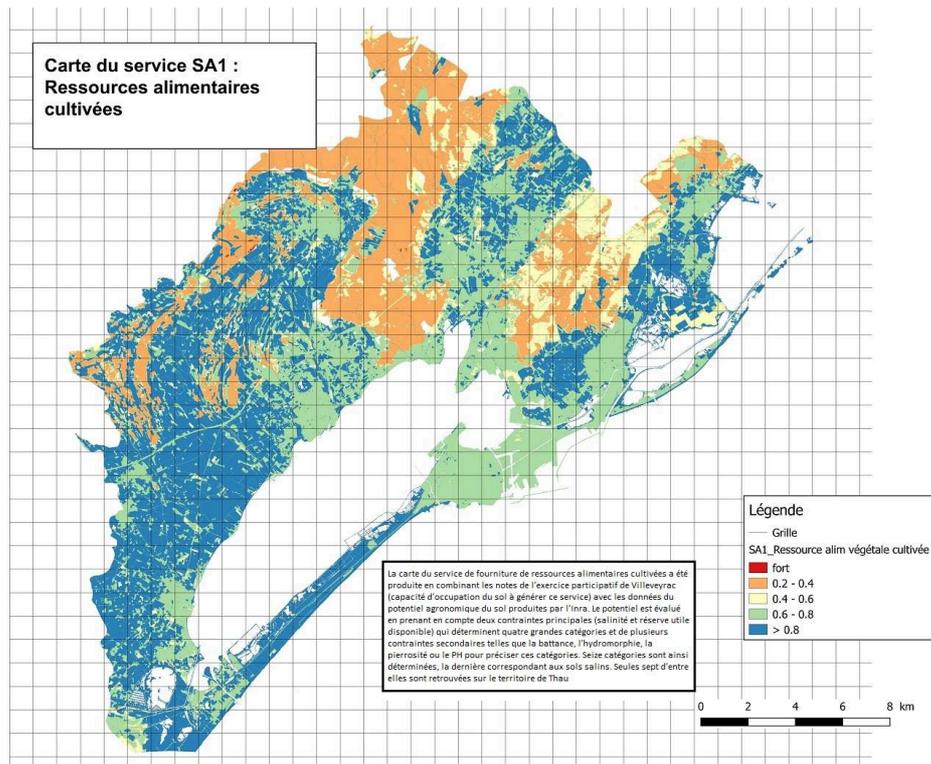
2.1.2. Les cartes de SE

- 11 Les cartes de SE ont été construites lors d'une étude antérieure (Billaud, 2018) en appliquant le modèle matriciel développé par Burkhard *et al.* (2018). Cette méthodologie, de plus en plus reconnue dans la communauté scientifique (Campagne et Roche, 2018), permet de faire le lien entre un type d'écosystème (ou d'occupation du sol) et une caractéristique d'un SE (offre, demande, flux, etc.). Son résultat est également aisément cartographiable (Burkhard et Maes, 2017). Cette évaluation à dire d'experts repose sur l'hypothèse qu'à travers leur expérience, profession ou éducation, certains acteurs du territoire ont acquis un savoir crédible et fiable (Jacobs *et al.*, 2014). Dans notre cas (Billaud, 2018), trois types de données ont été mobilisées : 1) la carte d'occupation du sol détaillée présentée ci-dessus ; 2) une matrice³ de capacité produite à l'issue d'un exercice participatif avec un panel de 18 experts locaux ; 3) des données de pondération qui varient selon le SE considéré (par exemple, les valeurs du zonage réglementaire du Plan de prévention des risques pour le SE de protection contre les

inondations). En plus de chercheurs de l'UMR Tetis, le panel comprenait des professionnels de secteurs économiques (conchyliculture, agriculture, pêche lagunaire et marine, forêt), des gestionnaires d'espaces naturels, des associations de protection de la nature, des services de l'État et des collectivités territoriales.

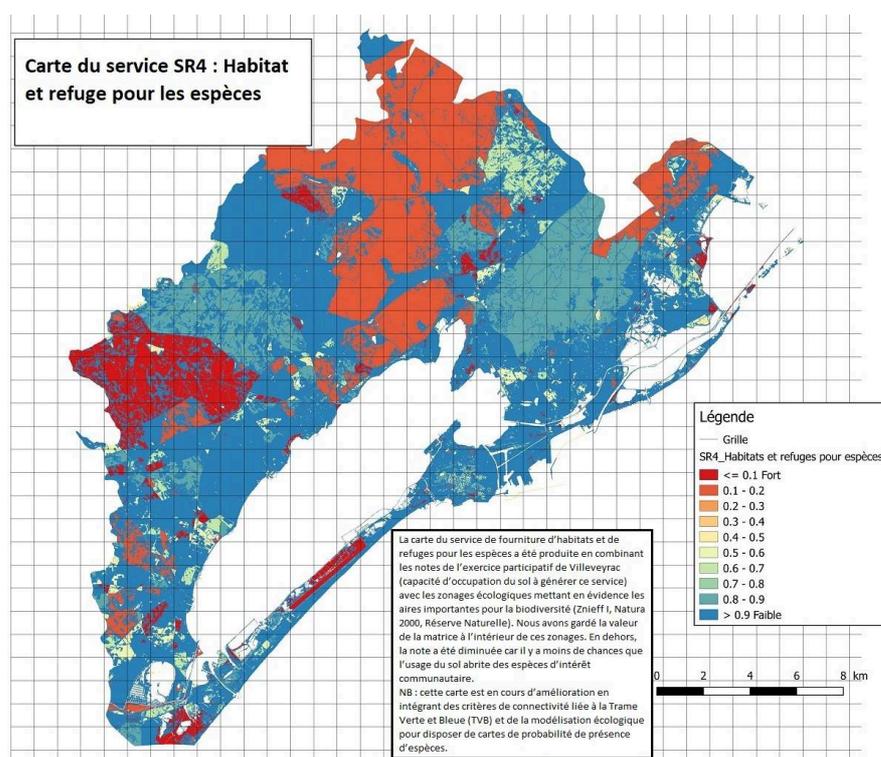
- 12 Au total, 25 cartes de SE ont été produites. Compte tenu des contraintes de temps de l'atelier, nous avons choisi de ne sélectionner que quatre de ces cartes en choisissant des services liés à des enjeux majeurs et permettant de mixer les catégories de services. Nous n'avons pas pris en compte les services culturels liés aux dimensions patrimoniales de la nature et des paysages dont l'identification dépend des perceptions et des usages, et nécessite de mobiliser des entretiens et des exercices participatifs (Plant *et al.*, 2018). On a retenu une carte relative aux services d'approvisionnement (ressources alimentaires) avec des valeurs pondérées en fonction de la valeur agronomique des terres (figure 2), une carte relevant des services de support à la biodiversité (habitats naturels) pondérées par les zonages de protection environnementale (Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff), Natura 2000, réserve naturelle) (figure 3) et deux cartes exprimant des services de régulation face à deux risques forts pour le territoire, à savoir l'inondation et l'incendie. Dans ces deux derniers cas, il ne s'agit pas de cartes de risques mais de celles des types d'occupation du sol propices à la régulation de ces risques pondérés par les zonages réglementaires des Plans de prévention des risques. Pour les besoins de l'atelier, chaque carte de SE contenait un encart qui précisait ses modalités d'élaboration. Une grille de repérage identique avait également été ajoutée sur la carte d'occupation du sol et sur les quatre cartes de SE afin d'aider les participants à exploiter simultanément les informations des cinq cartes sur une même zone.

Figure 2. Exemple de carte de SE utilisée (avec grille de repérage et encart explicatif du processus de fabrication de la carte)



SE : approvisionnement en ressources alimentaires cultivées

Figure 3. Exemple de carte de SE utilisée (avec grille de repérage et encart explicatif du processus de fabrication de la carte)



SE : fourniture d'habitat et de refuge pour les espèces

2.2. Nature des participants et composition des sous-groupes

- 13 Le choix des participants a été fait de façon à associer une diversité de parties prenantes représentatives des acteurs impliqués dans l'aménagement du territoire. Une invitation très large a été envoyée un mois avant l'atelier à un panel diversifié d'élus et de parties prenantes institutionnelles liées aux différents comités intervenant en termes d'aménagement, à savoir le SCoT, le Sage et le projet de gestion intégrée. Environ la moitié des personnes contactées ont participé. Les participants ont été répartis en trois sous-groupes, de façon à avoir des effectifs favorables au dialogue entre participants et pouvoir comparer les stratégies. La composition des sous-groupes a été faite en veillant à conserver une diversité de types de parties prenantes au sein de chaque groupe (tableau 1). Chaque groupe a choisi un rapporteur parmi les participants, tandis que, dans chaque groupe, deux chercheurs étaient chargés de l'animation et de la prise de note.

Tableau 1. Détail des profils des participants à l'expérimentation

Catégories	Détail	Total	Groupes		
			1	2	3
Chambres consulaires et organismes sectoriels	Chambre d'agriculture (1) Adasea* A (1)	2		1	1
Élues adjointes à l'urbanisme	Élues des communes de la zone	5	2	2	1

Fonctionnaires territoriaux à l'échelle communale ou intercommunale	Sète Agglopolie Méditerranée (2), Syndicat mixte du bassin de Thau (3), Services techniques communaux (3)	8	3	3	2
Fonctionnaires territoriaux à l'échelle de la Région ou du Département	Région Occitanie ; direction de l'environnement (1), Département de l'Hérault ; direction de l'aménagement (2)	3	1	1	1
Associations et services liés à l'environnement	Ligue de protection des oiseaux (1), CPIE (1) Conservatoire des espaces naturels (1)	3	1	1	1
Divers	Stagiaire Ifremer (1)	1			1
Total		22	7	8	7

*Adasea : associations départementales pour l'aménagement des structures des exploitations agricoles

2.3. Modalités d'organisation de l'expérimentation

2.3.1. Définition du scénario d'aménagement

- 14 Le scénario proposé a été conçu avec le responsable du SCoT au sein du SMBT de façon à être réaliste, mais il s'agissait d'un exercice fictif pour les besoins de l'expérimentation. Il était demandé d'organiser, d'ici 2030, l'accueil de 30 000 nouveaux habitants. En plus d'opérations de densification à l'intérieur des enveloppes urbaines existantes, cette augmentation de population nécessite de procéder également à une extension de l'artificialisation en aménageant 150 hectares supplémentaires avec une liberté totale de choix de la stratégie et des communes concernées. Ces nouveaux aménagements comprennent des logements, des infrastructures (parkings voirie), des équipements de service (commerces/équipements sportifs) ainsi que des zones d'activité économique. Ce scénario, bien que fictif, correspond à des enjeux réels pour le territoire qui, du fait de sa position littorale et de sa proximité avec la métropole de Montpellier, est soumis à une forte pression démographique. Même si la croissance démographique a baissé ces dernières années en raison d'une politique volontariste pour la réguler (1,68 %/an de 1999 à 2009, 1,08 %/an entre 2009 et 2014), elle reste encore largement supérieure à la croissance moyenne en France métropolitaine (0,5 %/an).
- 15 Pour spatialiser ce scénario, les participants devaient représenter les choix d'aménagement sur les cartes par 15 punaises représentant chacune une zone de 10 hectares à aménager. Ce lot de punaises était constitué de 11 punaises d'une couleur pour l'habitat et les infrastructures associées, et 4 d'une autre couleur pour les zones d'activités économiques.

2.3.2. Organisation de l'atelier

- 16 L'expérimentation a été organisée de façon à tester l'apport des cartes de SE par rapport à une carte d'occupation du sol à haute résolution spatiale considérée comme carte de référence. Au total, l'atelier a été divisé en trois temps : (i) spatialisation du scénario d'urbanisation à partir de la carte d'occupation du sol détaillée constituant la situation de référence (ii) modifications des zones d'urbanisation liées à la prise en compte des cartes de SE (iii) mise en commun et débat.
- 17 *Étape 1 (45 mn) : Spatialisation du scénario d'urbanisation à partir de la carte d'occupation du sol détaillée (format A2).* Il s'agissait de positionner les 15 punaises (figure 4), puis de renseigner un questionnaire individuel visant à expliciter les motivations et critères de choix des sites à aménager ainsi que la perception de l'apport de la précision de cette carte relative à l'occupation du sol.

Figure 4. Positionnement des nouvelles zones à aménager sur la carte d'occupation du sol



- 18 *Étape 2 (60 mn) : Prise en compte des quatre cartes de SE (format A3) avec la possibilité de modifier les choix effectués lors de l'étape 1 en relation avec la connaissance additionnelle apportée par les cartes de SE (figure 5).* Cette deuxième phase était suivie d'un nouveau questionnaire individuel visant à expliciter les motivations des changements et la perception de l'apport des cartes de SE (figure 6).

Figure 5. Utilisation des cartes de SE pour reconsidérer l'emplacement des zones à aménager



Figure 6. Phase de renseignement des questionnaires individuels d'évaluation



- 19 *Étape 3 (60 mn) : Mise en commun des motivations et des ressentis des trois sous-groupes.* La partie débat a été introduite par un exposé de chaque rapporteur visant à synthétiser les motivations des choix (positionnement initial et changement éventuel). Le débat a ensuite surtout porté sur les types d'arbitrage, l'intérêt respectif des deux cartes, l'identification des contraintes et des propositions de pistes d'amélioration des cartes (précision sur les objets, lisibilité, nomenclature).
- 20 Les matériaux collectés au sein de l'expérimentation sont de différente nature : les positions des punaises à l'étape 1 et à l'étape 2, les réponses aux deux questionnaires (tableau 2) qui associaient de façon relativement équilibrée des questions ouvertes et des questions fermées où les participants devaient classer ou évaluer de 0 à 10 les propriétés des cartes et leurs critères de choix. Enfin, les chercheurs disposaient aussi des notes prises durant les séances par sous-groupe et le débat final. L'analyse des perceptions a été effectuée principalement sur la base des questions fermées. L'intitulé de la liste des items a été défini en fonction des principales propriétés identifiées dans la bibliographie. Des rubriques autres étaient systématiquement proposées mais assez peu renseignées.

Tableau 2. Détail de la structure des questionnaires en appui à l'expérimentation

Questionnaire 1		Questionnaire 2	
Type d'information	Nombre de questions	Type d'information	Nombre de questions
N° du groupe et statut de la personne	2	N° du groupe et statut de la personne	2
Intérêt de l'utilisation des cartes d'occupation du sol	1 question d'évaluation (5 items de 0 à 10 avec rajout d'items possible) et 2 questions libres	Comparaison entre les deux types de cartes et l'apport d'informations	2 questions d'évaluation (11 items au total de 0 à 10 avec ajout possible d'items et 1 question libre)
Pratiques et types d'usages antérieurs des cartes d'occupation du sol	2 questions libres	Type de changement de perception et connaissance du territoire liée aux cartes de SE	3 questions libres

		Types d'améliorations des cartes de services écosystémiques pour plus d'opérationnalité	1 question d'évaluation de l'intérêt des cartes de SE (11 items de 0 à 10 avec ajout possible d'items) et 4 questions libres
--	--	---	--

3. Résultats

3.1. Type de zones choisies et changements générés par la disponibilité des cartes de SE

- 21 Bien que l'intérêt des deux types de cartes ait été testé, l'innovation la plus importante portait sur les cartes de SE et l'évaluation des changements d'aménagement pour le scénario d'urbanisation générés par la connaissance issue des cartes de SE (tableau 3). Après la première étape, le deuxième exercice supposait, pour décider de changer ou pas les emplacements choisis, de vérifier sur chacune des cartes de SE la pertinence de ces emplacements. On note en premier lieu assez peu de différences des choix de zone entre les deux exercices (occupation du sol détaillée et carte de SE). Cette faible différence semble s'expliquer pour partie par la gestion du temps au sein des groupes et les modalités d'organisation interne des groupes pour la prise en compte des cartes de SE. Outre des différences notables concernant l'importance des discussions collectives selon les groupes, le mode de vérification des emplacements en regard des cartes de SE a été très différent selon les groupes. Dans deux des groupes, ces vérifications ont été effectuées collectivement et ont donné lieu à de nombreuses discussions, tandis que le troisième groupe a opté pour une répartition des cartes de services entre les membres du groupe, permettant de rationaliser les vérifications et d'effectuer un plus grand nombre de changements. Il en résulte que le nombre de changements générés par la mise à disposition des cartes de SE est contrasté selon les groupes (de 27 % à 47 %).

Tableau 3. Types de zones à urbaniser selon les types de cartes

Groupes	Type de sol	Nombre de zones Exercice 1 COS détaillée	Nombre de zones Exercice 2 Carte de SE	Nombre de changements	Solde
Groupe 1	Friche	10	9	1	-
	Culture annuelle	3	2	1	-
	Vignoble	1	2	1	+
	Bande enherbée	0	1	1	+
	Jardin public	1	1	0	-
Sous-total groupe 1		15	15	4	-
Groupe 2	Friche	7	8	1	+

	Culture annuelle	2	3	1	+
	Vignoble	3	1	2	-
	Sol nu	2	1	1	-
	Garrigue	1	2	1	+
	Bande enherbée	0	0	0	-
Sous-total groupe 2		15	15	6	-
Groupe 3	Friche	11	8	3	-
	Culture annuelle	2	3	1	+
	Vignoble	1	1	0	-
	Garrigue	1	1	0	-
	Bande enherbée	0	1	1	+
	Sol nu	0	1	1	+
Sous-total groupe 3		15	15	6	-
Total		45	45	16	-

- 22 Les types de zones choisies témoignent d'une prédominance des friches (56 %) (tableau 4) qui peut paraître rationnelle, s'agissant de terrains considérés comme abandonnés, et de fait non exploités et souvent perçus de façon négative.

Tableau 4. Importance relative des types de zones choisies en support à l'urbanisation. Situation finale après intégration des changements

Friche	Culture annuelle	Vignoble	Bande enherbée	Jardin public	Sol nu	Garrigue	Total
25	8	4	2	1	2	3	45
56 %	18 %	9 %	4 %	2 %	4 %	7 %	100 %

- 23 L'importance accordée aux différentes cartes de SE a été évaluée sur la base d'une échelle décimale. En moyenne, pour l'ensemble des participants, ce sont les services d'approvisionnement qui obtiennent le score le plus important : 6,7 sur une échelle de 0 à 10 (écart type 2,5), devant les services de support de la biodiversité pris en compte à travers la préservation des habitats et des refuges pour les espèces (moyenne 5,2 ; écart type 3,2) et les services de régulation, dont la protection contre les inondations (moyenne 4,5 ; écart type 3,9). On note que la carte des risques d'incendie a été largement moins mobilisée (moyenne 2,4 ; écart type 3,0). Les participants ont aussi mentionné qu'ils avaient tenu compte de la présence d'îlots de fraîcheur, de la continuité du bâti, des friches, de la proximité des routes et des zones économiques, de la protection de la trame verte et bleue et de la proximité de l'étang.

3.2. Identification des motivations et des arguments justifiant les décisions d'aménagement

- 24 Les questionnaires, proposés à l'issue de chacun des deux exercices, visaient à identifier les critères de décision et les informations mobilisés, notamment l'apport de la précision de l'occupation du sol et de la spatialisation de certains SE.
- 25 Les avantages cités de la précision plus fine des cartes d'occupation du sol sont la possibilité d'avoir (i) une vue d'ensemble des enjeux (53 % des participants), (ii) une vision plus précise et plus rapide des enjeux (35 %) et (iii) une meilleure compréhension de la richesse du territoire (24 %). Seule une personne a émis des critiques relatives à la complexité de ces cartes d'occupation du sol par rapport aux cartes classiques, tandis que cette précision n'engendrait pas de différence significative pour un autre participant. Pour le premier exercice, près de la moitié des participants ont évoqué comme critères de choix des zones à aménager l'équilibre du territoire (47 %) et la préservation des espaces naturels et des espaces cultivés comme refuge de biodiversité (47 %). Les autres critères, à savoir la saturation des zones urbaines, la qualité de vie, le fait de privilégier l'urbanisation dans la partie littorale du territoire, la prise en compte de la pollution des sols n'ont été évoqués chacun que par un ou deux participants. L'apport des cartes de SE a été jugé très positif par plus des deux tiers des participants (68,7 %). Les motifs d'intérêt évoqués sont une meilleure connaissance des impacts environnementaux (44 %), le fait de pouvoir raisonner de façon plus globale (38 %), la possibilité de tenir compte de la protection des écosystèmes (12 %), le fait de disposer de données perçues comme plus objectives (12 %).
- 26 Étant donné la difficulté d'évaluer les apports des cartes de SE uniquement à travers le nombre de changements apportés par l'ajout d'information supplémentaire, le deuxième questionnaire renseigné individuellement après cette deuxième étape (tableau 2) permet d'analyser les perceptions qu'ont les parties prenantes de ces apports sur la base de la moyenne des scores enregistrés pour chaque question. Rappelons que les enquêtés ont évalué l'importance relative de plusieurs propriétés attendues de ces cartes sur une échelle de 0 à 10 (tableau 5). Pour simplifier, la distribution des moyennes globales observées a été hiérarchisée en trois classes d'importance relative notées +++, ++ et +, sachant que tous les scores sont supérieurs à la moyenne, ce qui atteste d'un intérêt global pour ce type de cartes.

Tableau 5. Perceptions de l'apport des cartes de SE

Types d'apport	Score moyen sur une échelle de 0 à 10 et classification de + à +++	
Meilleure prise de conscience de la diversité des fonctions d'une zone	8,2	++ +
Compréhension plus globale du territoire	7,8	++ +
Meilleure cohérence des choix	7,3	++
Amélioration de la conservation de la biodiversité	7,1	++

Meilleure prise en compte des interactions entre occupations du sol	6,6	+
Légitimité des décisions pour le grand public	6,3	+
Réduction des coûts de compensation des impacts sur l'environnement	6,1	+

- 27 Pour 69 % des participants, les cartes de SE ont permis de changer leur vision du territoire et constituent un apport effectif pour la conservation de la biodiversité. Plus précisément, l'intérêt de ces cartes tient à la disponibilité d'information sur la multifonctionnalité des écosystèmes, sur la diversité des richesses et sur la biodiversité du territoire (37 %) ainsi qu'à la possibilité de disposer d'une vision plus globale des enjeux (32 %). Alors qu'ils ne sont que 5 % à évoquer un apport de nouvelles connaissances, celui-ci est minoritairement perçu (5 %) comme rendant les arbitrages plus difficiles, au sens où il serait plus compliqué de trouver des zones compatibles avec l'ensemble des cartes de SE.
- 28 Enfin, concernant les améliorations à apporter, certains souhaitent intégrer les contraintes réglementaires, l'emprise des infrastructures déjà prévues, les zones polluées (anciennement liées au port), les périmètres réglementaires et les zones protégées. Quelques-uns soulignent que la multiplication des informations peut multiplier les contraintes et restreindre les choix. Les participants ont souligné le manque de précision sur les sols nus et le besoin d'une nomenclature détaillée des friches et des zones agricoles (32 %). En effet, l'origine industrielle ou agricole des friches et la durée des friches impactent la recolonisation par la biodiversité, et donc leur potentiel. De même, pour les terres agricoles, les participants considèrent qu'il serait intéressant d'avoir des données sur les revenus générés et pas seulement les productions, mais aussi sur le potentiel agronomique, ainsi que les parcelles cultivées en agriculture biologique.

4. Discussion

- 29 Les évaluations de cette expérimentation à l'échelle d'un site pilote par les participants confirment l'apport positif des cartes de SE pour l'aménagement du territoire (De Groot *et al.*, 2010 ; Maillefert et Petit, 2017). Le classement des arguments positifs évoqués en fonction des critères de qualité mobilisés dans l'évaluation des politiques publiques montre que les cartes de SE contribuent à renforcer la cohérence, l'efficacité et l'acceptabilité de l'action publique (tableau 6).

Tableau 6. Nature des apports des cartes de services à la décision publique en fonction des critères d'évaluation des politiques publiques

Cohérence	Meilleure prise de conscience de la diversité des fonctions d'une zone	+++
	Compréhension plus globale du territoire	+++
	Meilleure cohérence des choix	++
	Meilleure prise en compte des interactions entre occupations du sol	+
Efficacité	Amélioration de la conservation de la biodiversité	++

	Réduction des coûts de compensation des impacts sur l'environnement	+
Acceptabilité	Légitimité des décisions pour le grand public	+

- 30 La hiérarchisation des propriétés des cartes de SE, telles que perçues par les participants, témoigne de l'importance d'un apport en termes de cohérence des mesures qui confirme la capacité des cartes de SE à opérationnaliser des objectifs de développement durable et de mise en œuvre d'une gestion intégrée et concertée, conformément aux travaux évoquant un appui à l'apprentissage collectif concernant l'appropriation des enjeux environnementaux (Viggliuzzo *et al.*, 2012 ; Albert *et al.*, 2014 ; Furst *et al.*, 2014 ; Bierry et Lavorel, 2016). En effet les discussions entre participants montrent que ces apports pour une plus grande cohérence, efficacité et acceptabilité des mesures reposent principalement ici sur une meilleure connaissance des caractéristiques écologiques du territoire, mais aussi de la nature des impacts potentiels des aménagements envisagés. Dans cette expérimentation, nous n'avons testé que quelques cartes, mais il est vraisemblable que l'élargissement du champ des services pris en compte, voire la réalisation de cartes de bouquets de SE, renforceraient la mise en cohérence et l'efficacité des décisions d'aménagement.
- 31 Au-delà de ces effets informationnels et organisationnels soulignés par les participants, cet apport préalable d'information permet de faciliter l'arbitrage entre diverses situations (Viggliuzzo *et al.*, 2012 ; Iverson *et al.*, 2014). Concernant l'acceptabilité des politiques, ces cartes offrent à la fois une plus grande autonomie aux gestionnaires et parties prenantes, en même temps qu'elles facilitent la transparence quant aux choix de sites. Cet apport d'autonomie et d'efficacité a aussi été observé par Nyerges *et al.* (2006) lors d'une expérimentation des usages de l'information où les participants pouvaient eux-mêmes directement croiser des cartes à travers un SIG, et donc être plus autonomes pour choisir le type d'information à mobiliser (comparaison entre la disponibilité de cartes et la possibilité d'avoir accès à un SIG permettant de choisir les cartes). Les choix des types de zones pour le scénario étudié (tableau 5) révèlent un gradient décroissant entre les friches, les zones cultivées et les espaces naturels. Le fait que ces derniers aient été les moins choisis peut être interprété comme une priorisation implicite en faveur de la conservation de l'environnement. Les discussions ont souligné le besoin de réaliser les arbitrages entre les cartes de SE au cas par cas et d'éviter de chercher à construire une carte de synthèse de l'ensemble des SE pour laquelle la pondération entre les SE impliquerait de définir des critères de priorisation, lesquels peuvent être difficilement génériques (Lairez *et al.*, 2015). Ainsi, un apport perçu comme important de cette spatialisation est de permettre des arbitrages non pas globalement pour le territoire, mais au cas par cas en fonction de chaque situation spatialisée ; ce qui constitue une opportunité favorable au dialogue et aux négociations en faveur de l'acceptabilité des mesures de conservation et de la réduction des conflits (Bierry et Lavorel, 2016 ; Levrel *et al.*, 2016). Cette possibilité de contextualisation des arbitrages facilite l'opérationnalisation des politiques environnementales (Maillefert et Petit, 2017 ; Berry et Lavorel, 2016). On a pu observer en effet qu'elles facilitent la légitimité de certaines mesures dès lors qu'elles confirment et renforcent les connaissances empiriques des spécificités territoriales des participants en fonction des zones. On peut évoquer ici un effet vérité des cartes qui institutionnalise en quelque sorte les connaissances empiriques, mais surtout qui renforce la conscience de la multifonctionnalité des espaces et facilite les compromis. En effet, il est ainsi possible

d'opérationnaliser un processus de décision collective (Novak et Urfalino, 2017) en facilitant les compromis du fait de la diversité des possibilités d'arbitrage relatif aux usages du foncier. Sans être naïf sur la représentativité et la stabilité de ces micro-compromis, les participants ont noté que cette contextualisation permet d'élargir l'éventail des solutions, et donc de faciliter le processus de négociation.

Conclusion

- 32 L'atelier expérimental organisé avec des élus et parties prenantes concernés par l'aménagement du territoire à l'échelle du bassin de Thau a montré l'intérêt de mobiliser des cartes d'occupation du sol détaillées établies à partir d'images satellitaires ainsi que des cartes de SE, établies de façon participative à partir de ces cartes détaillées et de matrices d'habitats et de SE. La comparaison des décisions de planification de zones à urbaniser selon les types de cartes a permis de tester l'apport positif des cartes de SE sur les décisions d'aménagement et de planification territoriale. L'usage de ces cartes a fait l'objet d'un intérêt unanime de la part du SMBT et des participants qui ont souhaité pouvoir disposer de ce type de cartes dans le cadre de la révision du SCoT à venir, pour mieux penser la multifonctionnalité de leur territoire et découpler les arbitrages au cas par cas en fonction des situations locales dans une logique de complémentarité des sites. Les résultats positifs de cette expérimentation laissent augurer une utilisation opérationnelle croissante de ce type de cartes en appui à l'ingénierie territoriale, en vue de renforcer le caractère à la fois intégré et concerté de la planification territoriale. Rappelons que cette expérimentation a permis de montrer à la fois l'apport positif de ces cartes à l'aménagement, mais aussi au processus participatif. Face aux critiques des processus participatifs, non seulement en termes de représentativité, mais aussi concernant les effets de cadrage résultant des formes d'animation (Barbier et Larrue, 2011 ; Gourgues, 2012 ; Carrel, 2013 ; Blatrix et Mery, 2019), l'usage des cartes du fait de leur apport pédagogique facilite à l'échelle locale l'expression et l'hybridation des connaissances, même si, comme on l'a souligné, leur construction implique des hypothèses pouvant avoir des effets performatifs. Ces propriétés de facilitation du dialogue territorial (Berry et Lavorel, 2016) permettent de réduire les effets de cadrage et les limites de l'exercice de planification, comme outil souvent pensé *a priori* en renforçant le rôle des experts et le cadrage des décisions, dans une logique d'outillage croissant des décisions publiques, dénoncée par exemple par Jany-Catrice (2012) ou plus généralement par les critiques concernant la mise en œuvre d'approches instrumentées sans discussion préalable des conventions d'évaluation sur lesquelles elles s'appuient (Derosières, 1993 ; Supiot, 2015.). Ainsi nous n'avons pas discuté avec les participants de leurs perceptions du référentiel des SE et de l'approche anthropocentrée qu'il implique. La notion même de SE suppose l'existence de bénéficiaires et l'on pourrait donc s'inquiéter que le passage de cartes d'occupations du sol à des cartes de SE ne se traduise par un oubli de certains enjeux de conservation qui ne bénéficient pas aux populations locales. La notion de SE reste cependant assez plastique et les concepteurs des cartes doivent donc veiller à préserver une conception élargie qui intègre des enjeux et bénéfices indirects.
- 33 Par ailleurs, tandis que dans notre expérimentation, l'apport des cartes a été évalué dans le cadre d'un appui *ex ante* pour la définition de projets d'urbanisation, la disponibilité dans le temps de cartes de SE dérivées principalement de cartes

d'occupation du sol plus facilement actualisables par le recours aux images satellitaires, permettra aussi de renforcer le suivi et l'évaluation *ex post* des mesures d'aménagement en termes de pertes ou de développement des SE. Il s'agit notamment, face à l'incertitude croissante liée au changement climatique, de pouvoir se doter d'outils facilitant des approches dynamiques d'adaptation des territoires en termes de trajectoire. On peut ainsi dépasser la logique « *d'écologisation de la prospective* » proposée par Maillfert et Petit (2017 p. 18) impliquant une plus grande facilité d'introduction des dimensions environnementales dans la prospective à partir des SE, au profit d'une « *écologisation de l'ingénierie et de la gouvernance territoriale* » où la prise en compte des SE jouerait le même rôle en renforçant ainsi les deux piliers d'un aménagement durable du territoire.

BIBLIOGRAPHIE

Akoka J., Comyn-Wattiau I., 2019, « Évaluation de la gouvernance de l'information : une approche holistique », *24^e colloque de l'association Information & Management (AIM)*, 3-5 juin, Nantes, France.

Albert C., Aronson J., Fürst C., Opdam P., 2014, « Integrating ecosystem services in landscape planning : requirements, approaches, and impacts », *Landscape Ecology*, vol. 29, p. 1277-1285.

Arnaud de Sartre X. A., Oszwald J., Castro M., Dufour S., 2014, « *Political Ecology des services écosystémiques* », vol. 21, Bruxelles, Peter Lang, coll. « EcoPolis », 288 p.

Barbier R., Larrue C., 2011, « Démocratie environnementale et territoires : un bilan d'étape », *Participations*, n° 1, p. 67-104, <https://doi.org/10.3917/parti.001.0067>.

Barral M. P., Oscar M. N., 2012, « Land-use planning based on ecosystem service assessment : A case study in the Southeast Pampas of Argentina », *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 154, n° 1, p. 34-43.

Bierry A., Lavorel S., 2016, « Implication des parties prenantes d'un projet de territoire dans l'élaboration d'une recherche à visée opérationnelle », *Sciences Eaux & Territoires*, n° 21, p. 18-23, <https://doi.org/10.3917/set.021.0018>.

Billaud O., 2018, « Intégration des services écosystémiques dans la planification territoriale : exemple du bassin de Thau », mémoire master 2 économie de l'environnement, de l'énergie et des transports, AgroParisTech, 93 p.

Blanchard G., 2017, « Quelle traduction des stratégies territoriales de transition énergétiques dans les choix opérationnels des projets d'aménagement ? L'exemple de Bordeaux Saint-Jean », *Développement durable & territoires*, vol. 8, n° 2, DOI : <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11752>.

Blatrix C., Mery J., *La concertation est-elle rentable ? Environnement, conflit et participation du public*, Paris, Quæ.

Burkhard B., Kroll F., Müller F., Windhorst W., 2009, « Landscapes' capacities to provide ecosystem services – a concept for land-cover based assessments », *Landscape Online*, vol. 15, p. 1-12.

- Burkhard B., Maes J., 2017, *Mapping Ecosystem Services*, Sofia, Pensoft Publishers.
- Burkhard B., Santos-Marin F., Nedkov S., Maes J., 2018, « An operational framework for integrated mapping and assessment of ecosystems and their services », *One Ecosystem*, 3 : e22831, DOI : <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e22831>.
- Campagne C. S., Roche P., 2018, « May the matrix be with you ! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping », *One Ecosystem*, n° 3 : 24134, DOI : <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24134>.
- Carrel M., 2013, « La gouvernance est-elle démocratique ? Les enjeux de la participation citoyenne », *Informations sociales*, n° 179, p. 144-151, <https://doi.org/10.3917/inso.179.0144>.
- Chia E., Torre A., Rey-Valette H., 2008, Vers une “technologie” de la gouvernance territoriale ? Plaidoyer pour un programme de recherche sur les instruments et les dispositifs de la gouvernance des territoires », *Norois*, n° 209, p. 167-177, <https://doi.org/10.4000/norois.2603>.
- Choy S., Handmer J., Whittaker J., Shinohara Y., Hatori T., Kohtake N., 2016, « Application of satellite navigation system for emergency warning and alerting », *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 58, p. 12-18.
- Darvill R., Lindo Z., 2015, « The inclusion of stakeholders and cultural ecosystem services in land management trade-off decisions using an ecosystem services approach », *Landscape Ecology*, vol. 31, n° 3, p. 533-545, DOI : <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0260-y>.
- De Groot R. S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L., 2010, « Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making », *Ecological Complexity*, vol. 7, n° 3, p. 260-272.
- Derycke P. H., Gilbert G., 1988, *Économie publique locale*, Paris, Economica.
- Desrosieres A., 1993, « *La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique* », Paris, La Découverte.
- Dupaquier C., Desbrosses A., Maurel P., Roussillon J.-P., 2016, « Cartographie de l'occupation du sol sur le bassin de Thau », rapport méthodologique, Inrae Montpellier, 60 p.
- Duquesne T., Vo Van C., 2016, « Les enjeux de politiques publiques territoriales comme clef d'entrée des services écosystémiques », *Sciences Eaux & Territoires*, n° 21, p. 44-49, <https://doi.org/10.3917/set.021.0044>.
- Eigenbrod F., Armsworth P., Anderson B., Heinemeyer A., Gillings S., Roy D., Thomas C., Gaston K., 2010, « The Impact of Proxy-Based Methods on Mapping the Distribution of Ecosystem Services », *Journal of Applied Ecology*, vol. 47, n° 2, p. 377-385.
- Faludi A. 2009, « A turning point in the development of European spatial planning ? The Territorial Agenda of the European Union' and the “First Action Program” », *Progress in Planning*, vol. 71, n° 1, p. 1-42.
- Fürst C., Opdam P., Inostroza L., Luque S., 2014, « A balance score card tool for assessing how successful the ecosystem services concept is applied in participatory land use planning », *Landscape Ecology*, vol. 29, n° 8, p. 1435-1446.
- Gauthier M., 2005, « La planification des transports et le développement durable à Montréal : quelles procédures de débat public pour quelles solutions intégrées ? » *Flux*, n° 60-61, p. 50-63, <https://doi.org/10.3917/flux.060.0050>.
- Geneletti D., 2013, « Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services », *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 40, p. 15-25.

- Gourgues G., 2012, « Avant-propos : penser la participation publique comme une politique de l'offre, une hypothèse heuristique », *Quaderni*, n° 79, p. 5-12, <https://doi.org/10.4000/quaderni.614>.
- Grêt-Regamey A., Weibel B., Bagstad K., Ferrari M., Geneletti D., Klug H., Schirpke U., Tappeiner U., 2014, « On the Effects of Scale for Ecosystem Services Mapping », *PLOS One*, vol. 9, n° 12, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112601>.
- Harley J.-B., 1990, « Deconstructing the Map », *Cartographica*, vol. 26, n° 2, p. 1-20.
- Haines-Young R., Potschin M., 2014, « The ecosystems approach as a framework for knowledge utilization », *Environment and Planning C : Government Policy*, vol. 32, n° 2, p. 301-319.
- Iverson L., Echeverria C., Nahuelhual L., Luque S., 2014, « Ecosystem services in changing landscapes : an introduction », *Landscape Ecology*, vol. 29, p. 181-186, DOI : <https://doi.org/10.1007/s10980-014-9993-2>.
- Jacobs S., Burkhard B., Daele T., Staes J., Schneiders A., 2014, « The matrix reloaded : A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services », *Ecological Modelling*, vol. 295, p. 21-30.
- Jany-Catrice F., 2012, *La performance totale : nouvel esprit du capitalisme*, Lille, Septentrion, coll. « Capitalisme, éthique, institutions ».
- Kandziora M., Burkhard B., Müller F., 2013, « Mapping Provisioning Ecosystem Services at the Local Scale Using Data of Varying Spatial and Temporal Resolution », *Ecosystem Services*, vol. 4, p. 47-59.
- Komarkova J., Kupkova D., 2018, « Web-based geographic information systems as a part of smart cities governance in the age of globalization--a case study », *Economics*, vol. 10, 11th *Globalization and its socio-economic consequences*, Slovakia, Rajecké Teplice.
- Kopperoinen L., Itkonen P., Niemela J., 2014, « Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in land use planning : an insight into a new place-based methodology », *Landscape Ecology*, vol. 29, p. 1361-1375.
- Krugman P., 1991, *Geography and Trade*, Cambridge, MIT Press.
- Lairez J., Feschet P., Aubin J., Bockstaller C., Bouvarel I., 2015, *Agriculture et développement durable. Guide pour l'évaluation multicritère*, Versailles, Dijon, Quæ Educagri.
- Le Clec'h S., Dufour S., Oszwald J., Grimaldi M., Jégou N., 2014, « Spatialiser des services écosystémiques, un enjeu méthodologique et plus encore », Arnaud De Sartre, X., Castro, M., Dufour, S., Oszwald, J. (ed.), *Political Ecology des services écosystémiques*, Bruxelles, Peter Lang, coll. « Ecopolis », p. 205-223.
- Le Clec'h S., Oszwald J., Dufour S., Grimaldi M., Jégou N., Noucher M., 2019, « Déconstruire la spatialisation de services écosystémiques par la modélisation critique », *EspacesTemps.net*, Travaux, DOI : <https://doi.org/10.26151/xnsb-6x60>.
- Levrel H., Cabral P., Feger C., Chambolle M., 2016, « L'usage de la cartographie des services écosystémiques pour faciliter les débats et les arbitrages dans les politiques d'aménagement du territoire : l'exemple de Bordeaux Métropole », *Sciences Eaux & Territoires*, n° 21, p. 70-75, DOI : <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2016.21.12>.
- Lussault M., 2003, « L'espace avec les images », in Debarbieux B. et Lardon S. (ed), *Les figures du projet territorial*, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube, p. 39-59.

- Maes J., Zulian G., Barbosa A. L., Vizcaino P., Ivits E., 2015, « Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services ; Trends in ecosystems and ecosystem services in the European Union between 2000 and 2010 », Joint Research Center, Ispra, Italy, 139 p.
- Maillefert M., Petit O., 2017, « Vers une démarche intégrée d'évaluation et de représentation des services écosystémiques : perspectives interdisciplinaires et enjeux en milieu urbain », *Environnement Urbain/Urban Environment*, vol. 11, <http://journals.openedition.org/eue/1551>.
- Maurel P., 2012, *Signes, données, représentations spatiales : des éléments de sens dans l'élaboration d'un projet de territoire intercommunal. Application au territoire de Thau*, thèse de doctorat, sciences de l'information, université du Sud Toulon/Var, Toulon. 583 p.
- McKenzie E., Posner S., Bernhardt J. R., Howard K., Rosenthal A., 2014, « Understanding the use of ecosystem service knowledge in decision making : lessons from international experiences of spatial planning », *Environment Planning C : Government Policy*, vol. 32, p. 320-340.
- Nagendra H., Sudhira H. S., Katti M., Schewenius M., 2013, « Sub-regional assessment of India : effects of urbanization on landuse, biodiversity and ecosystem services », in Elmqvist T., MFrangkias M., Goodness J., Güneralp, B. Marcotullio, P. J. McDonald, R. I. Parnell, S. Schewenius, M. Sendstad, M. Seto, K. C. Wilkinson (eds.), *Urbanization, biodiversity and ecosystem services : challenges and opportunities*, Springer, Berlin, p. 65-74.
- Novak S., Urfalino P., 2017, « Nouvelles approches de la décision collective : une introduction », *Négociations*, vol. 27, p. 67-71. DOI : <https://doi.org/10.3917/neg.027.0065>.
- Noucher M., 2013, « Infrastructures de données géographiques et flux d'information environnementale : de l'outil à l'objet de recherche », *Networks and communication studies*, vol. 27, n° 1-2, p. 120-147.
- Nyerges T., Jankowski P., Tuthill D., Ramsey K., 2006, « Collaborative water resource decision support : Results of a field experiment », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 96, n° 4, p. 699-725.
- Plant R. A., Maurel P., Barreteau O., Bertacchini Y., 2014, « Beyond IWRM : The Role of Territorial Intelligence », The Case of the Thau Territory, Southern France, in Squires V., Milner H., Daniell K.A. (eds.), *River Basin Management in the Twenty-First Century : People and Place*, CRC Press, Taylor & Francis, p. 446-466.
- Plant R. A., Maurel P., Ruoso L. E., 2018, « Utilisation du concept de service écosystémique pour une évaluation participative du rôle des terres agricoles péri-urbaines dans le sud de la France », in Plant R., Maurel P., Barbe E. et Brennan J. (eds), *Les terres agricoles face à l'urbanisation, De la donnée à l'action, quels rôles pour l'information ?* Versailles, Quæ, p. 223-252.
- Posner S., Getz C., Ricketts T., 2016, « Evaluating the impact of ecosystem service assessments on decision-makers », *Environmental Science Policy*, vol. 64, p. 30-37.
- Roche P., Geijzendorffer I., Levrel H., Maris V., 2016, *Valeurs de la biodiversité et services écosystémiques. Perspectives interdisciplinaires*, Versailles, Quæ.
- Ruoso L. E., Plant R., Maurel P., Dupaquier C., Roche P., Bonin M., 2015, « Reading Ecosystem Services at the Local Scale through a Territorial Approach : the Case of Peri-Urban Agriculture in the Thau Lagoon, Southern France », *Ecology and Society*, vol. 20, n° 3, <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07694-200311>.
- Saarela S.-R., Rinne J., 2016, « Knowledge brokering and boundary work for ecosystem service indicators. An urban case study in Finland », *Ecological Indicators*, n° 61, p. 49-62.

- Schulp, C., Burkhard, B., Maes, J., Van Vliet, J., Verburg, P., 2014, « Uncertainties in Ecosystem Service Maps : A Comparison on the European Scale », *PLOS One*, vol. 9, n° 10, DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109643>.
- Souchier E., Robert P., 2008, « La carte, un média entre sémiotique et politique », *Communication & langage*, n° 158, p. 25-29.
- Supiot A., 2015, « La gouvernance par les nombres », Cours au collège de France 2012-2014, Paris, Fayard.
- Tonneau J.-P., Maurel P., 2016, L'imagerie satellitaire : un outil pour les territoires, in Baghdadi N., Zribi M. (eds) *Observation des surfaces continentales par télédétection. Urbain et zones côtières*, Londres, ISTE, vol. 5, p. 108-144.
- Torre A., 2015, « Théorie du développement territorial », *Géographie, Économie, Société*, vol. 17, p. 273-288.
- Viglizzo E. F., Paruelo J. M., Latorra P., Jobbagy E. G., 2012, « Ecosystem service evaluation to support land-use policy », *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 154, p. 78-84.
- Vinck D., 2009, « De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière. Vers la prise en compte du travail d'équipement », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 3, n° 1, p. 51-72, <https://doi.org/10.3917/rac.006.0051>.
- Wolff S., Schulp C. J. E., Kastner T., Verburg P. H., 2017, « Quantifying spatial variation in ecosystem services demand : a global mapping approach », *Ecological Economics*, vol. 136, p. 14-29.
- Wood D., Fels J., Krygier J., 2010, *Rethinking the Power of Maps*, New York, Guilford Press.

NOTES

1. <https://www.smbt.fr/>.
2. Programme Cnes de Recette thématique utilisateurs (RTU) des images Pléiades.
3. Elle exprime du point de vue des experts la capacité d'un type d'occupation du sol à fournir un type de SE.

RÉSUMÉS

Cet article étudie dans quelle mesure des cartes d'occupation des sols à haute résolution à partir d'images satellitaires et des cartes spatialisant certains services écosystémiques peuvent améliorer les décisions d'aménagement en matière d'urbanisation. Il s'agit de renforcer la prise en compte des enjeux environnementaux par l'ingénierie territoriale. L'analyse est fondée sur un atelier expérimental simulant un processus de décision de choix d'aménagement à partir de ces deux types de cartes. Les résultats témoignent de l'intérêt des cartes de services écosystémiques en termes de découverte, de mise en cohérence, d'efficacité et d'acceptabilité de pratiques de gestion multifonctionnelles de l'espace.

This paper aims to investigate the extent to which ecosystem services maps can improve land-use planning decisions by strengthening the consideration of environmental issues. The methodology used is based on an experimental workshop simulating a participatory decision-making process for planning choices by a panel of territorial actors. The protocol of the workshop consists in comparing the choices of location of new areas to be urbanized based firstly on a fine land cover map and secondly, by using a sample of ecosystem services maps. The results show the participants' interest in having ecosystem service maps for planning decision making. According to them, they bring an added value in terms of discovery, coherence, efficiency and acceptability of multifunctional space management practices. However, the operational actors of territorial engineering still make very little use of these maps derived from remote sensing and participatory workshops.

INDEX

Keywords : ecosystem services map, fine land cover maps, geospatial information, participatory workshop, land planning, decision support

Mots-clés : cartes de services écosystémiques, cartes d'occupation du sol fines, information géographique, atelier participatif, aménagement du territoire, aide à la décision

AUTEURS

HÉLÈNE REY-VALETTE

Hélène Rey-Valette est maître de conférences en économie à l'université de Montpellier et membre du laboratoire CEE-M. Ses recherches portent sur la gouvernance territoriale concernant l'intégration des mesures de conservation de la biodiversité et d'adaptation au changement climatique dans les politiques d'aménagement du territoire, avec un focus sur l'apport des images satellitaires.

Université de Montpellier, CNRS, Inrae, institut Agro.
helene.rey-valette@umontpellier.fr

PIERRE MAUREL

Pierre Maurel est Ingénieur des ponts des eaux et des forêts (Ipef) et membre de l'UMR Tetis. Ses recherches portent sur les usages et les impacts des dispositifs à base d'information spatiale dans les processus de décision territoriale.

Inrae, AgroParisTech, Cirad, CNRS, université de Montpellier, UMR Tetis.
pierre.maurel@inrae.fr

CHADY JABBOUR

Chady Jabbour est docteur en économie. Ses recherches portent sur l'économie des infrastructures de données géospatiales.

Université de Montpellier, CNRS, Inrae, institut Agro, Centre d'économie de l'environnement de Montpellier, UMR CEE-M.
chadyjabbour@gmail.com

CAMILLE COUSIN

Camille Cousin est étudiante en économie et a effectué son stage de master 1 (Toulouse School of Economics) dans le laboratoire Tetis.

Inrae, AgroParisTech, Cirad, CNRS, université de Montpellier, UMR Tetis.
camillou.cousin@gmail.com

SANDRA LUQUE

Sandra Luque est directrice de recherche Inrae. Écologie de paysage (Rutgers University, USA). Titulaire d'un HDR. Ancienne Nasa Fellow, dans le programme du changement global d'observation de la Terre (EOS-Nasa). Elle développe des modèles couplant la télédétection afin de fournir des solutions opérationnelles spatialement explicites en réponse aux problèmes de changement global.

Inrae, AgroParisTech, Cirad, CNRS, université de Montpellier, UMR Tetis.
sandra.luque@inrae.fr

OLIVIER BILLAUD

Olivier Billaud est agronome et spécialisé en gestion des milieux naturels et en économie de l'environnement. Il est actuellement doctorant en écologie et sciences de gestion au Muséum national d'histoire naturelle.

Inrae, AgroParisTech, Cirad, CNRS, université de Montpellier, Tetis.
billaud.olivier@club-internet.fr

JEAN MICHEL SALLES

Jean Michel Salles est directeur de recherche au CNRS. Ses travaux se situent en économie de l'environnement ou écologique, et portent principalement sur l'évaluation et la gestion des services écosystémiques. Il est rattaché au Centre d'économie de l'environnement de Montpellier.

Université de Montpellier, CNRS, Inrae, institut Agro.
jean-michel.salles@supagro.fr