

Quels productions, usages et partages des cartographies de végétation dans l'estuaire de la Loire ?

Jérôme Sawtschuk, Mathieu Le Dez, Valentin Urvois, Boris Mericskay and Kristell Le Bot

Volume 22, Number 3, December 2022

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1101291ar>

DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.36682>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Sawtschuk, J., Le Dez, M., Urvois, V., Mericskay, B. & Le Bot, K. (2022). Quels productions, usages et partages des cartographies de végétation dans l'estuaire de la Loire ? *VertigO*, 22(3), 1–23. <https://doi.org/10.4000/vertigo.36682>

Article abstract

Vegetation mapping represents crucial tools for land planning. This study questions how such maps are produced, shared and used by practitioners and focus on Loire Estuary in France, where an inventory of vegetation maps was conducted, and then compared to a database on data inquiries from an environmental agency and completed by a survey addressed to local stakeholders. 55 vegetation maps were identified between 1979 and 2020. Recent production and uses increase can be related to the evolution of public planning policies and the growing consideration of environmental issues. European Natura 2000 policy has initiated the construction of a shared knowledge. However, knowledge about vegetation dynamics still remain partial and requires standardization to better understand estuarine landscape changes. Vegetation maps consist in crucial data for decision, however human and financial support is needed to consolidate the network between users and producers of these environmental data, which should not be limited to a digital platform.



Quels productions, usages et partages des cartographies de végétation dans l'estuaire de la Loire ?

Jérôme Sawtschuk, Mathieu Le Dez, Valentin Urvois, Boris Mericskay et Kristell Le Bot

Introduction

Partager les données environnementales, un enjeu pour les acteurs de la gestion du littoral

- 1 La question de la gestion des écosystèmes littoraux s'inscrit dans un contexte de renouvellement informationnel et technologique en perpétuelle évolution. Dans le contexte français, avec la montée en puissance des données massives, les pratiques des acteurs se sont considérablement technicisées en mettant au centre des réflexions toujours davantage de données, notamment géographiques. D'un côté, la mise en réseaux des bases de données poussée par l'interopérabilité et les services internet en ligne ouvre la voie à de nouvelles logiques de partage des données à l'image des infrastructures de données spatiales, des géocatalogues ou des services géographiques en ligne (De Longueville, 2010 ; Evangelidis et al., 2014). De l'autre les cadres réglementaires européens (INSPIRE) et nationaux (loi NOTRe, loi pour une république numérique¹) contraignent les acteurs publics à normaliser, documenter et ouvrir leurs données relatives à l'environnement selon une logique de données ouvertes (*Open data*) par défaut (Perego et al., 2012 ; Cho et Cromptvoets, 2019).
- 2 Les données environnementales représentent des ressources informationnelles stratégiques pour l'élaboration et le suivi des politiques publiques et de manière plus globale, un enjeu sociétal majeur à l'heure de la transition socio-écologique. La

directive européenne de 2007, dite directive INSPIRE, vise par exemple à établir une infrastructure d'information géographique pour favoriser la protection de l'environnement. Au préalable, la convention d'Aarhus en 1998 signée par l'Union européenne avait renforcé « le droit d'accès à l'information et de participation au processus décisionnel en matière d'environnement »².

- 3 L'ouverture des données a encore du mal à trouver écho dans les pratiques des professionnels du domaine de l'environnement et de l'agriculture (Wainstain, 2021). Ceci est paradoxal, à l'heure où mouvement de fond (ou de mode ?) s'organise autour de la production et de la structuration des données citoyennes ou participatives qui concentrent de plus en plus l'attention des chercheurs et des pouvoirs publics (Georis-Creuseveau et al., 2018), données qui ne sont pourtant pas toujours les plus faciles à partager (Groom et al., 2017) et dont la légitimité peut être discutée (Amelot et al., 2017). Un argument avancé en faveur des collectes de données citoyennes serait que la production de données deviendrait trop rare pour fournir les données de terrain nécessaires à la surveillance de la biodiversité (Botella, 2019). Les données environnementales produites par les professionnels représentent pourtant aujourd'hui une production importante (Claveras et Gossart, 2015) et toujours croissante favorisée par le développement de l'acquisition satellite et aérienne et le renforcement des politiques environnementales.
- 4 Cependant, ces données environnementales très hétérogènes restent encore majoritairement disséminées sans référencement standardisé et souvent assez peu documentées. Sans compter les réticences des acteurs à partager leurs données qu'elles soient motivées par des raisons de propriété ou plutôt de priorité d'exploitation des données, ou bien par le caractère souvent fastidieux des étapes de documentation et de préparation des jeux de données en vue de leur diffusion (Duval et al., 2015). L'ouverture et le partage des données sont pourtant cruciaux pour limiter la redondance des études et pour permettre une connexion à des ensembles plus vastes de données ouvrant des possibilités nouvelles d'analyses (Gautreau et Noucher, 2013). Dans un contexte de pressions généralisées sur les espaces littoraux (Chadenas et al., 2020), où les données relatives à la biodiversité, à l'occupation des sols ou à l'anthropisation sont devenues incontournables, il est nécessaire d'interroger les pratiques autour de la production, de l'ouverture et du partage des données environnementales par les acteurs professionnels. En France, les études de cas régionaux apportent à ce sujet des enseignements précieux comme le montre l'étude réalisée par Amelot et al., (2017) sur les données faune à partir de l'étude des zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) et un atlas contributif en région Aquitaine.

La cartographie de la végétation : acquérir, partager et représenter des données pour comprendre les dynamiques environnementales

- 5 Parmi les documents mobilisant des données environnementales variées, les cartes de végétation constituent des supports essentiels pour la connaissance, le suivi et la conservation de la nature. Par son caractère intégrateur, la végétation synthétise les conditions de milieu et de fonctionnement du système, permettant notamment de caractériser les habitats naturels, les potentialités biologiques, les états de dégradation ou les évolutions probables d'un territoire (Frontier et Pichod-Viale, 1991 ; Rameau,

2001). En spatialisant les unités de végétation, la cartographie fournit des documents de synthèse explicatifs et prospectifs (Ozenda, 1974, Pedrotti, 2013) illustrant les relations entre la végétation et les facteurs écologiques du milieu. Couramment utilisées dans la recherche en écologie des communautés végétales (Olivier et al., 2010 ; Chalumeau et Bioret, 2013), les cartes de végétations sont des outils majeurs pour l'aide à la planification et à l'aménagement du territoire (Ichter et al., 2012 ; Savio et al., 2015 ; Delbosc et al., 2018). La cartographie de la végétation de la France, menée au 1/200.000 entre 1947 et 1991 par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS)³ permet par exemple de disposer de l'état de la végétation et de sa transformation par l'homme avant les grands aménagements du territoire en France.

- 6 La mise en œuvre d'un réseau d'espaces protégés au niveau national et européen (Réserves naturelles nationales et régionales, Espaces naturels sensibles, réseau de sites Natura 2000⁴) a renforcé la production de données cartographiques sur la végétation et les habitats, nécessaire à la réalisation des plans de gestion et des documents d'objectifs (Chiffaut, 2006 ; Souheil et al., 2011). En apportant des éléments d'information sur la distribution et la superficie des habitats, les cartes de végétation participent également à l'évaluation de l'état de conservation des habitats dans le cadre de la directive Habitat-Faune-Flore⁵ (CEC, 1992) ou pour l'établissement de listes rouges des habitats menacés (Gubbay et al., 2016 ; Janssen et al., 2016). Les évaluations environnementales représentent aussi des sources de données de plus en plus conséquentes, car nécessaires à la mise en œuvre des politiques de protection de l'environnement telle que la doctrine « éviter réduire, compenser » et la trame verte et bleue (Sordello et al., 2011)⁶.
- 7 Aujourd'hui, la cartographie de la végétation représente le moyen d'acquisition principal des données de végétations et d'habitats dans les aires protégées (Collaud et Millet, 2020).
- 8 Dans cette recherche nous proposons d'explorer les usages, les modes de production et le partage des cartographies de végétation dans l'estuaire de la Loire, un espace stratégique situé dans la région française des Pays de la Loire, en aval de la ville de Nantes et qui regroupe à la fois de nombreuses activités économiques (agriculture, pêche, activités industrielles et portuaires, tourisme, et *cetera*) et une importante biodiversité. La production de cartes de végétation a été particulièrement riche lors des dernières décennies sur ce territoire permettant de disposer d'une base de données à analyser pour cette étude. Ces documents cartographiques sont essentiels pour la compréhension des dynamiques environnementales de l'estuaire de la Loire et leur abondance s'explique notamment par les besoins de la gestion et de la cohabitation des multiples activités qui s'y déroulent. Une des particularités de plusieurs jeux de données cartographiques historiques disponibles sur l'estuaire de la Loire est qu'ils correspondent à des acquisitions réalisées à partir d'un travail de terrain avec des données sur la composition floristique. Des analyses diachroniques des changements de végétations sur deux secteurs de la rive nord de l'estuaire ont pu être réalisées en remontant jusque dans les années 80, mettant en évidence la progression vers l'amont de plusieurs espèces et communautés végétales halophiles (Sawtschuk et Bioret 2012 , Le Dez et al., 2017a). Des cartes de fonctionnalités des habitats existent aussi sur l'estuaire. Un travail de cartographie fonctionnelle des habitats de l'estuaire de la Loire a été réalisé en 2009 par le Groupement d'Intérêt Public Loire Estuaire (GIP LE⁷) en utilisant la cartographie des habitats Natura 2000⁸. Une autre cartographie

fonctionnelle a été produite sur l'estuaire spécifiquement pour l'habitat d'un oiseau, le Phragmite aquatique, dans le cadre d'un plan national d'action par Bretagne vivante avec une typologie des habitats fonctionnels reposant sur la structure de la végétation plutôt que la composition. Sur le site internet de l'association il est précisé que « cette description facilement accessible au non botaniste, sépare les habitats favorables et défavorables et identifie les habitats d'alimentation » et que « cette méthode est fonctionnelle, car pour le Phragmite aquatique, la recherche de ses proies repose plus sur la structure de la végétation que la composition floristique »⁹.

- 9 Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une recherche associant des praticiens : le GIP LE, observatoire local de l'environnement, acteur central de la donnée environnementale et le Conseil Départemental de Loire-Atlantique, gestionnaire du site Natura 2000 qui travaille à l'actualisation de la cartographie des habitats du site de l'estuaire de la Loire. Cette étude mène une réflexion sur l'usage de la cartographie de la végétation, les pratiques, méthodes et typologies de cartographie de la végétation selon le type d'acteur, les moyens de diffusion et de partage des données. Les attentes des différents acteurs du territoire vis-à-vis des cartographies de végétations sont évaluées et mises au regard des informations apportées par les cartographies, notamment celles réalisées dans le cadre de la démarche Natura 2000 qui sont en cours de mise à jour (Savio et al., 2015). Différentes sources d'informations sont mobilisées : une analyse documentaire sur la production et l'usage des cartographies de végétation de l'estuaire de la Loire, une synthèse des demandes de données effectuées au GIP LE entre 2014 et 2018 et une enquête réalisée en 2019 auprès des professionnels de l'estuaire de la Loire sur les usages et les besoins des cartographies de végétation (Urvois, 2019). Les résultats sont analysés de façon à déterminer si les besoins diffèrent entre les catégories d'acteurs et sont mis en perspective avec les outils de diffusion actuellement disponibles. Nous explorons plusieurs hypothèses et questions de recherche : les pratiques de cartographies de végétation sont-elles homogènes au sein de l'estuaire ; les usages de ces cartographies sont-ils variés ; les cartographies de la végétation et des habitats (Natura 2000) représentent-elles des éléments centraux pour l'aide à la décision (planification) dans l'estuaire de la Loire ; quelles sont les dimensions partenariale et humaine dans le partage et l'usage de ces cartographies ; comment les cartographies historiques sont-elles mobilisées ?

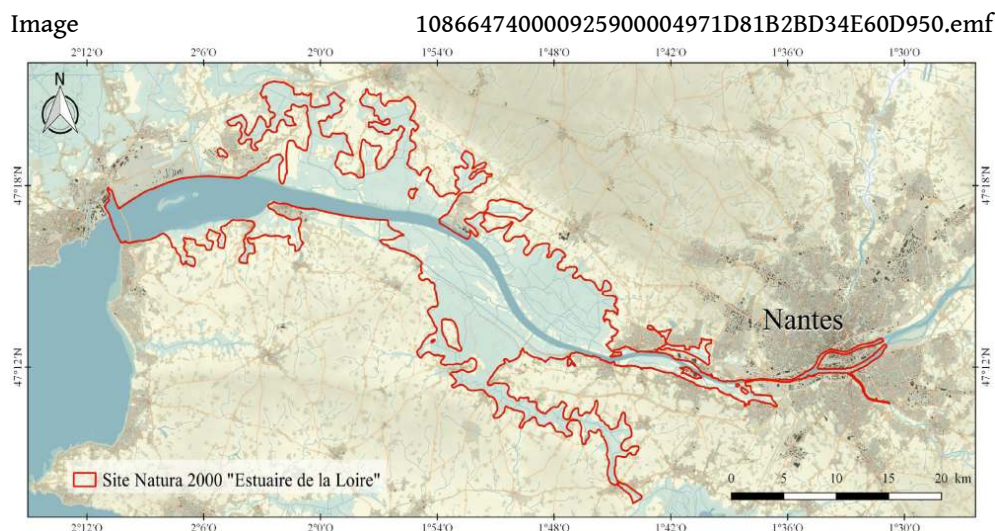
Matériel et méthode

Site d'étude

- 10 Embouchure du plus long fleuve de France, avec sa plaine alluviale l'estuaire de la Loire forme une zone humide de plus de 22000 hectares entre Nantes et Saint-Nazaire (figure 1). Ce territoire complexe est le lieu de multiples interfaces entre fleuve, océan, rives et bassin versant, qui sont à l'origine d'une diversité biologique particulièrement riche avec plus de 700 espèces de plantes et près de 230 espèces d'oiseaux (Kervinant et Sawtschuk, 2019). L'estuaire de la Loire constitue également un espace stratégique pour les activités économiques et portuaires. À partir du XIXe siècle, d'importants travaux d'aménagement sont réalisés pour favoriser le transport maritime jusqu'au port de Nantes et permettre l'implantation des sites industrialo-portuaires (Demaure, 1979). Il en résulte une transformation profonde du fonctionnement hydrosédimentaire du

fleuve : réduction de la largeur du fleuve, remontée de la salinité vers l'amont, développement du bouchon vaseux, disparition des îles (Verger, 2005).

Figure 1. Localisation du site Natura 2000 « Estuaire de la Loire », le rectangle bleu est l'emprise des extraits de carte présentés dans la figure 2.



- 11 À partir des années 1970, les études environnementales se sont multipliées pour décrire la richesse écologique de l'estuaire de la Loire, alerter sur la dégradation des milieux naturels et la nécessité d'une plus grande prise en compte des enjeux de biodiversité dans les projets d'aménagement. Durant les dernières décennies, la connaissance globale du fonctionnement de l'estuaire a beaucoup progressé, notamment grâce aux travaux du GIP LE. Le suivi des évolutions de la Basse-Loire, engagé sur le long terme par le GIP LE, permet d'analyser et de mieux comprendre le fonctionnement de l'estuaire, mais aussi de diffuser une information de qualité. En 2004, l'estuaire de la Loire a été classé site Natura 2000 en raison de ses caractéristiques environnementales (submersions / inondations, gradient de salinité, gestion agropastorale extensive) qui soutiennent de nombreux habitats et espèces d'intérêt communautaire. Ce territoire est notamment reconnu pour son rôle majeur dans la migration et la reproduction de nombreuses espèces d'oiseaux et de poissons.
- 12 Depuis les années 1970, l'estuaire de la Loire a fait l'objet de nombreuses études environnementales impliquant pour certaines d'entre elles la réalisation de cartes de végétation ou d'habitats. Une synthèse bibliographique a été réalisée pour identifier tous les documents concernant la flore, la végétation et les autres études pouvant avoir conduit à la production de cartographies au sein du site Natura 2000 « Estuaire de la Loire ». Ces données ont été recueillies auprès des acteurs possédant des bases de données bibliographiques ou en contactant directement les commanditaires des études. Une base de données a été constituée en renseignant les années de publication des cartes, les informations concernant les types de producteurs (les organismes qui ont réalisé les cartes), les types de commanditaires (les organismes à l'initiative du projet de cartographie) et les typologies utilisées.
- 13 Depuis 2014, le GIP Loire estuaire possède une base de données recensant les demandes de données qui lui sont adressées. Si ces demandes concernent beaucoup des données sur les milieux physiques et l'hydrologie, des données sur les écosystèmes sont aussi demandées. Cette base de données a été retravaillée afin de disposer pour la période

2014-2018 d'une vision globale des données demandées, puis d'une vision plus centrée sur la végétation. La proportion de demandes de données de végétation a été calculée, les thématiques associées ont également été relevées. Cette base de données a également permis d'identifier une liste d'interlocuteurs à interroger pour aller plus loin dans l'analyse des usages, liste qui a été complétée par des acteurs du territoire, telles les communes incluses dans le périmètre Natura 2000. Au final, 114 contacts ont été retenus, représentant 104 organismes variés (aménageurs, gestionnaires, bureau d'études, experts naturalistes, et cetera).

Méthodologie de l'enquête

- 14 Pour compléter ces informations, un questionnaire a été rédigé, dans le but de recueillir les usages des différents acteurs. Il s'inspire de l'enquête de Savio et. al (2015), visant à connaître les besoins des différents acteurs en vue de l'élaboration de la cartographie du programme CarHab¹⁰. Le questionnaire a été testé au préalable auprès de quelques acteurs. Une attention particulière a été portée sur le vocabulaire, afin d'éviter les ambiguïtés. Il a été décidé de traiter la végétation au sens large du terme, c'est-à-dire regroupant la flore, la végétation (grand ensemble de végétaux) et les habitats. Le questionnaire comprend principalement des questions fermées. Il porte d'abord sur la structure du répondant et son activité, puis sur le mode d'acquisition des données (production interne, bibliographie, consultation de plateformes spécialisées, requête internet, demande à un producteur), leurs finalités, les outils et techniques employés, les formats, typologies et échelles et, enfin, leurs valorisations et leurs partages. Il a été envoyé aux 114 contacts identifiés au printemps 2019. Parmi ces contacts, 24 ont été sélectionnés, représentatifs des principaux acteurs locaux, pour réaliser un entretien complémentaire d'une heure environ, le questionnaire servant de trame aux échanges. Les 90 autres ont reçu uniquement le questionnaire par courriel. Enfin, le questionnaire a également été mis en ligne sur le site internet du GIP LE¹¹.
- 15 En complément, une réunion de restitution a été organisée le 29 août 2019, afin de présenter les résultats du questionnaire aux acteurs. Ils ont alors été invités à se concerter et débattre sur trois thématiques : les besoins actuels et futurs en termes de données sur la végétation, les méthodes d'acquisition et enfin les moyens de diffusion.

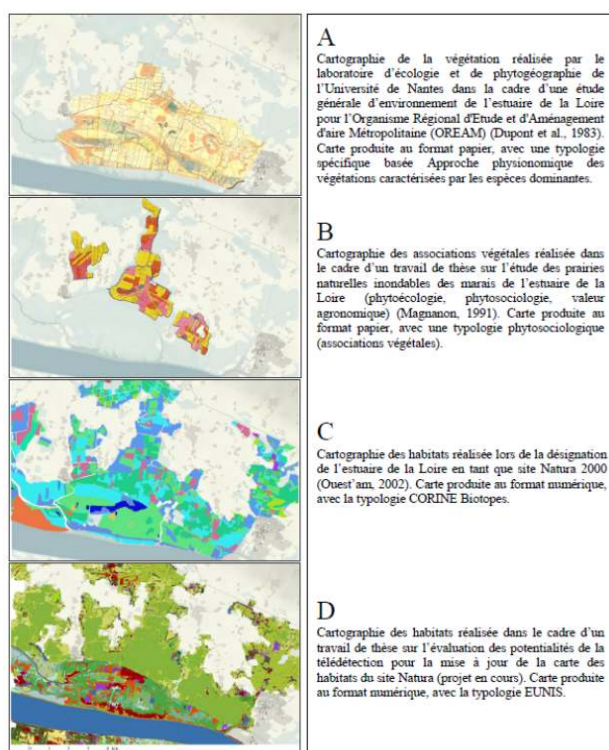
Résultats

Analyse de la production de cartes de végétation sur l'estuaire de la Loire

- 16 La synthèse bibliographique a concerné 99 documents publiés entre 1966 et 2020 et a permis de recenser 55 cartes de végétation et d'habitats éditées entre 1979 et 2020 (voir quelques exemples sur la figure 2). Pour l'analyse des données, certains types de producteurs et de commanditaires ont été regroupés dans des catégories selon leur domaine d'activité : associations, bureaux d'études, recherche (universités), collectivités. L'analyse de la répartition temporelle de ces études montre une première phase avec quelques productions de cartes entre 1979 et 1995 par des organismes de recherche. Entre 1995 et 2009, on observe une production plus régulière réalisée essentiellement par des bureaux d'études. L'année 2010 montre un pic avec cinq

productions d'études présentant des cartes de végétation inaugurant une décennie marquée par de nombreuses productions réalisées et commandées par des acteurs variés : 29 cartographies sont produites entre 2010 et 2020, ce qui représente plus de la moitié des études produites depuis 1979.

Figure 2. Extraits de cartes de végétations sur le secteur Lavau sur Loire / Cordemais

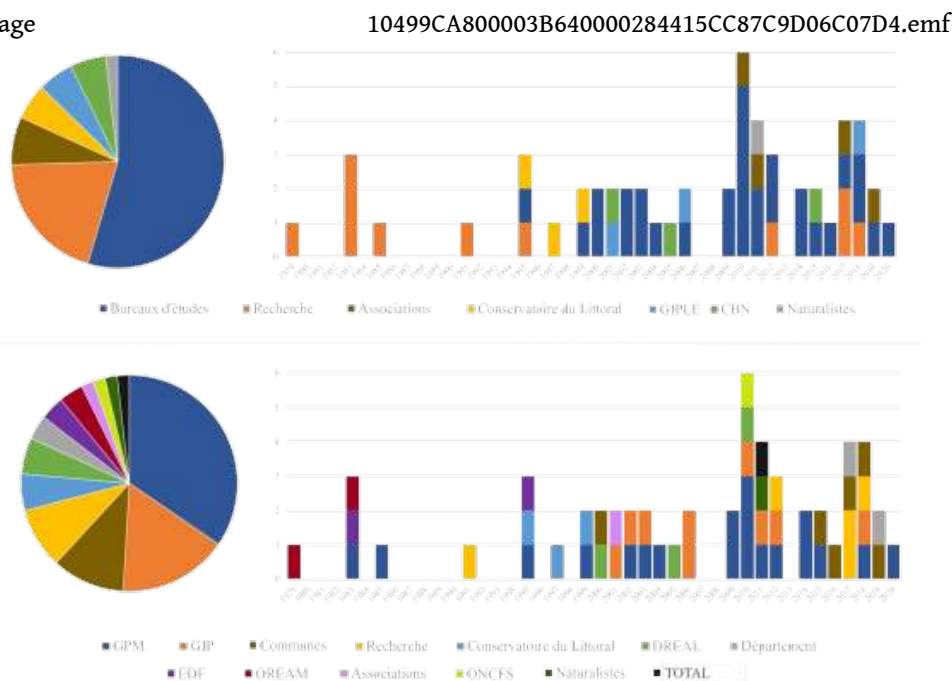


- 17 L'analyse menée sur les types de producteurs permet de constater que les bureaux d'études en environnement ont réalisé la majorité des études cartographiques sur l'estuaire de la Loire (figure 3 A1). Ils sont intervenus régulièrement entre 1995 et 2020 (figure 3 A2). Viennent ensuite les organismes de recherche (laboratoires universitaires) qui ont effectué 20% des cartographies, principalement entre 1979 et 1995, puis entre 2012 et 2018 (figure 3 A1 et A2). Les autres productions se répartissent entre les associations, le Conservatoire du littoral, le GIP LE, le Conservatoire botanique national de Brest (CBN) et des naturalistes bénévoles (figure 3 A1 et A2). Concernant les commanditaires, le principal initiateur de cartes de végétation sur l'estuaire de la Loire est le Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPM), acteur majeur dans l'aménagement et le développement industrialo-portuaire du territoire. Le GPM a initié 35 % des études, réparties régulièrement entre 1983 et 2020 (figure 2 B1 et B2). Les autres principaux commanditaires sont le GIP LE à partir des années 2000 (16%), les communes qui interviennent principalement depuis 2015 (11%) et les organismes de recherche essentiellement durant la dernière décennie (9%) (figure 3 B1 et B2). Les autres commanditaires agissent plus occasionnellement : Conservatoire du littoral (5%), les Directions régionales de l'Environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) (5%), le Conseil départemental de Loire-Atlantique (Département) (4%), Électricité de France (EDF) (4%), l'Organisme régional d'étude et d'aménagement d'aire métropolitaine (OREAM) (4%), les associations (2%), l'Office national de la chasse et de

la faune sauvage (ONCFS) (2%), les naturalistes bénévoles (2%) et la multinationale Total (2%) (figure 3 B1 et B2).

Figure 3. Proportions du nombre d'études avec cartes de végétation

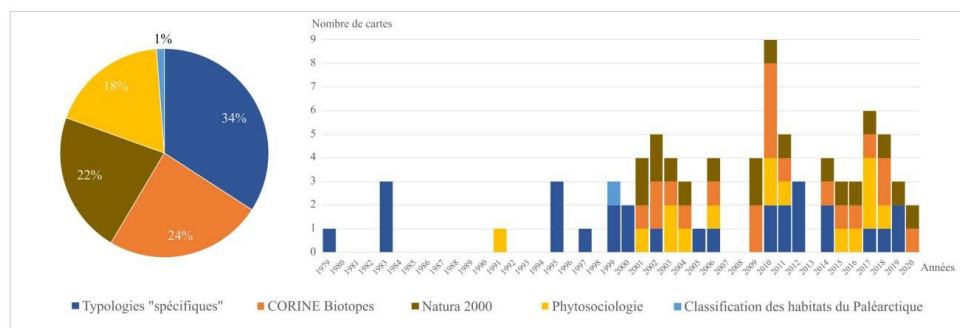
Image



Réalisées sur l'estuaire de la Loire (Nantes – Saint-Nazaire) selon les catégories de producteurs (A1) et de commanditaires (B1). Le nombre d'études produites en fonction des années de publication est représenté sur les diagrammes (A2) et (B2) respectivement selon les catégories de producteurs et les catégories de commanditaires.

- 18 Notre analyse permet également d'observer que certains organismes sont à la fois producteurs et commanditaires de leurs études dans 20% des cas. C'est principalement le cas des organismes de recherche (5 études), le GIP Loire estuaire (trois études) ou le Conservatoire du littoral (trois études).
- 19 Parmi l'ensemble des études analysées, seules cinq remobilisaient des cartes anciennes couplées à de nouvelles productions de données. Plus d'un tiers des cartographies de végétation a été réalisé avec une typologie non standardisée (typologies « spécifiques ») (34%) (figure 4). Cette catégorie regroupe les typologies basées sur la physionomie, les espèces dominantes (figure 2 A), ou la valeur agronomique de la végétation (figure 2 C). Les typologies non standardisées sont régulièrement utilisées de 1979 à 2020. Les typologies d'habitats CORINE Biotopes et Natura 2000 sont aussi fréquentes avec respectivement 24% et 22% des cartes recensées (figure 2 C). Leur usage sur l'estuaire de la Loire apparaît en 2001 et devient quasi systématique à partir de cette date (figure 4). Essentiellement représentée à partir des années 2000, la typologie phytosociologique (figure 2 B) est légèrement moins utilisée (18%) tandis que la classification des habitats du paléarctique¹² n'est utilisée qu'une seule fois en 1999.

Figure 4. Proportions du nombre de cartes réalisé sur l'estuaire de la Loire selon les typologies utilisées.



Le nombre de cartes produites en fonction des années de publication est représentée sur le diagramme selon les typologies recensées.

Analyse des demandes de données

- 20 Le GIP LE a reçu 316 sollicitations pour des demandes de données ou d'informations sur la période de janvier 2014 à mars 2019. Soixante-neuf de ces sollicitations concernaient plusieurs demandes de données thématiques. Celles-ci ont été individualisées pour l'étude portant le nombre total de demandes à 416. Une thématique a pu être identifiée pour 362 des demandes. Avec 47 demandes (11,3%), les données concernant la flore arrivent à la quatrième position après les données sur les milieux physiques (68 ; 18,3%), l'hydrologie (60 ; 16,3%), et la faune (51 ; 14,4%). Les demandes relatives à la thématique « Milieu physique » concernent la topographie, la bathymétrie ainsi que le modèle numérique de terrain développé par le GIP LE qui est très demandé (47 fois sur les 60 demandes). Concernant le type de demandeur, ce sont essentiellement des collectivités locales qui interrogent le GIP LE avec 96 demandes de données, suivies par des établissements publics (64 demandes) et des associations (51 demandes). Sur les 47 demandes de données concernant la flore, 21 sont associées à des données faunistiques. Seules 7 de ces demandes concernent des données provenant d'un système d'information géographique (SIG), et 12 des données cartographiques. La majorité des données demandées (25 sur les 47) sont transmises sous forme de publications comprenant des cartes de végétation déjà mises en forme. Les données relatives à la végétation sont également principalement demandées par les collectivités locales (22 demandes) et les établissements publics (9 demandes).

Analyse du questionnaire

- 21 Au total, 40 personnes ont répondu au questionnaire sur les 114 personnes ciblées, 22 en personne ou au téléphone et 18 par courriel. Les réponses de deux personnes ont été écartées de l'échantillon à leur demande. Deux tiers des réponses (25) concernent des structures publiques. Le panel d'utilisateurs comprenait 4 aménageurs (département, industriels), 7 gestionnaires (Office national de la chasse et de la faune sauvage devenue depuis OFB, Conservatoire des espaces naturels), 10 aménageurs et gestionnaires (Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire, syndicats de marais), 14 experts (écologues, bureaux d'études) et 3 médiateurs en environnement. Ces catégories ont été réalisées en fonction des résultats de la première partie du questionnaire. Les usages

principaux des données de végétations concernent la connaissance des études d'impacts (24), puis la gestion des milieux (20) et l'aménagement (17). Les données sont plus rarement utilisées pour la communication (11) ou l'éducation (10).

- 22 Les groupes d'acteurs ont été comparés en fonction de leurs réponses, de manière à estimer si certaines activités avaient une influence sur les usages des données de végétation. Les aménageurs et les gestionnaires travaillent le plus souvent à l'échelle de l'estuaire. Cependant, la majorité d'entre eux ont une activité restreinte à certains secteurs de l'estuaire. Les experts, publics et privés (7 dans les deux cas), travaillent principalement à l'échelle régionale, voire nationale. Ils font presque autant de production de données que d'analyses et de traitements, et travaillent le plus souvent pour des commanditaires. Il arrive que les gestionnaires produisent eux-mêmes leurs données. En ce qui concerne la mobilisation des données existantes, les producteurs de données effectuent des recherches au préalable (24 sur les 28). Ceux qui n'effectuent pas ces recherches expliquent, lors des entretiens, qu'ils détiennent déjà les données susceptibles de les intéresser ou qu'ils savent qu'il n'y a pas de production pouvant correspondre à leur besoin sur leur zone d'étude par leur connaissance du territoire. Pour accéder aux données existantes, le contact direct au producteur et l'accès via des ressources bibliographiques de données sont privilégiés par rapport aux plateformes spécialisées et la requête internet. Pour les modalités d'obtention des données, la plupart des échanges font l'objet de conventions de partenariat ou sont libres de droits. Il arrive que les données soient payantes, mais cela reste assez rare (mentionné 4 fois) et le plus souvent lié au coût de la main-d'œuvre nécessaire à l'extraction des bases de données.
- 23 Pour les personnes interrogées, les données anciennes étaient essentielles, au moins pour contextualiser l'étude. Cependant, cette notion variait selon les acteurs. Certains remontent jusqu'à des données très anciennes (contenues par exemple dans des herbiers), d'autres seulement quelques années en arrière (dans le questionnaire, les données anciennes qualifiaient les données ayant plus de 3 ans). Concernant la fréquence d'actualisation souhaitée, deux réponses sont ressorties. Les aménageurs, dans le cadre du suivi de leurs travaux, ont besoin de données annuelles (au moins sur les premières années), tandis que le reste des acteurs jugent qu'un pas de temps de 5 ans serait suffisant pour suivre l'évolution de la végétation sans être biaisé par des événements exceptionnels. Pour ce qui est de l'échelle de restitution des productions cartographiques, l'échelle fine du 1/5000^e est la plus utilisée, elle correspond à celle des cartes Natura 2000.
- 24 Les deux tiers des acteurs qui produisent des données les diffusent, ou peuvent les diffuser si la demande leur est faite. Les exceptions se font au niveau des sites sensibles, comme les espaces industriels, ou bien pour les productions trop incomplètes (par exemple des relevés qui ne sont pas exhaustifs) considérées comme peu pertinentes par les producteurs. De leur côté, les acteurs privés (hors industriels) jugent en grande partie qu'il est inutile d'acquérir des données et de ne pas les diffuser. Les modalités de diffusion varient peu, il s'agit le plus souvent des conventions de partenariat ou bien de la diffusion libre de droits. Cette dernière est désormais une obligation légale pour les études publiques.
- 25 Enfin, les acteurs sont unanimes sur le fait qu'une plateforme unique de diffusion serait un plus. Les propositions de plateformes qui pourraient regrouper ces données étaient assez variées, mais elles pointaient toutes dans la direction d'un acteur expert dans le

domaine de la végétation. Les acteurs sont partagés sur le type de diffusion. Seul un tiers des répondants pense que les données fines devraient être en accès libre, alors que la moitié des répondants souhaite limiter la diffusion publique en dégradant les données (rapportées par exemple à l'échelle de la maille 5 kilomètres par 5 kilomètres) et en réservant l'accès aux données fines à certains acteurs.

Discussion

Des cartographies de végétation disponibles depuis trois décennies pour mieux comprendre, gérer, protéger et aménager l'estuaire de la Loire.

- 26 La réalisation de la synthèse bibliographique nous a permis de constater les difficultés que représentent la recherche et la collecte des études produites sur l'estuaire de la Loire. Cependant, les bases de données bibliographiques du GIP Loire estuaire et du CBN de Brest ont représenté des outils précieux pour ce travail en centralisant une partie importante des données recueillies. Nous recensons 55 cartes de végétation et d'habitats produites au cours des 50 dernières années démontrant l'importance de ces données environnementales pour les acteurs de l'estuaire de la Loire.
- 27 L'analyse de la répartition temporelle de ces études permet de constater une production croissante, notamment à partir de la fin des années 1990. Elle peut être mise en relation avec les évolutions des politiques d'aménagement et des obligations réglementaires qu'elles impliquent et le développement d'une politique de gestion des espaces naturels de l'estuaire.
- 28 Entre les années 1970 et le milieu des années 1990, les premières études cartographiques sont principalement réalisées par les laboratoires universitaires de recherche (Université de Nantes) dans le cadre de missions d'expertises pour des organismes responsables du développement économique et de l'aménagement de l'estuaire de la Loire (OREAM, GPM, EDF). Cette période est notamment marquée par d'importants aménagements industrialo-portuaires, tels que le remblaiement de zones humides pour l'extension de terminaux portuaires (Demaure, 1979), des dragages d'approfondissement du lit mineur de la Loire ou le projet d'installation d'une centrale nucléaire (Le Rhun, 1986). Les conséquences environnementales de ces aménagements sont importantes et ont largement contribué à une profonde modification des mécanismes complexes qui caractérisent les milieux estuariens (modifications des dynamiques hydrosédimentaires, diminution des surfaces intertidales de vasières au profit d'habitats terrestres, et cetera). Les cartes de végétation produites lors de cette période avaient pour principaux objectifs de recenser, localiser et alerter sur les enjeux concernant la flore, la végétation ou l'intérêt agronomique des marais estuariens afin de limiter les impacts de futurs projets d'aménagement (Dupont et Leaute, 1978 ; Bioret, 1983).
- 29 Les années 1990 et 2000 sont marquées par un tournant dans la gestion de l'estuaire de la Loire, caractérisé par l'abandon de grands projets d'aménagement (abandon du projet d'aménagement de la centrale nucléaire du Carnet en 1997, abandon du projet de site portuaire de « Donges-Est » en 2009) et la mise en œuvre de politiques de protection de la nature (site classé en 2002 en tant que grand paysage, désignation du site Natura 2000 en 2004, création de plusieurs ZNIEFF dans les années 1990 et 2000, et

cetera). Cette transition vers une plus grande prise en considération de l'intérêt écologique de ce territoire s'illustre également par la réaffectation de certaines propriétés du Grand port maritime initialement destinées aux industries vers une vocation d'espaces naturels. Durant ces années, le nombre d'acteurs intervenant dans les domaines de la connaissance et de la gestion environnementale de l'estuaire de la Loire augmente (implication du Conservatoire du littoral sur le territoire à partir de 1994, Création du GIP Loire estuaire en 1998). Cette période se caractérise logiquement par une augmentation du nombre de cartes de végétation initiées par ces différents organismes, correspondant à une tendance générale observée à l'échelle nationale et européenne, notamment liée à la mise en œuvre de la directive Habitat-Faune-Flore (Evans, 2010 ; Ichter et al., 2012).

- 30 Une étude similaire réalisée sur les végétations des falaises littorales bretonnes montre une dynamique comparable : une production de données qui débute dans les années 80, et une augmentation importante de la production de données au début des années 2000 (Le Roy, *et al.*, 2019) en lien avec la réalisation de nombreuses opérations de restauration écologique. Les chercheurs sont aussi très impliqués dans cette production de données sur les falaises qui concerne, en revanche, davantage des suivis permanents de placettes que de la cartographie.

Un besoin de connaissance pour la protection des habitats vecteurs de collaboration, de partage et d'innovations scientifiques et techniques.

- 31 Plusieurs études ont été réalisées pour l'identification et la cartographie de l'ensemble des habitats naturels du territoire à travers des études commandées par la DREAL Pays de la Loire et le GIP Loire estuaire. Ce dernier a joué un rôle majeur dans la production, la centralisation et la diffusion des données environnementales issues de ces études. De manière générale, ces études sont liées à la nécessité de réaliser des inventaires sur la végétation et les habitats pour l'aménagement et la gestion du territoire (études d'impacts avant projets, établissement de plans de gestion d'espaces naturels) ou la mise en place de suivis environnementaux. L'estuaire de la Loire constitue aussi un terrain de recherche pour étudier la diversité phytosociologique des communautés végétales (Magnanon, 1991 ; Cianfaglione, 2018) et les dynamiques de la végétation en lien avec les changements environnementaux passés ou à venir (Sawtschuk et Bioret 2012 ; Le Dez et al., 2017a). La majorité des études cartographiques ont été effectuées par des bureaux d'études en environnement dont l'activité et l'expertise se sont développées à partir des années 1990 à la faveur de la demande croissante en cartographie de la végétation, prenant, en partie, le relais des travaux des organismes de recherche.
- 32 La désignation du site Natura 2000 « Estuaire de la Loire » en 2004 a été un élément important pour impulser la construction d'une connaissance partagée sur l'estuaire. La cartographie des habitats réalisée par le bureau d'étude Ouest aménagement (2003) a été par exemple un document de travail majeur utilisé par l'ensemble des acteurs de l'environnement (Fig 2. C). Il s'agissait de la première cartographie complète de l'ensemble du site permettant d'avoir une vision globale de la répartition des habitats à l'échelle de l'Estuaire de la Loire. La désignation en 2016 du Conseil départemental de

Loire-Atlantique comme opérateur de ce site Natura 2000 permet maintenant d'en lancer l'animation et de travailler à la mise à jour des données sur les habitats.

- 33 Les partenariats forts existants entre les chercheurs et le GIP Loire estuaire ont permis de lancer le travail de réflexion sur l'usage des données environnementales engagées par cette présente étude. De nouveaux partenariats de recherche-action se développent aussi avec la réalisation de la mise à jour de la cartographie des habitats par une méthode innovante utilisant la télédétection dans le cadre d'une thèse réalisé avec une convention industrielle de formation par la recherche (CIFRE) entre le Conseil départemental de Loire-Atlantique et l'Université de Nantes. Cette méthodologie permet une mise à jour plus rapide et comparable des données et limite le besoin de parcourir l'intégralité du terrain sur des secteurs souvent peu accessibles.
- 34 L'accès à la donnée cartographique repose principalement sur des contacts et des liens directs entre les acteurs de l'estuaire. Le passage au tout numérique et aux plateformes de données est demandé, mais pas comme un moyen de remplacer ces habitudes de prise de contact directe avec les producteurs de données. Lors de la réunion de restitution de cette étude, une explication a été avancée : le contact direct avec le partenaire qui détient ou produit la donnée est souvent essentiel à la compréhension de la donnée en apportant des informations supplémentaires. Il est aussi rendu nécessaire lorsque les métadonnées ne sont pas, peu, ou mal renseignées rendant un nouvel usage de la donnée plus compliquée, voire impossible. Les cartes sont aussi souvent accompagnées de rapports d'études qui ne sont pas toujours facilement accessibles. Certaines cartes anciennes ne sont pas disponibles en version numérique. Une discussion permet souvent d'identifier d'autres données non identifiées et apporte des informations pour contextualiser la donnée (conditions climatiques, événement ou activités influençant la végétation, et *cetera*) et permet de nouer de nouveaux partenariats. Les dimensions informelles « humaine » et « informationnelle » de ces réseaux d'échanges de données apparaissent finalement souvent aussi, voire plus importantes, que la donnée en elle-même.

Une connaissance encore partielle de la dynamique des végétations.

- 35 L'enquête révèle que les utilisateurs de données ont besoin d'avoir des données mis à jour régulièrement (1 à 5 ans) pour suivre la dynamique de la végétation et la comparer avec des données anciennes. Les cartographies de végétation réalisées à l'échelle de l'estuaire et même plus localement à partir de relevés de terrain et de photographies aériennes ne permettent pas d'avoir une vision suffisamment réaliste de ces changements de végétation. Au niveau des bords de Loire où les phénomènes d'érosion/accrétion naturels ou provoqués/amplifiés par des aménagements historiques ou plus récents rendent particulièrement complexe le suivi d'une végétation très dynamique et souvent très difficile d'accès. Des erreurs importantes ont été mises en évidence au niveau de la cartographie des rives d'estuaire dans les cartes anciennes (Sawtschuk et Bioret, 2012) liées à l'utilisation de photographies aériennes non contemporaines des relevés de terrain. Ces erreurs peuvent rendre compliquées l'interprétation et l'analyse des dynamiques végétales avec, par exemple, des décalages de quelques dizaines de mètres liés à une évolution de la ligne de rive. Cette surface représente approximativement 5 % de la cartographie de 1982 et ces décalages ont pu

être partiellement corrigés à partir d'une photo aérienne plus contemporaine de la date de réalisation de la cartographie de terrain.

- 36 Le GIP Loire estuaire a mis en place un observatoire des roselières depuis 2006 (GIP Loire Estuaire, 2017) qui se base principalement sur de la photo-interprétation d'orthophotographies. Si ces données fournissent des indications globales à l'échelle de l'estuaire, elles ne permettent pas d'évaluer localement les changements des communautés végétales. L'analyse est en effet conditionnée par l'état de la végétation lors de la prise de vue.
- 37 Si de nombreux relevés phytosociologiques existent (de Foucault, 1984 ; Magnanon, 1991 ; Lebret, 2001 ; SCE, 2011) ceux-ci ne sont pas toujours bien géoréférencés, rendant compliquée la réalisation de suivis diachroniques (n'ayant pas été réalisés avec cet objectif). Globalement, il n'existe que très peu de placettes de suivis permanents des écosystèmes terrestres alors que de nombreuses stations de mesures environnementales sont disponibles au niveau de la qualité de l'eau et des sédiments. Une initiative avait été lancée en 2001 par le GIP Loire estuaire pour avoir des sites « baromètres » de la dynamique de la végétation avec des cartographies plus régulières sur des bandes transversales à la Loire (secteurs de Saint-Etienne-de-Montluc, de Lavau-sur-Loire et de Champtoceaux). Ce projet n'a pas abouti pour l'instant, les missions du GIP LE ayant quelque peu évoluées depuis avec l'émergence de l'opérateur Natura 2000, entre autres.
- 38 L'utilisation de la télédétection pourrait potentiellement apporter des solutions à ces besoins de suivi plus régulier et plus « objectifs » des changements. Un projet a été initié par le Département Loire-Atlantique et l'Université de Nantes pour réaliser la mise à jour de la cartographie des habitats du site Natura 2000 de l'estuaire de la Loire à partir de données de télédétection (Fig 3. D). L'un des principaux objectifs recherchés est de pouvoir limiter les coûts de production en réduisant les temps de prospection sur le terrain et en automatisant la cartographie par l'utilisation d'algorithmes. De plus, l'utilisation de certaines données satellitaires, dont la fréquence d'acquisition est très régulière (ex : Sentinel-2), permet d'envisager des suivis très fréquents (annuels ou bisannuels par exemple), mais ces données ne sont disponibles que pour les périodes les plus récentes et ne permettront pas de décrire les dynamiques environnementales antérieures. En complément à ces approches de cartographies automatisées, un réseau de stations de suivis terrain décrivant la dynamique des communautés végétales serait utile, notamment au niveau de secteurs subissant des changements hydrosédimentaires rapides (par exemple au niveau de secteurs en cours de réestuarisation suite à la suppression/dégradation d'ouvrages hydrauliques ou de digues), afin de calibrer et vérifier les cartographies produites informatiquement.
- 39 La collecte de données sur la dynamique de l'avifaune semble avoir été davantage développée avec de nombreux suivis initiés par des organismes institutionnels dans les années 70, prolongés par la suite par un réseau de naturalistes bénévoles et d'associations (Yésou et al., 2019). La mise en place d'une dynamique similaire serait intéressante pour le suivi de la végétation et pourrait être coordonnée et animée par des organismes locaux de gestion ou de connaissance. L'idée du recours aux données collaboratives a été évoquée lors de l'atelier de restitution de l'étude. Un participant avait signalé que le collaboratif pouvait en effet être intéressant, mais à la seule condition qu'il ne soit pas vu comme une manière d'acquérir de la donnée à bas coût, car cela se ferait, alors, au détriment de la régularité et de la qualité des données.

- 40 Enfin, bien que l'une des vocations des cartes de végétation soit le suivi de la dynamique de la végétation et des habitats à partir d'analyses diachroniques, nous constatons que moins d'une étude sur dix réalisée sur l'estuaire de la Loire réutilise les données préexistantes. Ce constat est à mettre en relation avec les difficultés d'accès et la méconnaissance des cartes déjà produites, ainsi qu'à l'utilisation fréquente de typologies non-standardisées, difficilement réutilisables ou transposables d'une étude à l'autre.

Des typologies standardisées pour mieux appréhender les évolutions de l'estuaire

- 41 Sur notre territoire d'étude, l'utilisation des typologies standardisées (CORINE Biotopes, Natura 2000, typologie phytosociologique) apparaît à partir des années 2000 et correspond à leur développement au niveau national et européen lié notamment à l'adoption de la directive Habitat-Faune-Flore (1992) et à la nécessité d'harmoniser à l'échelle européenne les productions cartographiques (Davies et Moss, 1998 ; Davies et al., 2004 ; Chytrý et al., 2020). Depuis cette période, l'utilisation des référentiels typologiques standardisés est devenue systématique dans la majorité des études produites sur l'estuaire de la Loire. Cette disposition est aujourd'hui nécessaire dans la mise en œuvre de nombreuses études et encouragée par les politiques favorisant l'accessibilité aux données environnementales telle la directive INSPIRE.
- 42 Les typologies spécifiques, c'est-à-dire ne faisant pas appel à des typologies standardisées, ont été majoritairement utilisées dans les études cartographiques recensées sur l'estuaire de la Loire. Jusqu'à la fin des années 1990, cette approche s'est imposée par l'absence de référentiels typologiques édités et disponibles pour les producteurs de cartographies de végétations ou d'habitats. On constate néanmoins que durant la période récente, ces typologies développées spécifiquement pour certaines études continuent d'être régulièrement utilisées, permettant de répondre plus particulièrement aux besoins de certains commanditaires, par exemple dans le cadre de la cartographie des habitats favorables à l'accueil du Phragmite aquatique (Latraube et Mourgaud, 2013) ou pour l'inventaire des roselières de l'estuaire de la Loire (GIP Loire Estuaire, 2007 ; GIP Loire Estuaire 2017). Cependant, bien que l'utilisation de typologies spécifiques semble parfois plus adaptée aux besoins de certains commanditaires, elle empêche l'utilisation d'un langage commun et limite les capacités de partage d'information entre réseaux d'acteurs (Chytrý et al., 2020). L'harmonisation de typologies spécifiques vers des typologies standardisées reste parfois possible, mais nécessite souvent une simplification pour limiter les erreurs d'interprétation lors des mises en correspondance (Le Dez et al., 2017a).

Conclusion

- 43 Les cartographies de végétation constituent des outils essentiels pour de nombreux usagers de l'environnement. La demande de cartes est croissante et peut être mise en lien avec l'évolution des politiques publiques et la prise en compte grandissante des problématiques environnementales. Les changements environnementaux devraient s'accroître dans l'avenir (changement climatique, urbanisation, pollution) et le suivi des écosystèmes à travers les cartes de végétation se révèle être d'une importance

majeure. Il est ainsi primordial d'optimiser leur production, de favoriser leur usage afin d'exploiter et de valoriser au mieux leur capacité d'information.

- 44 L'étude de cas présentée dans cet article montre l'importance d'avoir des organismes moteurs pour favoriser l'acquisition de données sur la végétation (notamment les séries temporelles), leurs mutualisations, leur harmonisation, et le développement des partenariats techniques et scientifiques. La production et la diffusion des cartes de végétation nécessitent des moyens à la hauteur des enjeux stratégiques que représentent ces documents pour l'aide à la décision. La méconnaissance de la dynamique des écosystèmes peut mener à des erreurs d'appréciation dans la planification de projet d'aménagement, notamment dans des milieux complexes comme les estuaires anthropisés. Par exemple, les projets réalisés dans le cadre d'opérations de restauration écologique s'avèrent compliqués à mettre en œuvre, nécessitant des données fines pour tenter de prévoir les trajectoires à long terme des systèmes écologique et hydro-sédimentaire (abandon d'un projet expérimental de création de vasières sur la rive nord de l'estuaire de la Loire¹³, échec d'un méandre artificiel de l'estuaire de la Seine ¹⁴).
- 45 Les politiques de gestion du littoral doivent désormais prendre en compte l'augmentation du niveau d'incertitude liée au changement climatique : les activités humaines devront davantage s'adapter aux dynamiques des milieux naturels plutôt que l'inverse (exemple du projet Adapto du Conservatoire du littoral¹⁵). Cette politique de recul stratégique avec une multiplication des réestuarisations nécessite un suivi régulier de l'évolution des écosystèmes pour adapter les activités présentes dans les estuaires : agriculture, tourisme, chasse, pêche, gestion et valorisation des espaces naturels (Guilloux et Dargentas, 2019 ; Martin-Brelot et Sawtschuk, 2019).
- 46 La gestion des socio-écosystèmes estuariens nécessite ainsi une attention permanente pour envisager sereinement le futur de cet espace naturel agricole, encore préservé, entouré de zones industrialo-portuaires et urbaines. Le Conseil départemental de Loire-Atlantique, opérateur du site Natura 2000 et gestionnaire des terrains appartenant au Conservatoire du littoral, joue en partie ce rôle, mais la coordination et la réalisation d'inventaires cartographiques et naturalistes réguliers nécessitent des moyens plus conséquents. Un projet de réserve naturelle nationale (RNN) de l'estuaire de la Loire, à l'image de celle qui existe depuis 1997 dans l'estuaire de la Seine, est initié depuis 2009. La mission de préfiguration argumentait en 2016 que « la RNN apporterait une contribution importante à la connaissance, au rééquilibrage du fonctionnement estuarien, à l'anticipation de ses évolutions, à la mise en cohérence des efforts en lien avec les activités socio-économiques »¹⁶. L'aboutissement de cette démarche représenterait une belle opportunité pour coordonner la collecte et l'analyse de données cartographiques sur la dynamique des écosystèmes à l'échelle de l'estuaire lui-même et entre les estuaires, une réserve ayant les moyens de mettre en place et d'animer un réseau de suivi scientifique.
- 47 L'utilisation des cartographies de végétation représente un potentiel important pour travailler sur la modélisation des trajectoires des socio-écosystèmes. Surtout si ces cartographies sont analysées en comparaison d'autres données environnementales et humaines. Des analyses ont ainsi déjà été réalisées sur l'estuaire de la Loire à partir du croisement de cartographies de végétation de différentes époques (Le Dez et al., 2017a) qui a ensuite été mis en parallèle avec le résultat de la simulation d'un modèle hydro-sédimentaires intégrant les effets du changement climatique (Le Dez et al., 2017b). Ces

travaux mettent en évidence que des changements de végétations (progression des végétations des milieux salés) provoqués par les aménagements industriels et portuaires jusque dans les années 1990 dans l'estuaire aval se reproduiront probablement plus en amont, mais cette fois, en lien avec le changement climatique.

- 48 Une perspective de ce travail serait d'étendre l'analyse des usages et des productions de données à l'ensemble des données environnementales et socio-économiques. Une meilleure connaissance des données socio-économiques (par exemple des activités agricoles et touristiques) permettrait notamment de mieux comprendre le rôle des activités humaines dans les trajectoires passées, actuelles et futures de l'estuaire. Une analyse spécifique de la perception, du rôle et de l'usage des cartes de végétation comme média dans les processus décisionnels, dans les conflits et leurs résolutions, mais aussi pour l'information auprès du grand public, permettrait aussi de mieux percevoir le rôle joué par ces documents.

Cette recherche s'est déroulée dans le cadre du projet de recherche DOSECOLIT (2017-2019), Données spatiales des écosystèmes et aménagement des territoires littoraux financé par la MSHB (Maison des sciences de l'homme en Bretagne) qui a pour objectif de développer et de structurer une réflexion sur les usages des données spatiales environnementales. Elle s'inscrit aussi dans le cadre d'un travail de thèse CIFRE cofinancé par l'Association Nationale Recherche Technologie, le Fonds européen de développement régional et le ministère français de l'Écologie dans le cadre de la convention financière pour l'animation du site Natura 2000 Estuaire de la Loire par le Département français de Loire-Atlantique. Nous remercions particulièrement le GIP Loire estuaire pour son partenariat sur cette étude et l'ensemble des acteurs qui ont participé à cette enquête. Nous remercions enfin les deux relecteurs qui nous ont permis d'améliorer et d'enrichir la réflexion de ce travail par leurs apports.

BIBLIOGRAPHIE

- Amelot, X., Couderchet, L. et Noucher, M., 2017, Données institutionnelles et données contributives sur la biodiversité, quelle légitimité ? *Mappemonde*, 120, 17 p., [En ligne] URL : <https://doi.org/10.4000/mappemonde.2861>
- BioRET, F., 1983, Étude de la végétation du site du Carnet. Laboratoire d'écologie et de phytogéographie, U.E.R des sciences de la nature, Université de Nantes, Contrat de Recherche EDF n°ZT3715, 75p.
- Botella, C., 2019, Méthodes statistiques pour la modélisation de la distribution spatiale des espèces végétales à partir de grandes masses d'observations incertaines issues de programmes de sciences citoyennes, Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 262p.
- CEC, 1992, Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora. Official Journal of the European Union 1992, 206, pp. 7-50.
- Chadenas, C., V., Andreu-Boussut, C., Barthou, X., Michel et de Lajartre, A., La gouvernance des espaces protégés: vers un partage de la nature ?, *VertigO - la revue électronique en sciences de*

l'environnement [En ligne], Volume 20 numéro 1 | mai 2020, mis en ligne le 04 mai 2020, consulté le 09 février 2021 URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/27491>

Chalumeau, A. et F., Bioret, 2013, Méthodologie de cartographie phytosociologique en Europe : approches symphytosociologique et géosymphytosociologique. Synthèse bibliographique, Rapport Institut de Géoarchitecture, Université de Bretagne occidentale, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 124p.

Chiffaut, A., 2006, Guide méthodologique des plans de gestion de réserves naturelles, MEED - ATEN, Cahiers techniques n°79, Montpellier, 72p.

Cho, G. et Cromptvoets, J., 2019, The INSPIRE directive: some observations on the legal framework and implementation. *Survey Review*, 51:367, pp. 310-317.

Chytrý, M., L., Tichý, S.M., Hennekens, I., Knollová, J.A.M., Janssen, J. S., Rodwell, T., Peterka, C., Marcenò, F., Landucci, J., Danihelka, M., Hájek, J., Dengler, P., Novák, D., Zúkal, B., Jiménez-Alfaro, L., Mucina, S., Abdulhak, S., Aćić, E., Agrillo,... et J.H.J., Schaminée, 2020, EUNIS Habitat Classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats, *Applied Vegetation Science*, [En ligne] URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/avsc.12519>

Cianfaglione, K., 2018, Plant landscape and models of French Atlantic estuarine systems. Environmental studies, Thèse, Université de Bretagne occidentale – Brest, Università degli Studi di Camerino (Italie)

Claveras, G.C. et Gossart, C., 2015, Enjeux et perspectives des données environnementales massives, *Terminal* [En ligne], 117 | 2015, mis en ligne le 15 décembre 2015, consulté le 31 août 2020, URL : <http://journals.openedition.org/terminal/1062>

Collaud, R. et Millet, J., 2020, Inventaire et cartographies en France métropolitaine dans le réseau des CBN, Fédération des CBN – Office français de la biodiversité, Séminaire national sur les habitats – Typologies, cartographies et données : état des lieux des connaissances et des besoins, et perspectives, 30 et 31 janvier 2020, Paris, [En ligne] URL : <http://seminaire-habitats.mnhn.fr/seminaire-2020/>

Davies, C.E. et D., Moss, 1998, EUNIS Habitats Classification. Final report to the European Topic Centre on Nature Conservation, Copenhagen: European Environment Agency, 310p.

Davies, C.E., D., Moss et M. O. Hill, 2004, EUNIS Habitat Classification, Copenhagen: European Environment Agency, [En ligne] URL : <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification-1>

De Foucault, B., 1984, Systémique, structuralisme et synsystème des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises, Thèse, Rouen, 675p.

Delbosc, P., A., Ceccaldi, C., Panaïotis, F., Bioret et L., Hugot, 2018, Unités paysagères fonctionnelles : outil d'aide à la planification territoriale, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 18 Numéro 3 | décembre 2018, mis en ligne le 05 décembre 2018, consulté le 08 février 2021, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/23657>

De Longueville, B., 2010, Community-based geoportals: The next generation? Concepts and methods for the geospatial Web 2.0, *Computers, Environment and Urban Systems*, 34, 4, pp. 299-308.

Demaure, J.C., 1979, Les contraintes écologiques à l'aménagement de l'estuaire de la Loire, *Penn ar bed*, 97, pp. 57-72.

Dupont, P. et Leaute, J.P., 1979, Le réseau hydrologique et les activités agricoles des zones humides bordant l'estuaire de la Loire, Rapport OREAM, 167p., 21 cartes et figures.

- Duval, L., Hénaff, G. et Magnanon, S. 2015, Diffusion des documents et données environnementales au regard de leur statut juridique, *Terminal* [En ligne], 117, 2015, mis en ligne le 15 décembre 2015, consulté le 31 août 2020, URL : <http://journals.openedition.org/terminal/1075>
- Evangelidis, K., Ntouros, K., Makridis, S. et Papatheodorou, C., 2014, Geospatial services in the Cloud, *Computers & Geosciences*, 63, pp. 116-122.
- Evans, D., 2010, Interpreting the habitats of Annex I: past, present and future, *Acta botanica gallica*, 157, 4, pp. 677-686.
- Frontier, S., et Pichod-Viale, D., 1991, *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*, Masson, Paris, vol.1, 92p.
- Gautreau, P. et Noucher M., 2013, Gouvernance informationnelle de l'environnement et partage en ligne des données publiques, *Netcom* [En ligne], 21, 1/2, mis en ligne le 11 juin 2014, consulté le 26 mai 2020, URL : <http://journals.openedition.org/netcom/1234>
- Georis-Creuseveau, J., M., Noucher et Gourmelon, F. 2018, De la production de données d'observation à l'usage d'informations géographiques naturalistes, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Science et Toile, document 878, mis en ligne le 10 décembre 2018, consulté le 25 mai 2020, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/29884>
- GIP Loire Estuaire, 2007, *Un groupement végétal représentatif : les roselières*, Cahiers indicateurs GIP Loire Estuaire, L2.B2, 8p.
- GIP Loire Estuaire, 2017, *Un groupement végétal représentatif : les roselières*, Cahiers indicateurs GIP Loire Estuaire, L2.B2, 8p.
- Gubbay, S., Sanders, N., Haynes, T., Janssen, J.A.M., Rodwell, J.S., Nieto, A., García Criado, M., Beal, S., Borg, J., Kennedy, M., Micu, D., Otero, M., Saunders, G. et Calix, M., 2016 *European Red List of Habitats. Part 1. Marine habitats*, Luxembourg : Publications Office of the European Union, 52p.
- Guillou, É. et Dargentas, M., 2019, Représentations des usages et de l'évolution d'un territoire semi-naturel : l'exemple de la rive nord de l'estuaire de la Loire, *Penn ar Bed*, 231-232, pp. 8-13.
- Groom, Q., Weatherdon, L. et Geijzendorffer, I. R., 2017, Is citizen science an open science in the case of biodiversity observations?, *Journal of Applied Ecology*, 54, 2, pp. 612-617.
- Ichter, J., L., Savio et Poncet, L., 2012, Synthèse des expériences européennes de cartographie de la végétation (Programme CarHAB), SPN-MNHN, MEDDE, Paris, 118p.
- Janssen, J. A. M., Rodwell, J. S., García Criado, M., Gubbay, S., Haynes, T., Nieto, A., ... et Valachovič, M. (2016). *European red list of habitats: Part 2, Terrestrial and freshwater habitats*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 44p.
- Kervingant, G. et Sawtschuk, J., 2019, Dynamiques environnementales de l'estuaire de la Loire. *Penn ar bed*, 231-232, pp. 1-5
- Latraube, F. et Mourgaud, G., 2013, *Déclinaison régionale pour les Pays de la Loire du plan national d'actions du phragmite aquatique – 2010-2014*, LPO Loire-Atlantique, DREAL Pays de la Loire, 57 p.
- Lebret, S., 2001, Étude de la végétation et des habitats d'intérêt communautaire de la Loire en aval d'Ancenis, en relation avec la dynamique estuarienne, Rapport DESS Université François Rabelais: GIP Loire Estuaire, 101p.
- Le Dez, M., J., Sawtschuk, Bioret, F., 2017a, Les prairies de l'estuaire de la Loire : étude de la dynamique de la végétation de 1982 à 2014, *Mappemonde*, 119, 18p. [En ligne] URL : <https://doi.org/10.4000/mappemonde.2097>

- Le Dez, M., Sawtschuk, J., Bioret, F., Le Hir, P., et Walther, R., 2017b, Anticiper les impacts du changement climatique dans un milieu naturel soumis à de fortes contraintes anthropiques : l'estuaire de la Loire, *Noroi*, 4, pp. 15-28.
- Le Rhun, P.Y., 1986, Le risque nucléaire, donnée de l'aménagement du territoire ? L'exemple des projets de centrales nucléaires en Bretagne, *Noroi*, 132, pp. 591-601.
- Le Roy, M., Sawtschuk, J., Bioret, F. et Gallet, S., 2019, Toward a social-ecological approach to ecological restoration: a look back at three decades of maritime clifftop restoration, *Restoration Ecology*, 27, 1, pp. 228-238.
- Magnanon, S., 1991, Contribution à l'étude des prairies inondables du marais de Donges et l'estuaire de la Loire, Phyto-écologie, phytosociologie, valeur agronomique, Thèse, Université de Nantes, 269 p.
- Martin-Brelot, H. et Sawtschuk, J., 2019, Quels avenir pour les prairies inondables au nord de l'estuaire de la Loire ? *Penn ar bed*, 231-232, pp. 14-21.
- Olivier, J., Hendoux F., Gaudillat, V. et Deshayes, M., 2010, Cadre méthodologique pour une cartographie nationale des végétations naturelles et semi-naturelles terrestres en France (2010 2018, et au-delà), FCBN,MNHN-SPN, Cemagref, MEEDDM, Paris, 189p.
- Ouest Aménagement, 2003, Inventaire et cartographie Natura 2000 de la Loire en aval de Nantes, volume 1 : flore et végétation, DREAL Bretagne, 80 p.
- Ozenda, P., 1974, De la carte de la végétation à une carte de l'environnement, *Documents de cartographie écologique*, Grenoble, 13, pp. 1-8.
- Pedrotti, F., 2013, *Plant and vegetation mapping*. Springer, 294p.
- Perego, A., Fugazza, C., Vaccari, L., Lutz, M., Smits, P., Kanellopoulos, I., et Schade, S. 2012, Harmonization and interoperability of EU environmental information and services, *IEEE Intelligent Systems*, 27, 3, pp. 33-39.
- Rameau, J.-C., 2001, De la typologie CORINE Biotopes aux habitats visés par la Directive Européenne 92/43. Le réseau Natura 2000 en France et dans les pays de l'Union Européenne et ses objectifs, Coll. Intern. Metz, 5 et 6 décembre 2000, pp. 57-63.
- Savio, L., 2015, The different uses of plant landscape data, *Documents phytosociologiques, Série 3*, 32 p.
- Sawtschuk, J. et Bioret, F., 2012, Analyse diachronique de la dynamique spatiale de la végétation de l'estuaire de la Loire, *Photo-interprétation*, 48, 3, pp. 15-28.
- SCE, 2011, Suivi de la végétation acquisition et analyse de données marais du Syl zone test de Saint-Etienne-de-Montluc et Champtoceau, GIP Loire Estuaire, 32 p.
- Sordello, R. G., Rogeon, J., Touroult, 2011, Contribution à la réflexion sur le suivi et l'évaluation de la Trame verte et bleue - Enjeux nationaux de biodiversité : propositions sur les espèces et les habitats, Rapport MNHN-SPN, 24p.
- Souheil, H., L., Germain, D., Boivin, R., Douillet, 2011, *Guide méthodologique d'élaboration des Documents d'objectifs Natura 2000*, Atelier Technique des Espaces Naturels, Montpellier, 120p.
- Urvois, V., 2019, Analyse des usages de la cartographie de végétations dans l'estuaire de la Loire entre Nantes et Saint-Nazaire, Rapport de stage, GIP Loire Estuaire, Université d'Angers, 47p.
- Verger, F., 2005, *Marais et estuaires du littoral français*, Paris, Belin, 335p.

Wainstain, J., 2021, Partager les données pour réussir les transitions agricoles et alimentaires, Dans Sébastien Abis éd., *Le Déméter 2021*, pp. 191-206, IRIS éditions.

Yésou, P., Montfort D., Latraube F., Dugué H., Guénézan M. et Fonteneau F., 2019, Oiseaux de l'estuaire de la Loire, *Penn ar Bed*, 231-232, pp. 61-75.

NOTES

1. Pour plus d'informations sur la Loi NOTRE LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République de 2015, voir le site internet de [legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr) [en ligne] URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000030985460/>

Pour plus d'informations sur la Loi LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique voir le site internet de [legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr) [en ligne] URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000031589829/>

2. Convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement (convention d'Aarhus de 1998), plus d'information sur le site internet [en ligne] URL :

<https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/access-to-information-public-participation-and-access-to-justice-in-environmental-matters.html>

3. Pour plus d'informations, voir la carte de la Végétation de la France sur le site internet du Laboratoire ECOLAB de l'Université Paul Sabatier de Narbonne, [en ligne] URL : <https://cdn.obs-mip.fr/cartevegetation/informations.html>

4. Pour plus d'informations sur les espaces protégés en France, voir le site internet du ministère de l'écologie [en ligne] URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/aires-protgees-en-france>

5. La directive de l'Union européenne 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de la faune et de la flore sauvages, plus généralement appelée directive habitats faune flore ou encore directive habitats est une mesure prise afin de promouvoir la protection et la gestion des espaces naturels à valeur patrimoniale que comportent ses États membres, dans le respect des exigences économiques, sociales et culturelles.

6. Pour plus d'informations sur la doctrine « éviter réduire, compenser » et la politique trame verte et bleue, voir le site internet du ministère de l'écologie [en ligne] URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/eviter-reduire-et-compenser-impacts-sur-lenvironnement> et <https://www.ecologie.gouv.fr/trame-verte-et-bleue>

7. Groupement d'Intérêt Public Loire Estuaire GIP LE : il rassemble les différents acteurs de la Loire, de la Maine à la mer : Etat, collectivités, établissements publics, armateurs, industriels. Sa fonction est d'améliorer la compréhension globale de la complexité du fonctionnement fluvio-maritime de la Loire. Pour plus d'information voir le site internet du GIPL LE [en ligne] URL : <https://www.loire-estuaire.org>

8. Mosaïque d'habitats de l'estuaire de la Loire APPROCHE SPATIALISÉE DES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES, pour plus d'information voir le site internet du GIP LE [en ligne] URL : https://www.loire-estuaire.org/upload/iedit/1/pj/43654_4334_brochure12p_gip_WWW.pdf

9. Pour plus d'information voir la page sur le plan nation Phragmite aquatique sur le site internet de Bretagne vivante [en ligne] URL : https://www.bretagne-vivante.org/France/Le-Plan-National-d-Actions-en-faveur-du-Phragmite-aquatique/Les-habitats-du-Phragmite-aquatique#Table_habitat_2014

10. CarHab est un programme national de modélisation cartographique des habitats naturels et semi-naturels de France, pour plus d'information voir la page sur le site internet de PatriNat, centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel du Muséum National d'Histoire

Naturelle [en ligne] URL : <https://www.patrinat.fr/fr/cartographie-nationale-des-habitats-carhab-6671>

11. Pour plus d'information voir la page avec le questionnaire mis en ligne sur le site internet du GIP LE [en ligne] URL : <https://www.loire-estuaire.org/accueil/actualites/4517-101894/usages-de-la-cartographie-de-vegetations>

12. La classification des habitats du paléarctique reprend la même méthodologie que la typologie CORINE biotopes qu'elle étend à l'ensemble du domaine paléarctique, pour plus d'informations, voir le site internet [en ligne] URL : https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_typo/16

13. Pour plus d'informations, voir le site internet [en ligne] URL : <https://www.loire-estuaire.org/accueil/les-actions/reequilibrage-du-lit-de-la-loire/reequilibrage-du-lit-de-la-loire-de-nantes-a-locean/operation-experimentale-de-creation-de-vasiere>

14. Pour plus d'informations, voir le site internet [en ligne] URL : <http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/les-prairies-subhalophiles-coeur-de-biodiversite-a2754.html>

15. Pour plus d'informations, voir le site internet : [en ligne] URL <https://www.lifeadapt.eu/>

16. Extrait du Compte rendu de la Réunion du 5 juillet 2016 du comité de préfiguration sur le projet de réserve naturelle nationale de l'estuaire de la Loire, sur le site internet de la DREAL Pays de la Loire [en ligne] URL : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-rnn-de-l-estuaire-de-la-loire-a3809.html>

RÉSUMÉS

Cette étude interroge les méthodes, typologies, moyens de diffusion et de partage des cartographies de végétation. Différentes sources d'informations sont mobilisées pour décrire les pratiques sur le territoire français de l'estuaire de la Loire : une analyse documentaire sur la production et l'usage des cartographies de végétation, une synthèse des demandes de données effectuées auprès d'un organisme ressource et une enquête réalisée auprès des professionnels. Les résultats sont analysés de façon à déterminer si les besoins diffèrent entre les catégories d'acteurs et sont mis en perspective avec les outils de diffusion actuellement disponibles. La synthèse bibliographique a permis de recenser 55 cartes de végétation et d'habitats éditées entre 1979 et 2020. La demande de cartes est croissante et peut être mise en lien avec l'évolution des politiques publiques d'aménagement et la prise en compte grandissante des problématiques environnementales. Les usages principaux concernent la réalisation d'études d'impacts, la gestion des milieux et l'aménagement. La désignation du site Natura 2000 a impulsé la construction d'une connaissance partagée sur ce territoire. Les connaissances de la dynamique des végétations restent encore partielles et requièrent des typologies standardisées pour pouvoir comparer les cartographies entre elles et mieux appréhender les évolutions de l'estuaire. La production et la diffusion de ces documents d'aide à la décision nécessitent des moyens, notamment humains, pour animer un réseau d'échanges de données environnementales entre utilisateurs et producteurs qui ne doit pas se limiter à une plateforme numérique.

Vegetation mapping represents crucial tools for land planning. This study questions how such maps are produced, shared and used by practitioners and focus on Loire Estuary in France, where an inventory of vegetation maps was conducted, and then compared to a database on data inquiries from an environmental agency and completed by a survey addressed to local

stakeholders. 55 vegetation maps were identified between 1979 and 2020. Recent production and uses increase can be related to the evolution of public planning policies and the growing consideration of environmental issues. European Natura 2000 policy has initiated the construction of a shared knowledge. However, knowledge about vegetation dynamics still remain partial and requires standardization to better understand estuarine landscape changes. Vegetation maps consist in crucial data for decision, however human and financial support is needed to consolidate the network between users and producers of these environmental data, which should not be limited to a digital platform.

INDEX

Mots-clés : données environnementales, végétation, cartographie, estuaire de la Loire, Natura 2000

AUTEURS

JÉRÔME SAWTSCHUK

Université de Brest, LABERS Unité de recherche 3149 , France, courriel : jerome.sawtschuk@univ-brest.fr

MATHIEU LE DEZ

Université de Nantes, LETG Unité mixte de recherche 6554 et Département de Loire-Atlantique, Campus du Tertre, Nantes, France, courriel : mathieu.ledez29@gmail.com

VALENTIN URVOIS

Groupeement d'Intérêt Public Loire estuaire, Nantes, France, courriel : valentinurvois@gmail.com

BORIS MERICKSKAY

Université Rennes 2, Espaces et Sociétés ESO Unité mixte de recherche 6590, Rennes, France, courriel : boris.mericks kay@univ-rennes2.fr

KRISTELL LE BOT

Groupeement d'Intérêt Public Loire estuaire, Nantes, France, courriel : kristell.lebot@loire-estuaire.org