

Répondre aux enjeux locaux : connecter les élus à leur territoire à l'ère du géoweb

L'exemple de l'Observatoire Territorial de la Transition Écologique et Climatique

Rémy Fontaine – M2 GAED parcours Géomatique Appliquée à l'Aménagement et aux Dynamiques Territoriales – Université de Rouen Normandie – UFR LSH

Encadré par Françoise Lucchini, Maîtresse de Conférences HDR, Université de Rouen Normandie et Jessie Maume, Cheffe du service Structuration et Analyse du Territoire, PETR du Pays de Bray

Remerciements

La rédaction d'un mémoire de stage est un travail de longue haleine, qui ne peut aboutir sans le soutien d'autrui. Je tiens donc à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont permis à ce travail de voir le jour, et à ce stage de si bien se dérouler.

Mes remerciements vont bien entendu à l'ensemble du Pôle d'Équilibre Territorial et Rural du Pays de Bray, dont je ne peux qu'attester de la superbe ambiance de travail et de la bienveillance générale qui s'en dégage. Merci à toute l'équipe pour sa bonne humeur et sa gentillesse. Je tiens particulièrement à remercier Jessie Maume, qui m'a guidé et conseillé avec bienveillance tout long du stage. Je suis particulièrement reconnaissant d'avoir bénéficié de son encadrement, toujours humain et à l'écoute. Je remercie également Hugo Delabarre pour son accueil dans son bureau, que j'ai eu plaisir à partager à ses côtés. Merci à tous de m'avoir fait confiance, et de m'avoir fait progresser à tous les niveaux.

Mes remerciements vont ensuite à l'équipe pédagogique de l'Université de Rouen, qui depuis 2020 me forme et me donne le goût de la géographie. J'adresse ici mes remerciements à Françoise Lucchini, pour l'encadrement de ce mémoire mais aussi pour l'ensemble des connaissances qui m'ont été transmises depuis la Licence 1. Je suis reconnaissant de son sens de la pédagogie et garderai un très bon souvenir des enseignements dispensés. Je tiens plus globalement à exprimer ma gratitude d'avoir suivi des enseignements de qualité durant mon cursus et salue la solidité et la pertinence des études de géographie, qui correspondent totalement à mes aspirations personnelles et professionnelles.

Mes remerciements vont enfin à ma famille et mes amis, dont l'implication depuis toujours n'est pas étrangère à la réussite de ces cinq années d'études. À Elodie, dont la patience n'aura pas manqué d'être mise à l'épreuve depuis le début de mon parcours universitaire...

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Remerciements..... | 1 |
| Sommaire | 3 |
| Introduction | 5 |
| Partie 1 : De l'idée à l'outil : fondements et mise en place de l'OTTEC | 5 |
| I. Portrait de territoire : des enjeux brayons à l'OTTEC | 14 |
| II. Construire les bases : structuration préliminaire et manipulation de la donnée..... | 23 |
| III. Évaluer les possibilités : limites, atouts et création de l'outil | 29 |
| Partie 2 : L'OTTEC en action : productions, appropriation et vie de l'outil | 34 |
| IV. Donner à voir : vers une collection d'applications WebSIG thématiques..... | 35 |
| V. Usages et valorisation interne de l'OTTEC : bénéfices, transmissions et missions annexes..... | 43 |
| VI. Faire vivre l'OTTEC : des perspectives de développement vers une transformation de l'outil..... | 48 |
| Conclusion | 55 |
| Bibliographie | 59 |
| Webographie | 61 |
| Table des acronymes..... | 63 |
| Table des figures..... | 64 |
| Annexes | 65 |

Introduction

➤ *Le monde à l'ère de l'information*

Depuis la seconde moitié du XX^e siècle, l'accès aux données et aux opérations informatiques se massifie et se déploie de plus en plus rapidement. La capacité de calcul des appareils électroniques croît à un rythme exponentiel, et il devient même possible de dématérialiser les activités humaines. Les sociétés humaines reconfigurent alors en profondeur leurs pratiques de communication, de travail, de consommation, de loisir. Cette reconfiguration s'opère dans une ampleur telle qu'elle marque le passage à une nouvelle ère historique : l'ère de « l'information ». Une série d'innovations en cascade, permise en premier lieu par la mise au point des semi-conducteurs dans les années 1950, donne corps à cette ère de l'information. Il s'agit par exemple de la télévision, de l'ordinateur personnel, et plus récemment du smartphone. Plus que des outils, ces objets sont des porteurs intrinsèques d'une manière particulière de faire l'expérience du réel et s'imposent progressivement comme des incontournables du quotidien à travers le monde. Aujourd'hui, cette ère culmine avec une invention réunissant toutes les autres, et dont la nature permet l'échange instantané et massif de la plus grande quantité d'information jamais détenue : Internet.

Dès lors, la diffusion des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) se dessine comme un levier majeur de cette transformation numérique. Les TIC désignent l'ensemble des technologies utilisées pour la création, le stockage, le traitement, la diffusion et l'échange de données sous forme numérique. Elles incluent une variété d'outils et de supports, tels que les ordinateurs, les réseaux de télécommunication, les logiciels, les bases de données, mais aussi les dispositifs mobiles et les applications numériques qui permettent de relier les individus et les objets entre eux. Ils ont redéfini les modalités de la communication humaine, non seulement en facilitant la transmission de données à distance, mais aussi en introduisant de nouvelles formes d'interaction. Ces transformations bouleversent les modes de gouvernance territoriale, les relations socio-économiques, culturelles, politiques et plus globalement le rapport à l'espace. Dans cette ère, l'information, sous ses diverses formes numériques, devient le principal moteur des activités humaines, et chaque acteur, entreprise, institution ou citoyen, se trouve mis interaction avec un flux constant de données. En 2024, on estimait ainsi que 5,5 milliards de personnes disposaient d'un accès à Internet, soit 68 % de la population mondiale (Statista).

Le flot d'informations résultant n'est pas homogène, en nature comme en qualité. On peut alors distinguer d'une part les données issues du « big data » et d'autre part les données « institutionnelles ». Les premières sont produites par l'utilisation grand public des TIC et regroupent toutes les informations – plus ou moins organisées ou utiles en dehors d'un usage personnel – qui sont intégrées aux appareils connectés par des utilisateurs individuels : coordonnées personnelles, publications sur les réseaux sociaux, ou même liste de course. Elles peuvent donc comprendre une dimension spatiale, mais celle-ci n'est pas systématique, nécessairement fiable ou même exploitable par un tiers.

À l'inverse, les données « institutionnelles » sont conçues pour être directement manipulées par des techniciens, des experts ou tout citoyen souhaitant disposer d'informations fiables et éclairées. Recueillies et/ou publiées par des organismes et institutions investies d'une mission de diffusion de la connaissance, le plus souvent par des pouvoirs publics, ces données sont marquées du sceau de la fiabilité, de l'officialité et de la scientificité. Elles sont donc objectives et adaptées à une utilisation professionnelle ou académique, là où les données du « big data » sont beaucoup plus difficilement mobilisables dans une analyse cohérente. Or, le géographe, dans les différents aspects de son métier (enseignement, recherche, application technique et professionnelle...) recourt à cet ensemble de données de qualité, notamment lorsqu'il est pensé pour être intégré facilement à ses outils techniques et informatiques et donc qu'il comporte une dimension spatiale (localisation, coordonnées, étendue...). Puisque que le présent travail est issu de la géographie comme discipline, il convoque ce champ particulier de la donnée ; il ne s'appuie donc pas sur le « big data », sans toutefois ignorer ni son existence ni son lien avec la multiplication des données « institutionnelles » dans un mouvement plus large d'informatisation des activités humaines.

➤ *Emergence et essor des Systèmes d'Informations Géographiques*

C'est dans ce contexte que naissent et se structurent les Systèmes d'Information Géographique (SIG). Un SIG peut être compris comme « *un outil informatique qui permet de collecter, de représenter et d'organiser des données alphanumériques géographiquement localisées (spatialement référencées), ainsi que de produire des cartes* » (Brédif A. et al, 2008). Son principe directeur est de superposer des « couches » d'informations géographiques, dont le croisement permet d'en produire une visualisation particulière et ainsi d'en proposer une analyse ou une explication éclairée. Pour fonctionner, les SIG regroupent classiquement un ensemble de sphères complémentaires : du matériel informatique (machine qui accueille le SIG), un ou des logiciels (outils de stockage et d'analyse), des données géographiques (le cœur de l'information à travailler), une expertise humaine (maîtrise des outils, techniques d'analyse) et des utilisateurs qui les sollicitent.

Sur le plan historique, les prémices des SIG remontent aux années 1960, période au cours de laquelle la convergence entre cartographie et informatique ouvre la voie à une approche renouvelée du traitement de l'information géographique. L'un des projets précurseurs, le Canada Geographic Information System (CGIS) développé sous l'impulsion de Roger Tomlinson, géographe britannique, propose alors une conception systémique et informatisée du territoire où la carte devient un instrument dynamique d'analyse et de décision. Ce premier jalon est progressivement suivi d'initiatives similaires dans d'autres contextes, révélant un intérêt croissant pour la structuration numérique des données spatiales à travers le monde.

Le développement des SIG s'accélère au cours des décennies suivantes, sous l'effet conjugué de la miniaturisation des composants électroniques, de l'amélioration des capacités de stockage et de la diffusion progressive de l'ordinateur personnel. À partir des années 1980, le développement de logiciels dédiés, à l'image d'ArcGIS ou de MapInfo, permet une appropriation plus large de ces outils, réservés jusqu'à lors aux institutions publiques et aux

grandes entreprises. Parallèlement, l'essor de la télédétection satellitaire enrichit considérablement les bases de données et contribue à alimenter l'utilisation des SIG.

Le tournant des années 2000 introduit ensuite une nouvelle phase d'expansion des SIG, facilitant l'accès et le partage de données à une échelle inédite. L'intégration progressive des technologies de géolocalisation dans les appareils mobiles – smartphones, tablettes, véhicules connectés – diffuse largement l'usage de ces systèmes et les intègre durablement dans la sphère des Technologies de l'Information et de la Communication. Désormais, le perfectionnement des algorithmes de traitement, couplée au foisonnement de données contemporain, permet même aux SIG de dépasser la simple modélisation descriptive pour s'orienter vers des formes d'analyse décisionnelle, voire prédictive. Suivant la diffusion d'Internet, les WebSIG (SIG en ligne) émergent alors comme une réponse à la possibilité de rendre l'information géographique accessible n'importe où, n'importe quand. À la différence des SIG traditionnels, qui requièrent des logiciels spécifiques installés localement, les WebSIG reposent sur des infrastructures en ligne permettant de consulter, d'analyser et de modifier des données spatiales via un navigateur web. L'accès à l'information géographique et sa manipulation deviennent donc un tout global, instantané et ubiquitaire, à condition de disposer d'une couverture Internet. De fait, l'accès aux données géographiques comme à leur manipulation est dépourvu de contrainte physique, et il est possible d'obtenir des données qualitatives comme quantitatives utiles au travail des géographes par des intermédiaires nombreux : INSEE, IGN, Eurostat ou data.gouv pour la France et l'Union Européenne, mais également fournisseurs de données officiels à travers le monde (USGS, NASA, Banque Mondiale...).

La conjugaison de ces atouts confère *in fine* une place centrale aux (Web)SIG dans les logiques contemporaines d'aménagement du territoire. Ils remodelent profondément les possibilités de visualisation et d'analyse spatiale des pouvoirs publics, tout en créant une attente vis-à-vis des acteurs qui cherchent à connaître finement leur territoire, citoyens et élus en première ligne. À l'heure où les territoires sont confrontés à des défis multidimensionnels de plus en plus nombreux, allant du changement climatique au développement économique en passant par les inégalités socio-économiques, les SIG et WebSIG apparaissent donc comme des outils stratégiques, devenus des incontournables de l'aménagement des territoires et plus globalement de la gestion des phénomènes spatiaux, quels qu'ils soient. Plus encore, certains experts et chercheurs estiment que l'information géographique est entrée dans l'ère du « géoweb », selon le terme consacré par T. Joliveau, professeur émérite de géographie à l'Université de Jean Monnet à Saint-Etienne et spécialiste en « géomatique » (contraction des mots « géographie » et « informatique », désignant de manière générale l'analyse et le traitement de données géographiques par des moyens informatiques). Le terme de « géoweb » résume alors la rencontre entre Internet et la géomatique, prenant la forme d'un foisonnement d'outils et de données accessibles par le Web. Plus encore, cette ère du géoweb s'enrichit de l'apport en données géographiques constant des citoyens et utilisateurs des appareils connectés, qui deviennent en eux-mêmes des « capteurs » du réel (Goodchild M., 2007) : l'information géographique numérique est devenue totale.

- *Le SIG appliqué à l'aménagement local. Mise en place d'un observatoire dans le Pays de Bray*

Ce grand mouvement de « *révolution numérique globale* » (Boissière J. *et al*, 2013), transforme le travail des acteurs de l'aménagement du territoire à toutes les échelles : « *Les collectivités et le service public qu'elles fournissent mais aussi les agents, à titre professionnel et privé, sont impactés par une transition numérique qui touche peu ou prou tous les secteurs d'activité* » (Centre National de la Fonction Publique Territoriale, 2018). Réciproquement, ceux-ci s'emparent des possibilités offertes par le numérique, et tout particulièrement des SIG. Dans le cadre de ce travail, c'est plus précisément l'application des SIG à l'aménagement local dans le Pays de Bray, à l'échelle de son Pôle d'Equilibre Territorial et Rural (PETR), qui est interrogé.

Un PETR est une entité administrative fédérant des intercommunalités rurales à l'échelle d'un Pays au sens de la Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement du Territoire (ou Loi Pasqua) : « *un territoire qui présente une cohésion géographique, culturelle, économique ou sociale, à l'échelle d'un bassin de vie ou d'emploi* » (loi n°95-115 du 4 février 1995). Les PETR, structures souvent méconnues du public général, répondent à différentes logiques de mise en valeur des territoires ruraux, suivant fondamentalement l'objectif de promouvoir un développement harmonieux. L'État en propose une définition synthétique :

-
- « *Un pôle d'équilibre territorial et rural (PETR) est une catégorie d'établissement public créée par la loi Maptam du 27 janvier 2014.* »
 - « *Il est constitué par accord entre plusieurs établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre au sein d'un périmètre d'un seul tenant et sans enclave.* »
 - « *Il élabore un projet de développement économique, écologique, culturel et social, appelé projet de territoire.* »
-

S'appuyant sur les Pays comme base de déploiement, les PETR se constituent ainsi comme des acteurs de l'aménagement à part entière. Ce sont des établissements publics formés de manière volontaire, investis d'une mission de développement économique, d'aménagement de l'espace et de promotion de la transition écologique (voir vie-publique.fr). Dans le cas du Pays de Bray, le territoire s'est structuré administrativement et politiquement de manière progressive depuis les années 1970. D'abord représenté par une association d'élus à partir de 1976 puis par un Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement (SMAD) en 2004, le Pays de Bray forme son PETR dès 2014. Il comprend trois Communautés de Communes : la Communauté de Communes des 4 Rivières (53 communes), la Communauté de Communes Bray-Eawy (40 communes) et la Communauté de Communes de Londinières (16 communes), allant de l'arrière-pays dieppois jusqu'aux portes de l'Oise et de l'Eure sur son axe Nord-Sud, et de la limite Est de la Seine-Maritime jusqu'aux portes du Pays de Caux sur son axe Est-Ouest. Aujourd'hui, l'action du PETR porte

sur un panel de thématiques diverses : Natura 2000, Mesures Agro-Environnementales et Climatiques, Autorisations du Droit des Sols, financements LEADER, Schéma de Cohérence Territoriale... Autant de missions au caractère éminemment géographique, qui recourent à une importante masse de données en même temps qu'elles en produisent : l'intérêt des SIG y est palpable.

Fort de ce constat, le PETR du Pays de Bray ambitionne de mettre au point un « Observatoire Territorial de la Transition Ecologique et Climatique », ou OTTEC. La création de l'OTTEC, cœur de ce travail, doit permettre aux élus du Pays de Bray (maires et présidents de Communauté de Communes) d'accéder rapidement et facilement aux informations qui concernent leur territoire. Se voulant polyvalent, aussi riche que possible et ergonomique, celui-ci doit être numérique pour être utilisable en toute situation, actualisable en temps réel et interactif. En d'autres mots, il doit être un WebSIG s'inscrivant parfaitement dans l'ère du géoweb : *« Depuis quelques années, on a vu se multiplier les mises à disposition des données sur Internet par l'intermédiaire de portails de consultation sous forme de cartes interactives. La démarche s'inverse : on n'interroge plus les bases de données pour en faire des cartes. On utilise des interfaces cartographiques pour naviguer dans un univers de données que l'utilisateur souhaite le plus riche possible »* (Mericksay B., 2011). L'OTTEC est donc un outil d'aide à la décision, dont l'objectif est de renseigner efficacement les élus et d'actualiser leur connaissance du territoire. Il doit ainsi centraliser toutes les informations susceptibles d'être mobilisées par ces derniers dans le cadre de l'exercice de leur mandat en fournissant un appui technique, statistique et cartographique.

➤ *Questionnement scientifique et mise en problématique*

L'OTTEC s'insère ainsi à la croisée d'un contexte brayon particulier, d'une volonté politique et administrative affirmée, mais aussi et surtout d'enjeux globaux ou nationaux, trouvant une résonance locale dans le Pays de Bray. Sa création invite donc à s'interroger quant aux processus à l'œuvre localement et aux enjeux de société qu'elle soulève. En effet, la mise en place de l'OTTEC comme opération technique pour elle-même serait dénuée de sens : elle répond de fait à des besoins, des attentes et des possibilités locales. Il convient donc de les comprendre pleinement avant de considérer la nature technique de l'OTTEC en tant qu'outil, au risque sinon de ne pas saisir la nature profonde de l'observatoire. L'OTTEC ne peut alors être dissocié d'une revue et d'une analyse minutieuse des réalités brayonnes : loin d'être seulement un « observatoire pour observer », il questionne directement de nombreux enjeux et en illustre les tensions sous-jacentes. Tout le sens de ce travail est ainsi de donner vie à l'OTTEC, allant des réflexions préliminaires à sa mise à disposition effective auprès des élus en passant par sa conception. Or, celui-ci est intrinsèquement déterminé par les enjeux locaux du Pays de Bray.

Ce travail soulève alors plusieurs questionnements. Comment concevoir un outil tel que l'OTTEC qui soit à la fois polyvalent, ergonomique et suffisamment complet pour permettre aux élus du Pays de Bray de répondre efficacement aux exigences du développement et des enjeux locaux ? Dans quelle mesure cet outil peut-il favoriser une meilleure connaissance et une gestion plus autonome du territoire par les élus locaux ?

Ces questions directrices amènent à explorer un ensemble de sous-questions :

- Quels sont les enjeux pour le Pays de Bray, et quelles sont leur traduction technique dans l'OTTEC ?
- Quelles sont les données nécessaires à l'OTTEC pour assurer une analyse pertinente et fiable du territoire ?
- Quelles possibilités de visualisation et d'analyse de ces données peuvent permettre de répondre à ces enjeux ?
- Comment structurer ces données de manière à les rendre accessibles et compréhensibles pour des élus non spécialistes des SIG ?
- Quels indicateurs privilégier pour évaluer les enjeux locaux ?
- Quels sont les apports et les limites de l'OTTEC pour améliorer le rapport élu-territoire renouvelé dans le Pays de Bray ?

En d'autres mots, les questions soulevées par ce travail peuvent être exprimées de la manière suivante : **en quoi l'Observatoire Territorial de la Transition Ecologique et Climatique peut-il constituer un outil stratégique pour visualiser les enjeux locaux et répondre aux transitions dans le Pays de Bray ?**

Pour y répondre, la méthodologie suivante propose une feuille de route des différentes étapes de travail.

➤ *Une méthodologie composite croisant approche technique et analytique*

Etant donnée la nature de ce travail, la méthodologie adoptée se donne pour objectif de lier des considérations éminemment techniques (développement de l'outil) à une posture analytique et réflexive sur les enjeux brayons (diversité et profondeur des thématiques abordées). Ces deux aspects sont indissociables : l'OTTEC ne peut avoir de sens et atteindre ses objectifs que si sa construction technique permet de saisir tout l'intérêt des données diffusées et de répondre aux enjeux étudiés. Inversement, les enjeux auquel il doit permettre de répondre déterminent directement les informations et les possibilités de compréhension du territoire qu'il doit contenir, et donc sa dimension technique. Par ailleurs, la méthodologie employée par ce travail dépend également des missions et des attendus du stage : tout en laissant une grande liberté d'action et de mise en œuvre, celle-ci est guidée par des orientations professionnelles.

Les méthodes utilisées empruntent donc aux outils quantitatifs comme qualitatifs, le tout étant structuré par une approche géographique et géomatique. Celles-ci se déploient de la manière suivante :

1. Etat des lieux des besoins et analyse des enjeux locaux spécifiques

La première étape de ce travail consiste à répertorier et interroger les spécifiés du territoire brayon afin de définir les besoins techniques qui en découlent. Il convient en

effet de comprendre les enjeux locaux prégnants qui ont convaincu élus et techniciens de mettre en place l'OTTEC pour qu'il soit efficace et réponde correctement aux attentes de ces derniers. Pour ce faire, ce travail s'appuie sur une revue de la littérature permettant de situer le contexte brayon à travers plusieurs échelles, mais également sur des entretiens experts auprès des élus et agents du PETR. Il permet ainsi de concevoir un « portrait de territoire » servant de cadre à l'OTTEC.

2. Structuration et manipulation de la donnée interne

Dans un deuxième temps, le présent travail remanie l'organisation de la base de données du PETR. Cela implique d'une part le recours à des méthodes techniques de recensement des données et structuration de l'arborescence interne ; d'autre part, cette opération induit également d'interpréter et de comprendre correctement les données, ainsi que de recourir à l'expertise des agents du PETR selon la thématique de ces données, de manière à les organiser de la manière la plus pertinente possible. Cette étape est donc une condition préliminaire à la structuration de l'OTTEC en lui-même, sont but étant d'établir une base de travail assainie. S'ajoutent à cette démarche un appui cartographique aux productions internes courantes pouvant être mobilisées par ailleurs par l'OTTEC et l'acquisition de données complémentaires.

3. Mise en place de l'architecture de l'OTTEC

Cette phase méthodologique correspond au développement de l'outil à proprement parler. Il s'agit de concevoir une interface ergonomique et intuitive permettant de consulter, visualiser et analyser les données de manière simple et efficace. La mise en place de l'architecture de l'OTTEC, qui doit reposer sur un WebSIG, est alors probablement l'aspect le plus technique de ce travail. Il implique de saisir avec précision les ambitions et les moyens de l'OTTEC tout en offrant une solution capable de supporter le volume de données souhaité, d'être transmissible aux agents du PETR non-spécialistes et suffisamment fiable (hébergement, support, coût...).

4. Production du contenu de l'OTTEC

Une fois l'architecture établie, il s'agit de produire les cartographies et les indicateurs qui permettront de répondre aux besoins identifiés. Cette phase comprend la création de cartes thématiques, la définition éventuelle d'indicateurs de suivi, voire l'élaboration de rapports analytiques destinés aux élus. Il s'agit d'un moment privilégié pour utiliser des méthodes quantitatives statistiques, de manière à proposer des entrées singulières et synthétiques sur le territoire. Le contenu produit doit donc être accessible, compréhensible et adapté aux attentes spécifiques des élus. Celui-ci doit aussi être pensé à long terme et permettre une vision aussi dynamique que possible du Pays de Bray.

5. Accompagnement des élus, formation interne et perfectionnement

En dernier lieu, ce travail propose une phase qualitative d'évaluation et de formation, puis de retour sur expérience des utilisateurs comme des producteurs éventuels de

l'outil. Elle consiste à préparer la prise en main de l'OTTEC par les élus et à s'assurer que celui-ci est pleinement utilisé, et à recueillir leur avis après utilisation. Plusieurs méthodes de recueil peuvent être envisagées, notamment les entretiens qualitatifs (pour comprendre les points de vue dans le détail et intervenir sur des aspects précis) et les questionnaires quantitatifs (plutôt pour percevoir les effets de masse et obtenir un retour englobant). Outre les élus utilisateurs, une formation auprès des agents du PETR est envisagée : l'objectif est de léguer un outil clé en main qui perdurera après ce travail. Enfin, l'OTTEC pourra être perfectionné par itération, allers-retours entre les avis des élus et agents et les nouvelles fonctions ou modifications implémentées.

La méthodologie ainsi définie permet d'articuler les différentes étapes nécessaires à la mise en place de l'OTTEC. Elle s'inscrit dans une approche à la fois technique et analytique, visant à produire un outil pertinent et adapté aux besoins des élus du Pays de Bray.

À partir de cette feuille de route, il convient désormais de proposer des réponses aux questionnements précédemment explicités. Pour cela, ce travail présente dans un premier temps l'amont du projet OTTEC. Il explicite le processus de structuration de l'OTTEC, en revenant sur les logiques qui guident sa mise en place ainsi que sur les opérations qui contribuent à le construire. Dans un second temps, il détaille la mise en pratique de l'OTTEC, en mettant en évidence les productions qui en sont issues. De plus, il analyse les premiers résultats obtenus par son utilisation et les perspectives d'évolution de l'outil à long terme. Ce cheminement permet de saisir pleinement les logiques, les apports et les limites d'un tel dispositif dans la gouvernance territoriale rurale et l'accompagnement des élus locaux face aux enjeux contemporains. Il illustre de surcroît la puissance de la géographie, capable de manipuler des matériaux de natures très différentes et d'apporter une réponse synthétique et intégratrice à une constellation d'enjeux.

PARTIE 1

De l'idée à l'outil : fondements et mise en place de l'OTTEC

Cette première partie aborde le cheminement réflexif aboutissant à la création de l'OTTEC comme outil situé sur le plan scientifique et sociétal. Son but est de s'appuyer sur les enjeux du territoire particulier qu'est le Pays de Bray, afin de proposer pour ce projet d'observatoire des fondements théoriques, techniques et opérationnels, tout en annonçant ses limites et contraintes. Elle entend donc expliciter la façon dont les spécificités du Pays de Bray structurent la démarche qui mène à l'élaboration de l'observatoire. Ainsi, cette partie rattache dans un premier temps la mise en place de l'OTTEC aux enjeux brayons locaux en proposant un « portrait de territoire ». Ensuite, elle décrit les étapes techniques préparatoires réalisées au sein du PETR tout en les liant aux objectifs de l'OTTEC. Enfin, elle propose une analyse argumentée des différentes possibilités sur lesquelles il est possible d'appuyer la création de l'OTTEC en termes de solution logicielle et statue sur les avantages et limites de chacune.

I. Portrait de territoire : des enjeux brayons à l'OTTEC

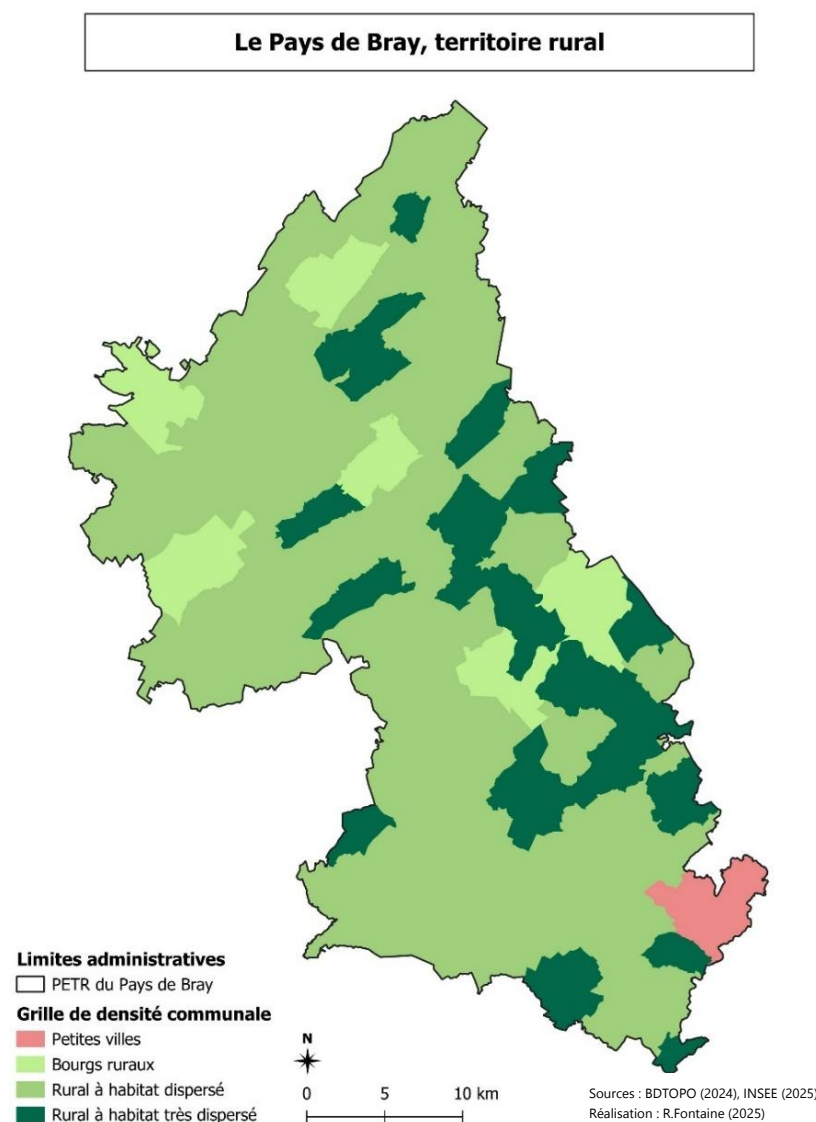
La création de l'OTTEC, cœur de ce travail, intervient sous l'impulsion conjointe de plusieurs facteurs. Le premier réside en une adaptation aux nouvelles solutions numériques disponibles dans l'exercice des fonctions courantes du PETR, dans un souci de modernisation et d'optimisation de l'outil de travail. En effet, le contexte de déploiement du géoweb et la sollicitation croissante des SIG constitue un terreau favorable à l'acquisition et au développement d'un nouvel outil prenant la forme d'un observatoire en ligne. Le deuxième est de pouvoir offrir un nouveau service d'information, de réflexion et d'analyse pour le futur du territoire aux élus et d'enrichir le panel de possibilités proposées par le PETR. L'objectif est ainsi de profiter des moyens techniques, humains et financier du PETR pour mettre en place un outil de pointe en milieu rural, là où une collectivité (communes et Communautés de Communes) disposerait de moindres moyens. Cette idée est concomitante à une volonté de légitimer et justifier l'action du PETR, en démontrant l'intérêt de l'existence de la structure auprès de ses adhérents et partenaires. Troisièmement, l'ambition de s'adapter aux grands enjeux contemporains et de répondre aux différentes transitions (écologique, climatique, économique...) est certainement le principal moteur de la création de l'OTTEC. Pour comprendre l'objet de ce travail, à savoir la mise en place de l'OTTEC, il est donc dans un premier temps nécessaire de saisir toutes les facettes du contexte brayon et des problématiques auxquelles le Pays de Bray est confronté.

➤ *Le Pays de Bray, territoire rural*

D'abord, le Pays de Bray est un territoire éminemment rural. Si la définition du rural est source de débat et interroge la géographie universitaire française depuis le XX^e siècle, la nomenclature mise au point par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) fait aujourd'hui consensus (Bouba-Olga O., 2021). Elle s'appuie sur une grille communale de densité, définissant des niveaux de densité comme suit : « *La grille communale de densité s'appuie sur une méthodologie européenne pour caractériser les communes en fonction de la répartition de la population sur leur territoire. Plus la population est concentrée et nombreuse, plus la commune est considérée comme dense. En effet, l'appartenance à un niveau de la grille n'est pas liée à la densité moyenne de*

population calculée sur l'ensemble de la commune (incluant les surfaces non habitées comme les forêts, la montagne et les champs) ; la définition retenue par l'Union européenne prend en compte l'importance au sein de la commune de zones concentrant un grand nombre d'habitants sur une faible surface. » (INSEE). Ainsi, cette grille mesure un gradient de ruralité, établi sur la façon dont la population occupe la surface des communes et renvoyant à différents modes d'habitat. Cette grille est constituée de 7 niveaux à échelle nationale, du plus urbain au plus rural :

- Les « cities » (1), grands centres urbains d'envergure européenne très denses ;
- Les communes à densité intermédiaire, regroupant les centres urbains intermédiaires (2), les ceintures urbaines (3) et les petites villes (4), urbaines malgré une moindre densité que les « cities » ;
- Les communes à faibles densité, regroupant les bourgs ruraux (5), le rural à habitat dispersé (6) et le rural à habitat très dispersé (7), constituant la ruralité.



Selon cette définition, seules deux communes (Gournay-en-Bray et Ferrières-en-Bray) sont urbaines sur les 114 que compte le Pays de Bray. Il est toutefois à noter qu'elles sont associées au niveau urbain le plus faible, les « petites villes ». De fait, 89 % des Brayons sont des ruraux, contre 33 % des français en moyenne.

Cette situation place le Pays de Bray parmi les territoires les plus ruraux du territoire métropolitain. Loin d'être uniquement une mesure statistique, la ruralité sous-tend une manière particulière de se loger, de se déplacer, de travailler, de consommer... Le rural – la « campagne » – est en effet historiquement associée à une fonction nourricière et donc agricole (bien que ce trait autrefois saillant tende à se diluer au profit d'une

multifonctionnalité similaire aux espaces urbains), à un habitat individuel et dispersé, à une situation d'éloignement des services induisant un recours au véhicule personnel pour les déplacements quotidiens et à un rapport à l'espace particulier où se rencontrent pratiques

« traditionnelles » et « néorurales » mobilisant le plus souvent une appréhension socialement marquée des éléments « naturels » (Géoconfluences, 2024).

Si ces caractéristiques peuvent être discutées et méritent d'être étudiées au cas par cas (Hilal M. *et al*, 2011), elles correspondent plutôt bien au Pays de Bray : selon l'INSEE, 65 % de la population brayonne est répartie dans des communes à habitat dispersé ou très dispersé en 2024 ; 85 % utilise la voiture pour ses déplacements domicile-travail (contre 80 % pour la Normandie et 70 % pour la France) en 2021 ; 5 % des actifs sont agriculteurs exploitants en 2021 (contre 0,7 % pour la France). Le Pays de Bray est de plus reconnu dans la littérature comme présentant une identité rurale forte, appuyée notamment par des paysages typiques (zones humides de la « boutonnière », importance du bâti et des parcelles agricoles et bocage dans une moindre mesure) et des spécialisations économiques locales : productions agricoles avec l'Appellation d'Origine Contrôlée Neufchâtel, vaches laitières normandes et Prim'Holstein, mais également activités touristiques (cures thermales à Forges-les-Eaux, vélo-tourisme par l'Avenue Verte Paris-Londres) ou encore petites zones industrielles aujourd'hui associées soit à la désindustrialisation des territoires ruraux du Nord de la France (équipementiers automobiles à Gournay-en-Bray), soit à la conservation d'un patrimoine local (Gervais-Danone à Ferrières-en-Bray). La combinaison de tous ces éléments a constitué une identité locale inscrivant durablement le Pays de Bray dans un imaginaire et une culture rurale, au-delà d'aspects statistiques mesurables : le Pays de Bray est aussi rural dans son espace vécu, ses représentations et sa mémoire (Frémont A., 1976).

De ce caractère rural émane donc toute une batterie d'enjeux : mobilité, habitat, économie, environnement... Ce constat, très certainement applicable à toutes les zones rurales françaises si l'on considère la diversité des formes locales qui peuvent le matérialiser, propose ainsi une première entrée sur le territoire brayon – indiquant par-là les grandes orientations dont peut se saisir l'OTTEC. Néanmoins, il semble nécessaire de décrire plus finement les enjeux spécifiques du Pays de Bray pour construire correctement l'OTTEC : il ne s'agit pas d'un observatoire d'une zone rurale, mais bien d'un observatoire du Pays de Bray.

➤ *Le Pays de Bray, une multiplicité d'enjeux locaux spécifiques*

Au-delà sa dimension rurale, le Pays de Bray présente des spécificités territoriales marquées. Celles-ci renvoient à des traits descriptifs qui lui sont propres et qui justifient l'existence d'enjeux particuliers.

Pour comprendre l'origine de ces enjeux, il convient d'interroger dans un premier temps la géographie physique du Pays de Bray, soit « *l'ensemble de la géographie qui étudie le milieu naturel (géomorphologie, climatologie, hydrologie, biogéographie [végétale], avec parfois la pédologie) dans l'espace des sociétés.* » (Larousse, 2021). En effet, ses caractéristiques physiques constituent un facteur explicatif majeur de la façon dont le Pays de Bray se structure. A cet égard, les enjeux brayons renvoient à quatre explications :

- L'importante présence de tourbières, milieux acides qui constituent à la fois des puits de carbone et des réservoirs de biodiversité en zone humide (Cubizolle H., 2009). Celles-ci sont symptomatiques d'un environnement humide et disposent d'une capacité de captage et d'ancrage du dioxyde de carbone (CO₂), principal Gaz à Effet de Serre (GES)

et donc directement en cause dans le réchauffement climatique (Parlement européen, 2023). Cinq à six tourbières peuvent être référencées dans le Pays de Bray.

- La présence de prairies humides oligotrophes, soit des prairies pauvres en nutriments. Elles abritent une flore particulière, commune à l'échelle du Pays de Bray mais rare et menacée à l'échelle européenne. Très sensible aux variations pédologiques, cette flore est vulnérable aux intrants agricoles qui enrichissent les terres (Delabarre H., 2022). Ces prairies sont également associées aux haies et donc au bocage : puisqu'elles sont essentiellement dédiées au pâturage pour l'élevage, le processus d'ouverture des parcelles et donc d'arrachage de haies pour permettre le passage des engins agricoles durant la seconde moitié du XX^e siècle y a été plus modéré que sur les parcelles dédiées aux cultures.
- La présence d'une biodiversité rare, quasiment inédite à échelle européenne et s'appuyant en premier lieu sur les habitats naturels que constituent les mares : « *Les mares représentent des étendues d'eau de profondeur inférieure à 2 mètres et de taille variable pouvant atteindre jusqu'à 5000 m² [...] Les mares sont de petits espaces pouvant pourtant renfermer une faune et une flore riches et constituées d'espèces protégées, menacées ou patrimoniales. En Pays de Bray, il est notamment possible d'y observer : Renoncule à feuilles capillaires (*Ranunculus trichophyllus*), Triton Crêté (*Triturus Cristatus*), Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*), Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*), Renoncule scélérate (*Ranunculus sceleratus*), Cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*).* » (Delabarre H., 2022). L'espèce la plus typique du Pays de Bray est le Triton Crêté, amphibien dont la vie dépend de l'accessibilité aux mares.
- La présence de nombreuses surfaces en eau, associées à des précipitations annuelles importantes et un sol argileux. La conjonction de ces éléments résulte en une sur-représentation des phénomènes de crue, d'inondation et de retrait-gonflement des argiles par rapport au reste du territoire français (S.H.P.B., 2021).

D'autre part, des facteurs humains et réglementaires s'agrègent à ces dimensions physiques :

- L'éloignement des élus locaux à l'outil informatique et aux TIC. Des entretiens réalisés auprès des agents du PETR, qui disposent d'une expertise et d'un recul certain sur la manière dont exercent leur mandat les élus au quotidien, ont en effet démontré que les élus étaient souvent peu habitués à l'utilisation du numérique. Si leurs équipes peuvent parfois disposer d'un certain niveau de connaissance informatique, ce n'est pas nécessairement le cas : le maniement de SIG standards est donc exclu pour ce public.
- La méconnaissance de certaines dimensions du territoire et l'absence de base de données centralisée. D'un côté, la partialité des informations acquises sur le territoire empêche de saisir en totalité les enjeux du Pays de Bray. A titre d'exemple, le risque d'inondation est relativement mal connu, le territoire ne disposant pas de Plan de Prévention des Risques naturels d'inondation (PPRI), alors que trois types d'inondation sont classiquement constatables dans le Pays de Bray : débordement de cours d'eau, remontée de nappe, ruissellement. Le Pays de Bray ne détient ainsi pas de document

permettant de mesurer avec précision le risque d'inondation, de le quantifier, de s'y préparer et de limiter ses conséquences, ni d'appuyer une éventuelle communication dessus. D'un autre côté, l'information est éclatée et morcelée lorsqu'elle est disponible. Cela ralentit grandement le travail des élus et de leurs équipes et nuit à la lisibilité du territoire. Cet effet est d'autant renforcé par l'éloignement des élus à l'outil numérique, à l'heure où la majorité des données est numérisée.

- Enfin et surtout, l'enjeu de la consommation des sols est, en ce qui concerne ce travail, l'un des plus prégnants. La promulgation de la loi Climat et Résilience en 2021, prévoyant l'atteinte du « Zéro Artificialisation Nette » (ZAN) des sols à l'horizon 2050, fait de la consommation d'espace un incontournable de l'aménagement. Le ZAN vise à limiter drastiquement l'extension des zones urbanisées au détriment des espaces naturels en imposant une réduction progressive de l'artificialisation des sols jusqu'à atteindre un équilibre nul d'ici 2050. Cela signifie que toute nouvelle artificialisation devra être compensée par la renaturation d'espaces équivalents, pour protéger la biodiversité, lutter contre le changement climatique ou encore garantir la sécurité alimentaire par la protection des terres agricoles. Au sens de la loi, ce sont les hectares d'Espaces Naturels Agricoles et Forestiers (ENAF) qui constituent l'unité de référence à préserver. En milieu rural, cet objectif semble plus complexe à atteindre qu'en milieu urbain et est souvent source de débat. D'une part, les territoires ruraux disposent la plupart du temps d'un stock foncier plus abondant et plus facilement mobilisable qu'en zone urbaine, ce qui les rend plus vulnérables aux pressions d'artificialisation, notamment face à des projets économiques ou résidentiels. D'autre part, le ZAN est parfois perçu comme une injustice condamnant les zones rurales à ne jamais pouvoir se développer, face à des métropoles qui polarisent déjà les activités. Il en va alors d'enjeux d'attractivité et de dynamisme des espaces ruraux, dont la conciliation avec les impératifs écologiques peut apparaître antinomique. Cela est d'autant plus vrai pour les territoires ruraux qui consommaient déjà peu d'espace auparavant : puisque la loi impose une diminution du rythme de l'artificialisation des sols, les territoires déjà les plus sobres risquent d'être les plus contraints (bien que la « garantie rurale » y propose une réponse).

Avec la loi ZAN, les Régions gagnent neuf mois, et les intercommunalités et communes six mois, par rapport au calendrier fixé par la loi Climat et résilience, pour intégrer les objectifs de réduction de l'artificialisation.

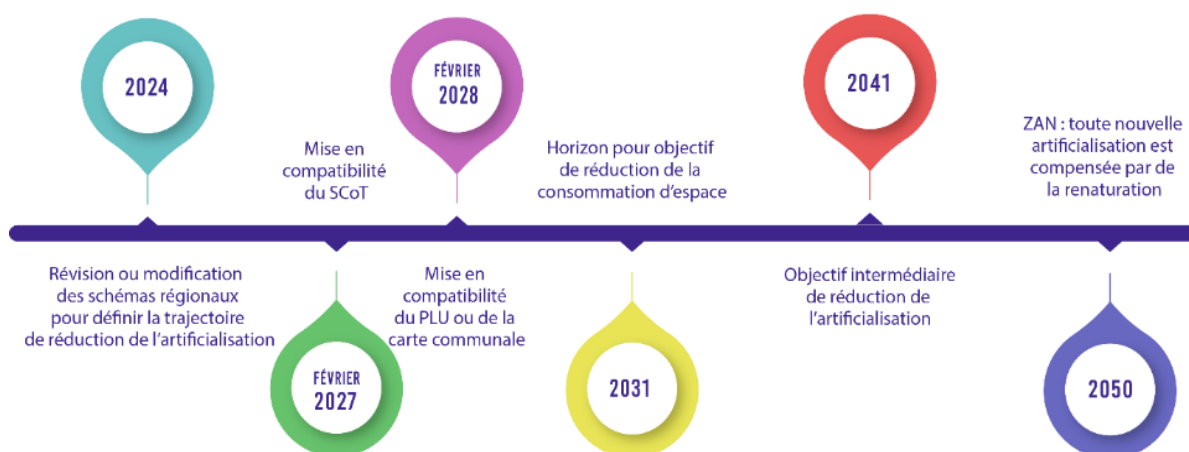


Figure 2 – Frise chronologique du ZAN (PETR Pays Vallée du Loir, 2023)

Puisque le ZAN impose sa déclinaison dans les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) à partir de février 2027 et que le PETR est porteur de ce dernier pour le Pays de Bray, il doit nécessairement s'y préparer. Un SCoT est un document de planification territoriale « *qui, à l'échelle d'un territoire, de projet ou bassin de vie (périmètre intercommunal ou au-delà), détermine l'organisation spatiale et les grandes orientations de développement d'un territoire* » d'après la définition du CEREMA (2022). Il sert à définir les grandes orientations d'un territoire en matière d'aménagement, intégrant notamment l'objectif de contrôler la consommation d'espace. Il est multi-thématique et assure l'articulation entre les différents documents d'urbanisme (SRADDET, PLUi, cartes communales...). Lorsqu'il devient un SCoT valant PCAET (Plan Climat-Air-Énergie Territorial), il comprend une démarche environnementale plus précise, en définissant des modalités de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de la qualité de l'air et plus généralement d'aggradation de la résilience climatique des territoires. Or, l'objectif est ici de faire valoir PCAET au SCoT à l'occasion de sa révision.

De plus, l'outil actuellement utilisé pour mesurer la consommation d'ENAF est la Cartographie de la Consommation Foncière (CCF) mise au point par l'Etablissement Public Foncier de Normandie (EPFN) et la Région Normandie. Des incohérences et des erreurs ayant été détectées par le PETR sur ce dernier, l'enjeu est également de pouvoir mesurer correctement et finement la consommation réelle d'espace pour accompagner au mieux les collectivités brayonnes et opposer des données fiables aux services de l'Etat chargés de veiller au respect du ZAN.

En résumé, le Pays de Bray est à la croisée d'enjeux de préservation de la biodiversité et d'habitats naturels, de rapport au territoire par le numérique et d'accès à la donnée, et de consommation d'espace. Ces dimensions particulières s'entraînent ou se complètent avec ses caractéristiques rurales, et donnent un aperçu des thématiques et des sujets précis dont doit s'emparer l'OTTEC. Mais pour mieux définir encore les contours de l'OTTEC, ce travail propose de présenter les actions et les missions concrètes menées par le PETR du Pays de Bray en lien avec ces enjeux.

➤ *Le Pays de Bray, territoire d'action de son PETR*

Si le Pays de Bray constitue un espace porteur de dynamiques rurales spécifiques, c'est aussi un territoire d'action technique et politique. Le PETR y agit en effet comme un outil de coordination entre les collectivités locales, au service d'une stratégie partagée. Cela donne alors à voir une nouvelle dimension du Pays de Bray : il est un territoire à la fois coordonné et composite, dont l'aménagement repose sur des missions délimitées et des logiques techniques. Ces logiques ne sont pas *ad-hoc* : elles émanent directement des enjeux précédemment explicités. Le PETR intervient ainsi sur une pluralité de thématiques largement spatialisées : environnement (animations du site Natura 2000 « Pays de Bray Humide »), agriculture (animation du PAEC Bray-Bocage), urbanisme (instruction des demandes d'urbanisme pour 54 communes), ou encore économie (animation du GAL Seine-en-Bray).





L'un des périmètres majeurs d'intervention du PETR correspond au programme Natura 2000. Il s'agit d'un dispositif européen visant à concilier protection de la biodiversité et activités humaines, défini comme tel par le Centre de ressources Natura 2000 (2025) : « *Outils fondamentaux de la politique européenne de préservation de la biodiversité, les sites Natura 2000 visent une meilleure prise en compte des enjeux de biodiversité dans les activités humaines. Ces sites sont désignés pour protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces représentatifs de la biodiversité européenne.* ». Le PETR y intervient comme structure animatrice, en lien avec les agriculteurs et ses partenaires institutionnels, pour organiser la protection des éléments naturels brayons (mares, tourbières, prairies humides...). Dans une logique complémentaire, le PETR porte depuis 2015 le PAEC (Projet Agro-Environnemental et Climatique), qui décline localement les MAEC (Mesures Agro-Environnementales et Climatiques). Ces mesures visent à accompagner les exploitants agricoles dans la mise en œuvre de pratiques devant limiter les conséquences de l'agriculture sur l'environnement, par exemple la conservation de prairies permanentes, la limitation des intrants, ou la protection des haies bocagères. Finalement, le PETR se positionne ainsi comme une interface entre les enjeux agricoles et environnementaux.

Par ailleurs, le programme LEADER (Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale), financé par le Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER), constitue également un champ d'action du PETR particulièrement important, dans une optique de soutien aux projets de développement locaux. Il permet le financement de projets dans des domaines variés (mobilité, culture, circuits courts...) portés par des collectivités, associations ou entreprises. En tant que gestionnaire de son Groupe d'Action Locale (GAL), le PETR sélectionne et accompagne ses porteurs de projet. Chaque GAL représente une unité cohérente pour laquelle le versement des fonds LEADER est stratégique à son échelle ; dans le cas du Pays de Bray, il regroupe le PETR avec la Communauté de Communes Inter-Caux-Vexin. Le PETR joue également un rôle dans l'instruction des Autorisations du Droit des Sols (ADS), pour les communes qui souhaitent adhérer à ce service. Cette compétence consiste à instruire les permis de construire, déclarations préalables et autres demandes d'urbanisme, ce qui nécessite une maîtrise des documents d'urbanisme locaux (PLU, carte communale) mais aussi des contraintes réglementaires (risques naturels, zonages environnementaux, etc.).






Enfin, certaines missions assurées par le PETR ne se déploient pas sur un périmètre particulier, mais plutôt à l'échelle du PETR entier. Certaines sont porteuses d'un caractère géographique très marqué, à l'image de la mise au point du SCoT et de la gestion des mobilités. Le PETR est en effet en charge du Schéma Local de Déplacement (SLD) dans le Pays de Bray : il établit les stratégies et les dispositifs concourant à la promotion des mobilités (Izembarde A., 2020), aboutissant par exemple à la réalisation prochaine d'un schéma cyclable. Une autre compétence exercée par le PETR s'ajoute à ces dernières et est par définition indépendante de contraintes spatiales : il s'agit de la communication et de la promotion territoriale.

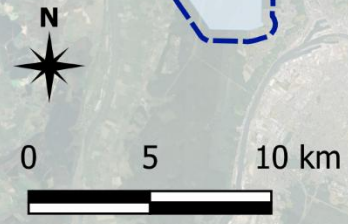
Territoires et actions du PETR du Pays de Bray

Périmètres d'action spécifiques

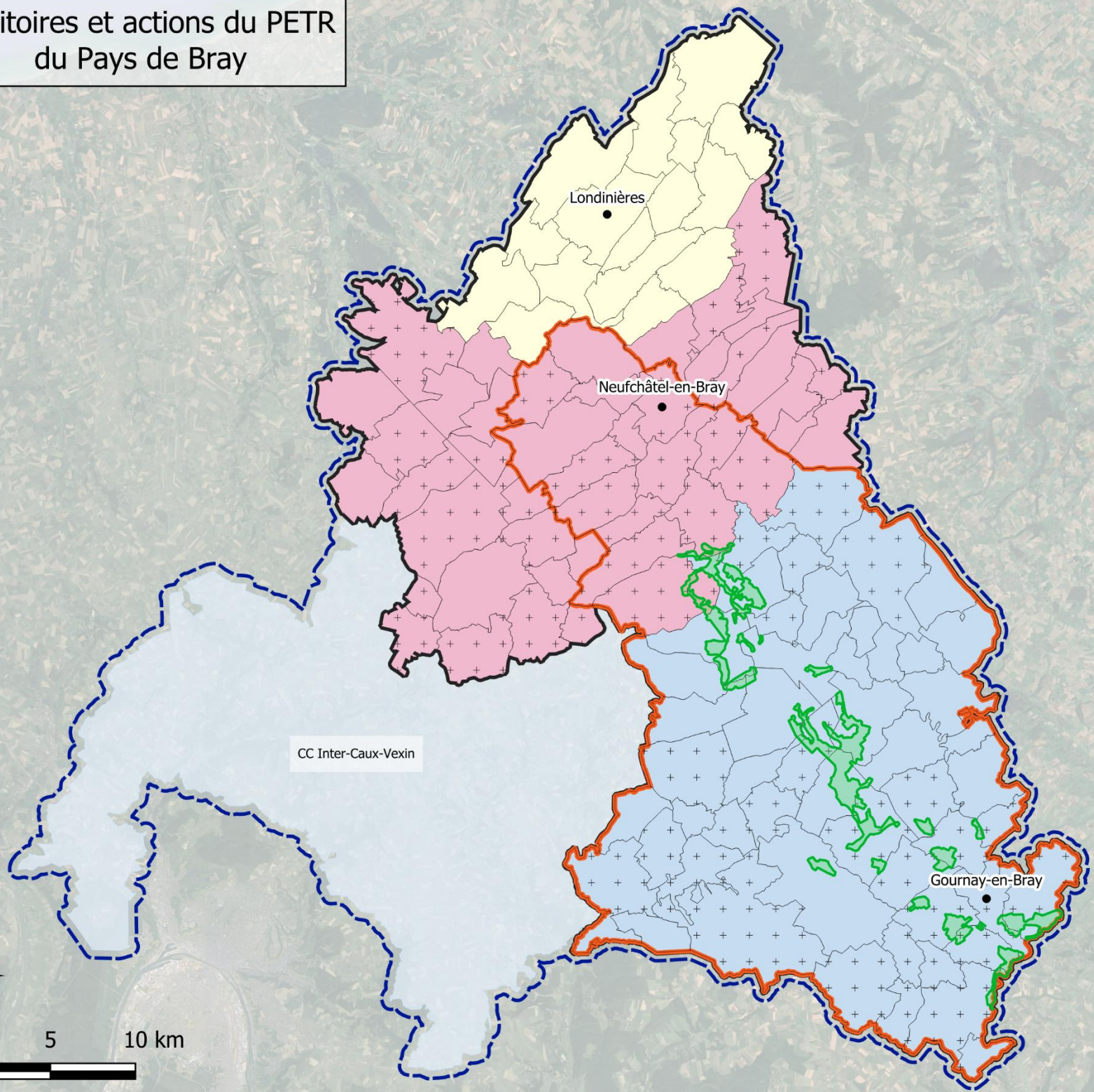
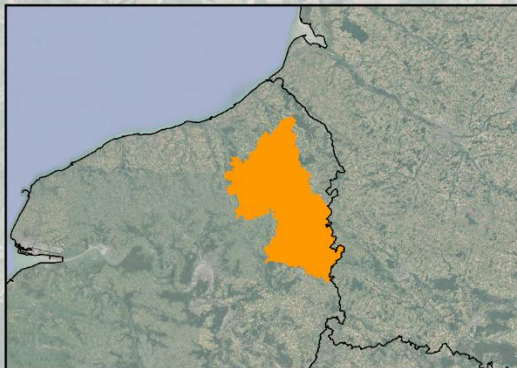
-  PAEC Bray Bocage
-  Site Natura 2000
Pays de Bray humide
-  GAL Seine-en-Bray
-  Communes adhérentes au service
Autorisations du Droit des Sols (ADS)

Périmètres administratifs

-  PETR du Pays de Bray
-  Communes
-  CC de Londinières
-  CC Bray-Eawy
-  CC des 4 Rivières



Source des données : PETR du Pays de Bray (2025)
Réalisation : R. Fontaine (2025)



Le portrait du Pays de Bray dresse finalement l'image d'un territoire rural composite, porteur d'enjeux spécifiques (protection de la biodiversité, développement économique, mode de vie rural...) qui justifient pleinement la mise en place d'un outil comme l'OTTEC. À travers son identité rurale, le Pays de Bray cumule ainsi des vulnérabilités environnementales, des besoins d'accessibilité à l'information, et une pression réglementaire croissante, notamment dans le cadre de la mise en œuvre du ZAN. À ces caractéristiques s'ajoutent des dysfonctionnements structurels : un accès à la donnée encore partiel ou dispersé, une faible culture de l'outil numérique chez les élus, et une coordination administrative rendue complexe par la multiplicité des acteurs institutionnels. Dans ce contexte, le PETR agit comme acteur pivot, capable de fédérer les collectivités autour de projets transversaux et porteurs de sens. Ses missions mobilisent toutes des données spatiales nombreuses et appellent à une meilleure lisibilité du territoire. L'OTTEC apparaît alors comme une réponse cohérente, adaptée et structurante, au croisement d'une volonté d'émancipation territoriale, de simplification technique et de modernisation de l'action publique. Ces conclusions permettent d'établir un cahier des charges de l'OTTEC. Il relie les objectifs opérationnels de l'OTTEC aux caractéristiques spécifiques du territoire, tout en valorisant l'inscription de l'outil dans les missions existantes du PETR.

| Qualité attendue de l'OTTEC | Lien avec les enjeux du Pays de Bray | Traduction effective au sein du PETR |
|---|---|--|
| Centralisation de la donnée | Données actuellement dispersées, méconnaissance partagée du territoire | Doter le PETR d'un rôle de pôle de centralisation des données |
| Clarté et pédagogie de l'interface | Public cible non technicien (élus, agents polyvalents) | Formation interne, communication autour des missions et partage de la connaissance |
| Interactivité des cartes (couches activables, filtres) | Besoin d'exploration libre du territoire, variabilité des besoins selon l'utilisateur | Permettre la polyvalence et diversité des applications |
| Accessibilité en ligne (WebSIG) | Rapidité et facilité d'accès, agents et élus souvent en déplacement | Animation du territoire, réponses aux sollicitations à distance |
| Possibilité d'actualisation | Enjeux dynamiques (occupation du sol, risque, biodiversité...) | Garantie d'une information fiable, cohérence avec les besoins locaux |
| Visualisation d'indicateurs synthétiques | Difficulté à appréhender les dynamiques globales | Toutes les missions sont susceptibles d'être concernées |
| Évolutivité de l'outil | Enjeux diversifiés et nouvelles thématiques potentielles | Adaptabilité à de nouvelles missions |
| Cohérence thématique et territoriale | Multiplicité des enjeux, risque de surcharge ou de redondance de la donnée | Vision d'ensemble dans les actions (ex : SCoT comme document intégrateur) |
| Hébergement sécurisé, maintenance autonome | Pérennité nécessaire au-delà du stage, faible dépendance aux prestataires | Autonomisation des agents, maîtrise des outils internes |
| Transparence et souveraineté de la donnée | Usage de données publiques ou non, nécessité de d'éclairer les décisions | Indépendance et pertinence de l'outil, légitimation du PETR |
| Préservation de la base de données | Dimensions temporelles des enjeux et nécessité de conserver les données initiales | Acquisition de millésimes de données, sécurisation de la base de données |

Figure 4 – Tableau récapitulatif des besoins de l'OTTEC (R. Fontaine, 2025)

II. Construire les bases : structuration préliminaire et manipulation de la donnée

La mise en œuvre d'un observatoire comme l'OTTEC ne saurait se passer d'un travail en profondeur sur les fondations techniques du système d'information géographique existant. Avant de mettre en exécution l'élaboration de l'outil, il est opportun de s'assurer que le socle de données disponibles au sein du PETR est structuré, exploitable et intelligible. En d'autres termes, un WebSIG bien pensé repose sur un SIG interne rigoureusement assaini. Dans le cas du PETR, c'est le logiciel libre de droit QGIS qui est utilisé, véritable référence des SIG. La construction de la base de l'OTTEC passe ainsi par une analyse et un diagnostic de l'état de départ du système en place par le PETR, puis la mise en œuvre effective de cette structuration préliminaire.

➤ *Diagnostic initial : prise de conscience de la fragmentation et propositions d'action*

Le premier constat effectué à l'occasion de ce travail a été celui d'un manque de vision d'ensemble sur les données détenues par le PETR. La lourdeur de la base de données initiale (environ 80 giga octets), foisonnait d'informations dispersées, parfois en doublon, parfois incomplètes, mais aucun système formalisé de gestion, de nommage ou de classement n'avait été établi de manière transversale (voir annexe 1). Chaque agent ou service gisait ses fichiers selon ses besoins et ses habitudes, souvent de façon empirique et non homogène, ce qui rendait l'accès à l'information difficile, voire impossible sans un travail de recherche préalable. Cette relative désorganisation provoquait de surcroît une méconnaissance du patrimoine de données construit au long des années. Cette méconnaissance se traduisait principalement par la suraccumulation de données (acquisition de données inutiles, déjà détenues ou pouvant être facilement consultables par ailleurs) et par une absence de suivi des métadonnées : « *Littéralement, une métadonnée (metadata) est une donnée sur une donnée. Les métadonnées peuvent aussi se définir comme un ensemble structuré de données qui servent à définir ou décrire une ressource quel que soit son support (papier ou électronique).* » (Institut de l'Information Scientifique et Technique, 2025). Ainsi, le travail quotidien du PETR en lien avec le maniement de données était ralenti et souffrait d'un manque de visibilité : comment attester de la fiabilité d'une donnée, si l'on ne dispose ni de sa source, ni de sa date de publication, ni même de sa description ? Cet aspect est d'autant plus déterminant que les données mobilisées par les pouvoirs publics doivent être fiables et objectives, elles doivent être « institutionnelles ». Conscients de cette difficulté, les agents devaient alors composer avec les informations dont ils disposaient.

Ce diagnostic, établi sur la base d'une analyse de l'arborescence initiale du système de stockage du PETR mais aussi sur des entretiens avec ses agents, permet de formuler une série de propositions visant à réduire ou annuler totalement les écueils de la donnée interne (voir annexe 2). La première consiste en une restructuration à la marge de la base de données. Elle conserve la structure actuelle jusqu'à un certain niveau, et réorganise les sous-dossiers uniquement. Concrètement, son objectif est de renommer les fichiers qui en ont besoin et de les séparer ou regrouper en sous-ensembles distincts. Celle-ci est finalement

écartée : pour que l'OTTEC soit fonctionnel *in fine*, le travail de manipulation préalable des données doit se donner les moyens de ses ambitions. C'est donc une deuxième proposition qui est retenue, consistant en la refonte totale de la base de données. Concrètement, elle prévoit de remanier complètement la base de données en réorganisant les dossiers dès la racine. Cela permet alors de restructurer la base de A à Z, selon des critères souhaités.

Mais avant la réalisation de cette opération, s'ajoute la mise au point d'un inventaire systématique et détaillé : il doit permettre un recensement complet de la donnée et renseigner un maximum d'information sur cette dernière.

➤ *Restructuration de la donnée : inventaire et réorganisation de l'arborescence*

La première phase de restructuration consiste donc à établir un inventaire complet et analytique des données SIG. Il s'est appuyé sur des entretiens réguliers avec les agents du PETR, afin de mieux comprendre les usages des différentes données, leurs limites, mais aussi leur intérêt.

L'objectif est donc ici de faire l'état des lieux des données détenues par le PETR, de manière à identifier celles qui sont disponibles, celles qui sont obsolètes ou manquantes et de s'assurer que la structure en dispose d'une vue d'ensemble (voir annexe 3). Cela se traduit par la mise au point d'un outil de suivi et de recensement de la donnée à l'aide de moyens informatiques sous forme de tableau automatisé via l'utilisation d'un script Python (McKinney, 2012). Le script mis au point est disponible en annexe 6. D'autre part, cet inventaire est compréhensif et analytique : il recourt à des techniques qualitatives d'interprétation des données (thématiques, diffusibilité, évaluation de la qualité...). Cela sous-tend de réaliser ponctuellement des entretiens experts avec les agents en charge de certaines thématiques pour interpréter correctement les données, et identifier leurs besoins. A terme, l'inventaire permet de recenser l'ensemble des données géographiques et thématiques existantes pouvant être mobilisées pour l'OTTEC (occupation des sols, biodiversité, infrastructures, risques naturels, données socio-économiques, etc.). Au total, près de 5 000 couches potentiellement exploitables avec des SIG sont recensées (hors photographies aériennes, qui porteraient le total à 20 000 fichiers). Peu de métadonnées sont alors collectées : une importante proportion des sources et des millésimes reste inconnue, ces informations n'ayant pas été enregistrées lors de l'acquisition précédente des données.

| Nom du fichier | DESCRIPTION | PERIMETRE | SOURCE | Dossier Niveau 1 |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------|--------|------------------|
| Antennes_2018.shp | Antennes de Neufchâtel et Gournay | PETR | ? | ADS |
| Cellules_locales.shp | Cellules d'instruction locales | PETR | ? | ADS |
| Communes_ADS_mai_2022.gpkg | ? | PETR | ? | ADS |
| Communes_ADS_novembre_2021gpkg.gpkg | ? | PETR | ? | ADS |
| Communes_ADS_octobre_2020.gpkg | ? | PETR | ? | ADS |

Figure 5 – Extrait du tableau d'inventaire (R. Fontaine, 2025)

Suivant l'inventaire de la donnée, la réorganisation de celle-ci est la deuxième étape de ce travail. Elle ne se limite pas à un classement : il s'agit d'une reprise complète de l'arborescence des dossiers informatiques du PETR. Elle vise à garantir la qualité, la lisibilité et l'accessibilité des données à l'intérieure de la structure, impliquant leur standardisation et leur hiérarchisation. L'intérêt de cette démarche dépasse le seul gain en efficacité : elle constitue une des conditions pour assurer la cohérence et l'efficacité de l'OTTEC. Une base de données bien structurée permet également de faciliter les mises à jour afin de garantir une information toujours actualisée. À l'échelle du PETR, cela constitue l'opportunité de mutualiser les informations et de rendre l'ensemble des données accessibles en interne, évitant la redondance et la perte d'informations. Ici, des entretiens experts avec les agents du PETR semblent à nouveau adaptés pour dégager les logiques d'organisation les plus efficaces. Après une phase réflexive intégrant tous les agents et les fonctionnalités attendues de l'OTTEC, la nouvelle arborescence est établie comme suit :

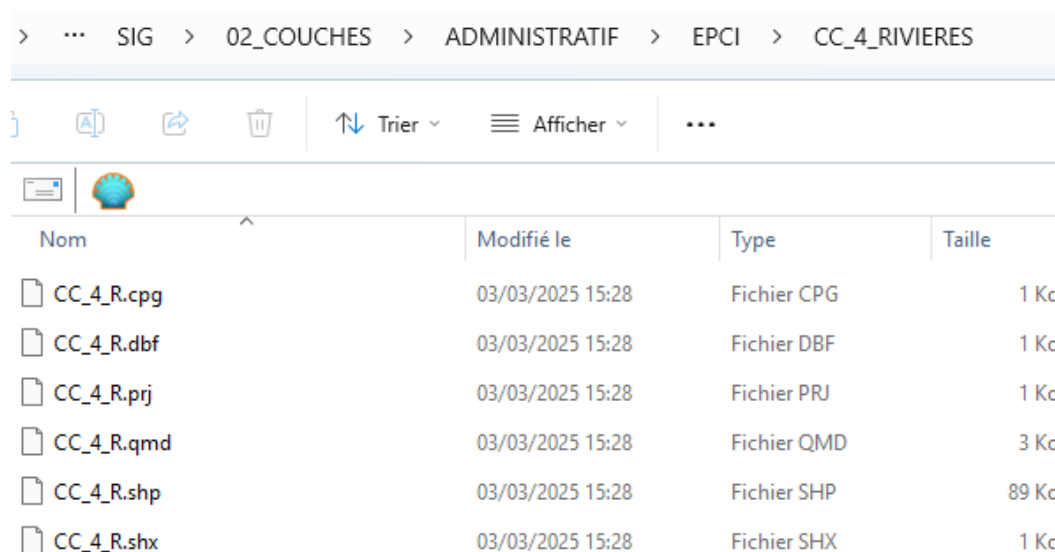
- La nouvelle base de données est divisée en deux dossiers « parents » : l'un nommé « 01_PROJETS » et l'autre « 02_COUCHES ».

| Nom | Modifié le | Type |
|------------|------------------|---------------------|
| 01_PROJETS | 17/03/2025 10:50 | Dossier de fichiers |
| 02_COUCHES | 13/03/2025 13:35 | Dossier de fichiers |

Figure 6 – Capture d'écran de la nouvelle arborescence n°1 (R. Fontaine, 2025)

- Le dossier « 01_PROJETS » contient exclusivement les projets QGIS (au format .qgz). Ceux-ci sont organisés en sous-dossiers par service ou mission. Ces sous-dossiers peuvent être structurés selon les besoins des agents qui les utilisent. Puisque les projets QGIS ne sont pas sensibles à leur localisation dans l'arborescence, ils peuvent être enregistrés sans contrainte de nom ou de longueur de chemin.

- Le dossier « 02_COUCHES » contient exclusivement les couches SIG (au format .shp, .gpkg, .tab...) et à la marge les fichiers annexes qui permettent de les comprendre (lisez-moi, conditions d'utilisation, attestation de conventionnement...). Les couches sont réparties par entrées thématiques, chacune étant susceptible d'être mobilisée par un ou plusieurs services ou agents. Ici, chaque dossier doit être suffisamment englobant pour justifier sa présence sans empiéter sur le périmètre thématique des autres. Ils sont chacun destinés à accueillir des sous-dossiers qui resserrent leur thématique (exemple : à l'intérieur du dossier « AGRICULTURE », on trouve un sous-dossier spécifique portant sur le Neuchâtel).
- Pour assurer une meilleure lisibilité des couches, chacune doit être placée dans un sous-dossier terminal spécifique. Cela signifie qu'en fin d'arborescence, le dernier sous-dossier ne doit accueillir qu'une seule et unique couche. Dans le cas d'une couche multi-fichiers, il est nécessaire que l'ensemble des fichiers « sidecars » soient placés dans le même dossier que la couche. Pour les shapefiles (.shp), il s'agit à minima des .shx, .dbf et .prj, auxquels peuvent s'ajouter les .cpg, .qmd, .sbn, .sbx, .qpj et lyr. Pour les tab (.TAB), il s'agit des .DAT, .ID et .MAP. Les couches au format geopackages (.gpkg), raster (.TIF), geojson et kmz/kml sont mono-fichier et ne sont pas concernées. De plus, les sous-dossiers terminaux peuvent ponctuellement accueillir plusieurs couches lorsqu'elles sont complémentaires ou que leur observation séparée n'a pas de sens (exemple : éléments de même nature au format linéaire et au format polygonal).



| Nom | Modifié le | Type | Taille |
|------------|------------------|-------------|--------|
| CC_4_R.cpg | 03/03/2025 15:28 | Fichier CPG | 1 Ko |
| CC_4_R.dbf | 03/03/2025 15:28 | Fichier DBF | 1 Ko |
| CC_4_R.prj | 03/03/2025 15:28 | Fichier PRJ | 1 Ko |
| CC_4_R.qmd | 03/03/2025 15:28 | Fichier QMD | 3 Ko |
| CC_4_R.shp | 03/03/2025 15:28 | Fichier SHP | 89 Ko |
| CC_4_R.shx | 03/03/2025 15:28 | Fichier SHX | 1 Ko |

Figure 7 – Capture d'écran de la nouvelle arborescence n°2 (R. Fontaine, 2025)

L'inventaire effectué et la nouvelle arborescence créée, il devient possible de travailler directement sur les données, en les triant, les actualisant et les organisant.

➤ *Bilan : une base épurée, efficace et pérenne*

Le sens de cette démarche préliminaire est de fournir à l'OTTEC et au PETR les appuis nécessaires pour se déployer, à l'image d'une base de lancement. Concrètement, elle permet de réduire significativement la lourdeur de la base de données après suppression des doublons et des données non pertinentes, ramenant le poids de la base à 10 giga

octets, soit un gain d'espace de 70 giga octets. Cet espace était essentiellement occupé par des fichiers raster correspondants à de l'imagerie aérienne ou des scans IGN, devenus obsolètes avec la multiplication des données en flux (voir annexe 4).

D'autre part, le travail des agents recourant aux SIG (donc à QGIS dans le cas du PETR) a pu être fluidifié et optimisé. Une fois déplacées ou enregistrées dans la nouvelle arborescence, les données SIG sont rapidement trouvables, ordonnées selon une logique intelligible et partagée. Elles sont donc prêtes à l'emploi, à la fois pour un usage strictement interne, mais aussi et surtout pour une éventuelle diffusion : elles sont prêtes à être intégrées à l'OTTEC.

De plus, les données sont sécurisées : les fichiers originaux demeurent stockés sur les serveurs du PETR, accessibles uniquement par ses agents. A cela s'ajoute une sauvegarde de 3 mois, proposée par le prestataire informatique qui gère le stockage informatique du PETR, garantissant un « filet de sécurité » au cas où les données viendraient à être perdues ou endommagées (exemple : si un fichier est supprimé involontairement, il est possible de le restaurer jusqu'à 3 mois après la date de suppression).

Enfin, pour assurer la pérennité de cette nouvelle organisation, un guide d'utilisation ou "Lisez-moi" de la base de données interne a été rédigé et diffusé à l'ensemble des agents (voir annexe 5). Ce document, volontairement didactique et pédagogique, détaille les bonnes pratiques, la logique de classement, les erreurs fréquentes à éviter, et les procédures de mise à jour. Il vise à installer des réflexes communs, dans l'optique que chaque agent puisse enrichir l'observatoire sans dépendance à un référent unique. Il est en cela complété par la mise à disposition d'un inventaire partagé collaborative : afin de garantir que les données ne soient jamais perdues ou ignorées, chaque agent est invité à le compléter dès qu'il souhaite intégrer une nouvelle donnée, ou bien à le consulter si cette donnée existe déjà. Cet inventaire détaille notamment les métadonnées associées à chaque fichier SIG, afin d'éviter leur perte à l'avenir.

III. Evaluer les possibilités : limites, atouts et création de l'outil

Toutes les étapes préliminaires à la construction effective de l'OTTEC sont ainsi franchies. Les enjeux et les besoins du territoire ont été cernés, la base de données interne et les agents disposent des clés nécessaires pour prendre en main le montage de l'observatoire. Cela dit, il reste à déterminer un aspect absolument crucial dans la création de l'OTTEC : choisir son architecture, le cœur même de son existence sur le plan technique. Pour ce faire, plusieurs scénarios sont étudiés, selon les possibilités logicielles qui s'offrent aux WebSIG, en tenant compte d'une double contrainte d'exploitabilité et de maniement de l'outil par les élus.

➤ *Variété des solutions*

Les WebSIG regorgent de solutions logicielles : outils prêts à l'usage ou non, gratuits, payants, en ligne ou locaux, encadrés par un support technique, ou encore à créer soi-même de A à Z... Si cette richesse permet de répondre à des usages et des moyens différents, elle peut également induire une moindre capacité à connaître ces outils de la part des porteurs de projets d'observatoires territoriaux (De Sède-Marceau, M.-H. et al, 2011). En d'autres termes, un choix doit nécessairement être pris afin de construire l'OTTEC comme outil effectif, et ce choix doit être éclairé. Il détermine en effet la nature de l'OTTEC, ses qualités et ses limites, et *in fine* son utilité pour le Pays de Bray. Cet état de départ sous-entend la nécessité de connaître finement la variété des solutions qui s'offrent alors pour réaliser l'observatoire. Pour cela, un état des lieux des solutions est réalisé dans un premier temps. Il s'appuie sur deux entrées méthodologiques : une revue de la littérature technique et une démarche d'évaluation des observatoires déjà existant à l'échelle d'autres territoires.

La revue de la littérature technique consiste d'une part en l'analyse de publications à caractère scientifique ayant trait à la mise en place d'observatoires, ou plus généralement à l'utilisation des moyens informatiques et géomatiques dans l'exercice courant d'une mission professionnelle. D'autre part, elle intègre des corpus de connaissance moins institutionnalisés mais dont l'étude est ici tout aussi pertinente : forums spécialisés en lignes, publications personnelles et retours d'expérience mis à disposition sur Internet (vidéos, posts sur les réseaux sociaux...), et documentation technique, le tout faisant appel à une importante communauté virtuelle constituée spontanément autour des questions géomatiques. Cette méthodologie permet à la fois de construire la vue la plus complète possible sur l'ensemble des solutions existantes et les possibilités qu'elles offrent tout en prévenant les éventuelles difficultés qu'elles pourraient causer. A l'issue de cette phase d'acquisition de connaissances et de comparaison des solutions, un benchmarking des solutions WebSIG est mis au point. Il distingue trois familles d'outils : R Shiny et les « solutions codes », ArcGis Online et les solutions QGIS.

- R Shiny et les « solutions codes » :

R Shiny est une solution open source permettant de créer des applications web interactives à partir du langage R. Elle est donc gratuite et son fonctionnement est transparent, totalement maîtrisé par le développeur. Couplé à des librairies (extensions

gratuites de l'outil) comme leaflet, sf ou plotly, R Shiny permet de concevoir des interfaces cartographiques dynamiques et multi-couches, interrogeant une base de données locale ou extérieure. D'autres alternatives comme des applications utilisant le langage Python, combiné avec des bibliothèques à l'image de Matplotlib ou Folium, bien qu'une application web directement structurée en HTML 5 offre une prestation équivalente. Les principaux atouts de ces solutions sont donc leur prix (nul, en dehors de l'ingénierie humaine) et leur extrême personnalisation. Tout y est modifiable ou intégrable : interface, agencement de l'application, filtres, interactivité, et même outils d'analyse spatiale. Toutefois, cette maîtrise du WebSIG poussée à son maximum implique plusieurs écueils, dont l'un est rédhibitoire dans le cadre de la mise en place l'OTTEC. D'abord, les possibilités de l'outil et l'usage que peuvent en faire des élus dépend de la qualité de l'application créée : il n'existe aucun filet de sécurité pour le développeur, ce qui nécessite une expertise humaine permanente et dédiée à l'outil. D'autre part, ces solutions ne disposent pas de service d'hébergement inclus, et les applications créées doivent être hébergées en ligne à l'aide d'une solution tierce. Mais surtout, la prise en main et l'élaboration de l'outil par le PETR est impossible, aucun agent ne pouvant être affecté à une tâche de développement web à proprement parler. Cet ensemble de solutions (et de manière générale les solutions recourant au code) doit donc être écarté, car l'OTTEC n'aurait aucune pérennité et les agents ne seraient pas en mesure de le faire vivre. Elle pourrait plutôt être envisagée comme une évolution future de l'OTTEC si des ressources supplémentaires sont disponibles.

- **ArcGIS Online :**
Plateforme développée par l'entreprise américaine Esri, ArcGIS Online permet de concevoir et diffuser des cartes interactives à partir d'un navigateur. Elle regroupe tout une constellation d'outils prêts à l'usage, qui permettent de créer rapidement des applications WebSIG sur-mesure en recourant uniquement à une interface graphique « no-code ». Très utilisée par les collectivités, elle propose de nombreuses fonctionnalités (tableaux de bord, géotraitements en ligne, storytelling cartographique...). Cette solution est néanmoins payante et s'est révélée trop opaque en termes de coût et de possibilité de vie de l'outil (stockage, accès externe, évolution des prix à long terme...). Elle est donc écartée pour la création de l'OTTEC.
- **Solutions QGIS :**
Ces solutions reposent sur l'utilisation avancée de QGIS, couplée à des services externes à l'image de QGIS Server. Cela dit, ces solutions recourent également au code ; sauf une. Le plugin QGIS2Web (équivalent d'une bibliothèque ou extension), créée par le développeur Tom Chadwin, est facilement intégrable à QGIS et permet d'exporter un projet cartographique sous forme de site web local HTML/JavaScript. Le code est alors généré automatiquement, sans aucune intervention humaine. L'outil est certes relativement contraint par les possibilités de personnalisation qu'il offre et l'hébergement du site obtenu n'est pas pris en charge ; mais il est, au sens de ce travail, le plus adapté à la mise en place de l'OTTEC. Gratuit, simple d'utilisation et surtout utilisable avec QGIS, les agents du PETR peuvent se l'approprier au prix d'une formation minimale et l'interface qu'il produit est tout à fait accessible pour les élus locaux. De plus, l'extension présente un avantage du point de vue de la préservation de la base de données initiale. Plutôt

que de diffuser et manipuler directement les fichiers SIG en flux direct, elle en produit une copie exportée au format JSON, plus léger et facilement utilisable par des scripts au format HTML/JavaScript : seule cette copie est accessible via l'application créée, la couche originale reste inchangée au sein de la base de données du PETR. C'est donc finalement QGIS2Web qui est retenu pour bâtir l'OTTEC.

| Critère | R Shiny et « solutions code » | ArcGIS Online | QGIS2Web |
|--------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| Coût | Gratuit | Abonnement à 1200€/an environ | Gratuit |
| Personnalisation | Sur-mesure | Sur-mesure | Limitée par l'outil |
| Accessibilité des agents | Quasi-nulle | Formation aux outils ESRI nécessaire | Simple pour un utilisateur QGIS |
| Accessibilité des élus | Variable ; dépend de la qualité de l'outil créé | Très intuitif | Intuitif |
| Hébergement web | Non prévu | Compris dans l'abonnement | Non prévu |
| Pérennité | Sans limite | Dépend de l'abonnement | Sans limite |
| Maîtrise de l'outil | Totale | Dépend des services Esri | Totale |

Figure 8 – Tableau comparatif des solutions logicielles (R. Fontaine, 2025)

➤ *QGIS2web et GitHub : une complémentarité pour créer l'OTTEC*

Puisque le plugin QGIS2Web ne permet pas d'héberger directement l'application obtenue, elle ne peut pas être diffusée en tant que telle. Pour que l'OTTEC ait un sens, il est pourtant nécessaire de la rendre accessible en ligne, comme un véritable WebSIG. Plusieurs solutions d'hébergement sont alors étudiées, selon les mêmes logiques que celles qui ont permis d'aboutir au choix de QGIS2Web. Cette fois-ci, c'est la plateforme américaine gratuite et ouverte GitHub qui est sélectionnée pour assurer l'hébergement en ligne de l'OTTEC.

GitHub est un service en ligne destiné à l'hébergement de fichiers, initialement conçu pour les développeurs, mais dont les fonctionnalités s'avèrent adaptées à la diffusion de sites web statiques (Jakobowicz E., 2024). Plus précisément, GitHub permet de publier gratuitement un site HTML directement depuis un dépôt public. Son fonctionnement repose sur une chaîne technique intelligible pour des non-spécialistes : une fois le projet cartographique exporté en HTML via QGIS2Web, les fichiers générés (HTML, CSS, JavaScript, données GeoJSON) sont déposés dans un dépôt GitHub, puis activés comme site web via GitHub Pages. L'adresse du site peut ensuite être partagée librement, donnant ainsi accès au WebSIG depuis n'importe quel navigateur, sans installation spécifique ni identifiants. Ce couplage entre QGIS2Web et GitHub garantit ainsi une complète autonomie technique du PETR dans la création, la mise à jour et la diffusion de l'OTTEC, tout en s'inscrivant dans une démarche de sobriété économique et technologique. Il incarne ainsi une solution « low-tech » adaptée aux moyens du PETR et offrant une première concrétisation tangible de

l'observatoire tel qu'envisagé initialement : « *L'expression Low-Tech désigne avant tout un ensemble d'outils, d'équipements, de démarches intellectuelles, orientées vers l'économie réelle de ressources. Il ne s'agit pas de s'opposer à « l'innovation » ou au « progrès », catégories idéologiques bien trop vastes et ambiguës, mais de réfléchir aux technologies les plus appropriées à notre condition actuelle, et d'enquêter sur le pouvoir créateur de cette approche.* » (Abrassart C. et al, 2020).

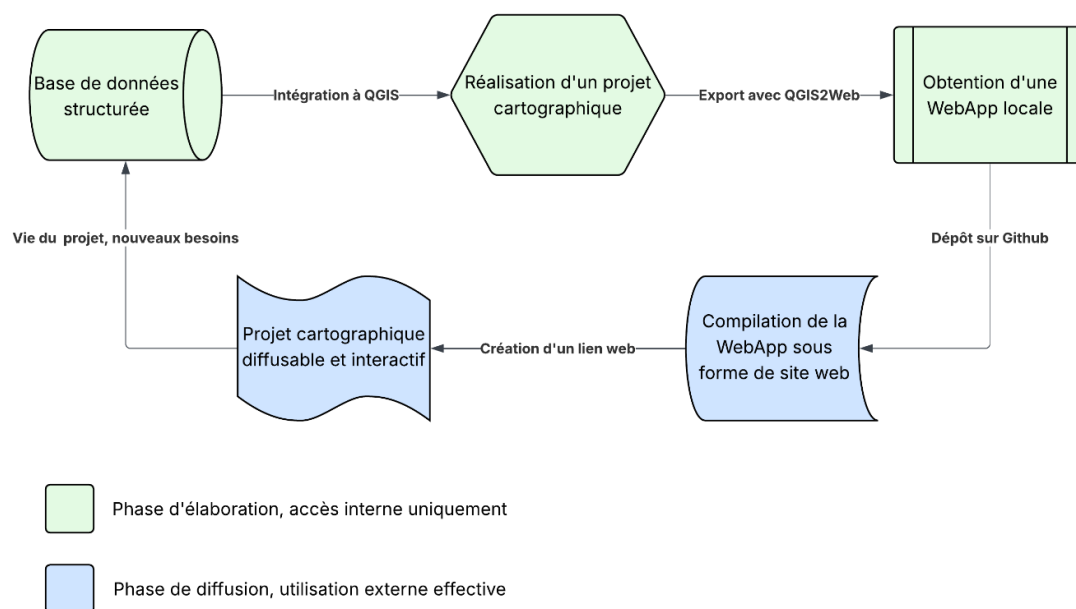


Figure 9 – Schéma explicatif du tandem QGIS2Web et GitHub (R. Fontaine, 2025)

Il ne reste alors qu'à mettre en œuvre effective l'OTTEC. Cette mise en œuvre passe d'abord par une phase de manipulation des données SIG et des projets cartographiques sous QGIS, en interne au sein du PETR. Une fois le projet terminé, il est exporté par QGIS2Web et l'ensemble obtenu est déposé sur GitHub. L'outil GitHub Pages est ensuite capable de « compiler » l'export et de l'activer comme page web accessible par un lien. A partir de moment, l'OTTEC peut être diffusé et prendre vie, jusqu'à ce que nouveaux besoins émergent et se traduisent par une réédition de l'application.

➤ Prototypage et naissance de l'OTTEC

La détermination des caractéristiques techniques de l'OTTEC est à présent terminée. Il devient donc possible de mettre au point une première application, un prototype fonctionnel qui doit permettre d'attester de la faisabilité et de l'intérêt de l'OTTEC.

Le prototypage de l'observatoire s'appuie sur l'ensemble des éléments préalablement construits. L'objectif est ici de concevoir des applications simples, intuitives et représentatives, afin de valider les choix opérés et de poser les bases d'un outil évolutif. Deux projets QGIS pilotes sont donc élaborés en mobilisant un corpus de couches sélectionnées pour leur intérêt transversal (zonages environnementaux, occupation du sol, réseaux de transport, risques naturels, etc.). Une mise en forme cartographique y est établie afin d'assurer une lecture immédiate et ergonomique : choix sémiologiques, intégration de

« pop-up » descriptifs, et hiérarchisation des couches. Ces projets sont ensuite exportés via QGIS2Web, puis déposés en ligne sur GitHub.

Le résultat consiste en deux WebSIG inédits, utilisables depuis début avril 2025. Le premier est une application cartographique recensant notamment les parcelles agricoles, les zones Natura 2000 et les zones humides, ainsi que les périmètres des différentes structures animant les MAEC du Pays de Bray. La seconde a une vocation plutôt urbanistique, regroupant tous les éléments mobilisés par les services instructeurs dans le cadre de leurs missions. Leur interface permet d'activer ou désactiver les couches, de zoomer sur les communes, de consulter des informations attributaires, de se géolocaliser, de réaliser des mesures et de naviguer librement sur le territoire brayon. Il s'agit de véritables démonstrateurs, au sens où ils remplissent la fonction de preuve de concept, tout en ouvrant la voie à des perfectionnements futurs.



Figure 10 – Capture d'écran de l'application prototype MAEC/N2000 (R. Fontaine, 2025)

Les deux applications sont ensuite présentées aux agents du PETR et à son président, également président de la Communauté de Communes des 4 Rivières et maire de Gournay-en-Bray, Éric Picard. Elles convainquent toutes deux : la première permet un gain de temps significatif à l'agent en charge des MAEC au sein du PETR et une potentielle autonomie des exploitants dans leurs démarches, tandis que la seconde permet aux services instructeurs du PETR, mais aussi des communes membres après diffusion, d'accéder rapidement à toutes les informations dont ils peuvent avoir besoin pour réaliser leurs missions d'urbanisme.

Ces deux prototypes valident ainsi pleinement les choix techniques et méthodologiques opérés jusqu'ici. Leur mise en ligne marque un tournant, puisque l'OTTEC n'est alors plus seulement un projet ou une intention, mais désormais un outil réel dont on peut faire l'expérience. Accessible, fonctionnel et utile, il esquisse déjà des réponses aux besoins opérationnels identifiés au sein du PETR. Ce prototype constitue donc la première expression tangible d'un observatoire au service de la maîtrise des enjeux du Pays de Bray, dans un contexte plus global de transition écologique : l'OTTEC est né.

La première partie de ce travail a permis d'exposer les fondements qui ont mené à la naissance de l'Observatoire Territorial de la Transition Ecologique et Climatique, en reliant les tenants et aboutissants techniques d'un observatoire en ligne aux réalités et enjeux concrets du territoire brayon. Le Pays de Bray, marqué par une ruralité affirmée, une biodiversité à préserver, des dynamiques de consommation foncière mal connues ou encore un éloignement aux outils géomatiques, appelle à la mise en place d'un outil capable d'éclairer les décisions publiques et de renforcer la lisibilité du territoire. Dans ce contexte, l'OTTEC s'inscrit comme une réponse technique et stratégique, portée par le PETR, à la croisée des enjeux écologiques, numériques et politiques.

La mise en place de cet outil a nécessité une approche méthodologique composite, croisant diagnostic territorial, structuration de la donnée, arbitrages techniques et réflexions sur les usages. La réorganisation complète de la base de données interne du PETR, couplée au choix d'un tandem technique low-tech mais cohérent (QGIS2Web et GitHub), a permis de jeter les bases d'un WebSIG intuitif, autonome et adapté aux besoins locaux. Cette phase de conception n'a pas seulement suivi l'objectif de répondre à une commande technique ; elle a ouvert une dynamique plus profonde d'acculturation des élus et techniciens à la cartographie numérique, dans une ambition de modernisation de l'action publique territoriale.

Ce socle désormais posé rend possible la mise en action de l'OTTEC. Il autorise la production de contenus concrets – cartes, indicateurs, données inédites – à destination des élus, et initie une réflexion sur son appropriation réelle, les potentialités qu'il offre et ses limites structurelles. La suite du présent travail s'attache ainsi à analyser les modalités concrètes de mise en action de l'OTTEC, en explicitant et analysant ses premières productions, son appropriation par les utilisateurs, leurs retours d'expérience suite à l'utilisation de l'outil et les perspectives d'évolution à plus ou moins long terme.

Partie 2

L'OTTEC en action : productions, appropriation et vie de l'outil

Cette seconde partie est consacrée à la présentation de la vie de l'OTTEC et à l'analyse de celle-ci au regard des différents aspects soulevés au cours de la première partie. Elle ne vise donc plus à décrire les étapes qui mènent à la structuration de l'observatoire, mais bien à détailler son action effective, les productions et applications qui en sont issues et la manière dont il s'insère dans un contexte plus large d'outillage de l'action publique. Ainsi, cette partie propose dans un premier temps une présentation des applications WebSIG conçues et de leur intérêt pour le PETR et le Pays de Bray. Ensuite, elle explicite la façon dont l'OTTEC est approprié par ses différents utilisateurs, les bénéfices indirects qu'il permet au travers de missions annexes assurées au cours du stage, et les perfectionnements apportés à l'outil grâce aux divers retours d'expérience. Enfin, elle établit une « photographie » de l'OTTEC à ce stade du stage et présente ses axes d'enrichissement à court terme, puis ouvre ce travail à des considérations plus prospectives, croisant à la fois le legs de l'outil et pistes de réflexion quant à l'avenir de l'OTTEC.

IV. Donner à voir : vers une collection d'applications WebSIG thématiques

Puisque l'OTTEC jouit maintenant d'une existence technique et que celle-ci a été éprouvée par l'intermédiaire de deux prototypes, il devient possible de l'alimenter et de diversifier ses applications afin de lui donner corps. Il s'agit certainement de la phase la plus directement productive et la plus créative de ce travail, consistant à mettre en action l'observatoire et à développer un outil utile pour un maximum d'enjeux : agriculture, urbanisme, environnement, valorisation du territoire... Cette étape s'intègre donc à la fois dans une démarche créatrice (travail sur les données, considérations sémiologiques, aspects techniques...) et une démarche réflexive (utilité pour les agents et élus, manière de présenter et aborder les enjeux...), les deux communiquant réciproquement et culminant en la mise au point d'une collection d'applications WebSIG thématiques.

➤ *Dépasser le prototype et parfaire l'existant*

L'objectif poursuivi ici est de maîtriser totalement l'outil technique de création d'applications, en déterminant plus finement les interactions qu'il permet d'une part, et en enrichissant les données visualisées d'autre part. Pour cela, il s'appuie sur un remaniement des deux prototypes déjà existants, notamment à travers des considérations sémiologiques et thématiques. Ce travail préfigure ainsi la conception des applications suivantes, et permet de s'assurer que celles-ci seront aussi complètes et abouties que possible dès leur création initiale. L'intérêt est alors d'éviter des allers-retours répétitifs entre conception et mise en ligne (puisque chaque modification de l'application nécessite un nouveau dépôt de l'export généré via Github) et d'éprouver l'extension QGIS2Web afin de gagner en expérience et en efficacité ; il s'agit donc également d'une démarche de « *learning by doing* », où l'apprentissage d'une tâche aboutie finalement à une augmentation de la productivité (Arrow K. J., 1962).

D'abord, le dépassement des prototypes induit une volonté de perfectionnement de l'interface des applications. Elle doit permettre à l'utilisateur d'accéder à toutes les informations dont il a besoin, de garantir sa bonne navigation dans l'application, et de satisfaire aux normes de crédit et de citation tout en étant intuitive et en permettant un jeu entre les différentes échelles selon le niveau de zoom : « *Les représentations focus + contexte sont issues des recherches dans le domaine de la visualisation de l'information. Ce nouveau domaine vise à définir des techniques de représentation plus efficaces, tant sur le plan perceptif et cognitif qu'en ce qui concerne les stratégies d'occupation de l'espace écran [...] Ce domaine peut être vu comme un prolongement de la visualisation scientifique, auquel il emprunte de nombreuses techniques (en particulier en ce qui concerne l'usage de représentations tridimensionnelles ou multi-échelle).* » (Lecolinet E., 2002). Cela se traduit techniquement par l'intégration et l'enrichissement de « widgets » proposés par QGIS2Web, que l'on peut envisager comme de « petits outils dans l'outil », apportant des clarifications et des interactions plus poussées que la seule visualisation. Si certains étaient déjà présents dans les versions prototypes, ils n'étaient pas tous pleinement valorisés, ou associées à une utilisation concrète. Ces widgets sont de diverses natures et ont plusieurs intérêts :









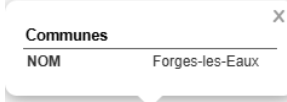
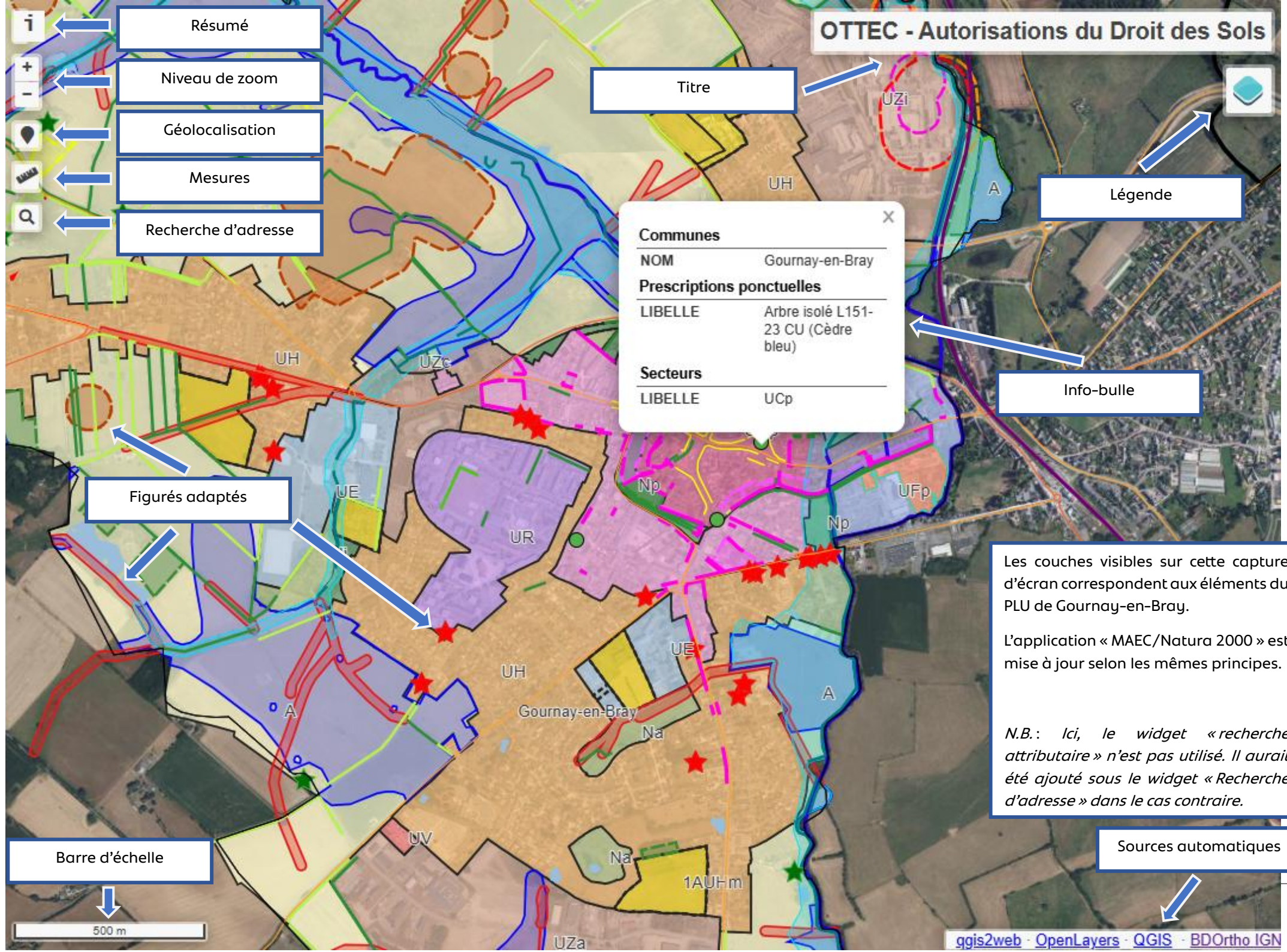
| Icône | Nom | Fonctionnalité |
|--|------------------------|---|
|  | Niveau de zoom | Augmenter ou diminuer l'échelle |
|  | Géolocalisation | Géolocaliser l'utilisateur |
|  | Mesures | Mesurer des distances ou des surfaces |
|  | Recherche d'adresse | Rechercher et zoomer automatiquement sur une adresse |
|  | Recherche attributaire | Rechercher une entité au sein d'une couche |
|  | Barre d'échelle | Afficher une échelle dynamique |
|  | Résumé | Afficher un texte qui apparaît au survol de l'icône |
|  | Légende | Afficher ou masquer la légende |
| OTTEC - Autorisations du Droit des Sols | Titre | Afficher un titre |
| qgis2web · OpenLayers · QGIS · BDOrtho IGN | Sources | Afficher les sources et métadonnées détectées automatiquement |
|  | Info-bulle | Afficher des informations attributaire au clic sur une entité |

Figure 11 – Tableau de présentation des widgets QGIS2Web (R. Fontaine, 2025)

Aux widgets s'ajoute ensuite un travail d'enrichissement des données visualisables dans les applications. Cet enrichissement sous-tend l'ajout de nouvelles couches aux projets QGIS à l'origine des applications ; il faut donc que celles-ci soient détenues en premier lieu par le PETR, ce qui n'est pas nécessairement le cas. Une double-tâche de collecte de données a alors lieu, consistant en la revue des données disponibles au sein du PETR (s'appuyant particulièrement sur le travail d'inventaire et de recensement de la donnée effectué précédemment), et de sollicitation de fournisseurs extérieurs. Concernant l'application relative aux MAEC, toutes les données utiles à son renforcement sont déjà présentes dans la base de données interne, notamment les parcelles cadastrales qui peuvent servir d'appui à la localisation des parcelles agricoles et fournir des renseignements d'ordre administratifs et fonciers. A l'inverse, en ce qui concerne l'application relative à l'urbanisme (ou plus précisément aux Autorisations du Droit des Sols), un important travail d'acquisition et de mise à jour des données est mené. Il s'appuie sur la récupération de données depuis des sources ouvertes et accessibles (Géoportail de l'urbanisme, Atlas des patrimoines, GRDF...), mais aussi depuis des sources fermées nécessitant une prise de contact directe (collectivités, bureaux d'études). Cette démarche débouche sur la constitution d'une base de données SIG très riche, comprenant notamment : limites administratives, éléments bâtis, zonages environnementaux, risques hydrologiques, voies de communication, infrastructures électriques, enquêtes agricoles, ou encore documents d'urbanisme. Outre l'usage direct de ces données dans le cadre de leur intégration à l'application dédiée à l'urbanisme, leur mise à disposition au sein du PETR laisse présager de la diversité des applications à venir, et du sens qu'elles peuvent prendre lorsqu'elles sont mises au regard des enjeux locaux (centralisation inédite des données relatives au risque d'inondation alors que celui-ci est mal connu, compilation des zonages environnementaux alors que la biodiversité brayonne est remarquable à échelle européenne...).

Enfin, la mise en forme des données, adaptée à l'extension QGIS2Web, constitue la dernière étape de perfectionnement des prototypes. En effet, QGIS2Web présente certaines limites de représentation des figurés cartographiques, la symbologie obtenue en sortie lors de l'export étant ainsi plus contrainte que celle du projet QGIS en entrée. Par exemple, l'extension ne gère pas les figurés hachurés, les aplats comprenant plus d'une couleur, certaines formes de figurés ponctuels, certaines polices et mise en forme d'étiquette, ainsi que les groupes de légende de plus de deux niveaux. Ces limitations posent de fait un défi de sémiologie : « *La sémiologie graphique est l'ensemble des techniques et méthodes visant à adapter un mode de représentation graphique à l'information représentée en fonction de codes (perceptifs, esthétiques) et de conventions (habitudes culturelles, symbolique du signe).* » (Géoconfluences, 2021). Or, pour que l'information géographique soit facilement intelligible auprès d'un public non-spécialiste, il est nécessaire rendre les couches SIG lisibles et distinctes : une attention particulière doit y être portée. Divers contournements sont alors employés, à partir d'un jeu de transparence pour les figurés surfaciques, de variation des pointillés pour les figurés linéaires, mais aussi de l'utilisation d'une variété de figurés ponctuels, dont la richesse tout de même grâce à la prise en charge des symboles au format SVG. Par ailleurs, toutes les couches sont orientées vers le Nord.

La conjonction de ces progrès – widgets, données, sémiologie – permet finalement de mettre au point des applications personnalisées et complètes.



➤ *Diversifier et multiplier : création d'une collection d'applications*

Puisque l'outil est dorénavant totalement maîtrisé et exploité, il devient possible de multiplier les applications WebSIG, en lien avec les enjeux du Pays de Bray. Ainsi, l'OTTEC peut totalement s'adapter aux thématiques souhaitées et aux besoins en visualisation de données des élus et du PETR. C'est précisément ce qui est ici entrepris : définir les applications qu'il serait pertinent de développer compte-tenu des données disponibles, des spécificités brayonnes et des missions du PETR, puis les créer.

- L'application des actions subventionnées au titre du CRTE : un outil pour contribuer à la lisibilité de l'action publique

La première application mise au point dans cette optique est une cartographie interactive des actions subventionnées au titre du Contrat de Relance et de Transition Ecologique (CRTE) dans le Pays de Bray entre 2021 et 2024. Les CRTE sont des contrats signés entre l'État et les acteurs locaux (en particulier les collectivités) répondant à « *trois fonctions principales* » d'après le CEREMA (2024) : « *Organiser l'action publique locale autour d'un projet de territoire* », « *Accélérer la transition écologique* » et « *Accompagner des projets locaux* ».

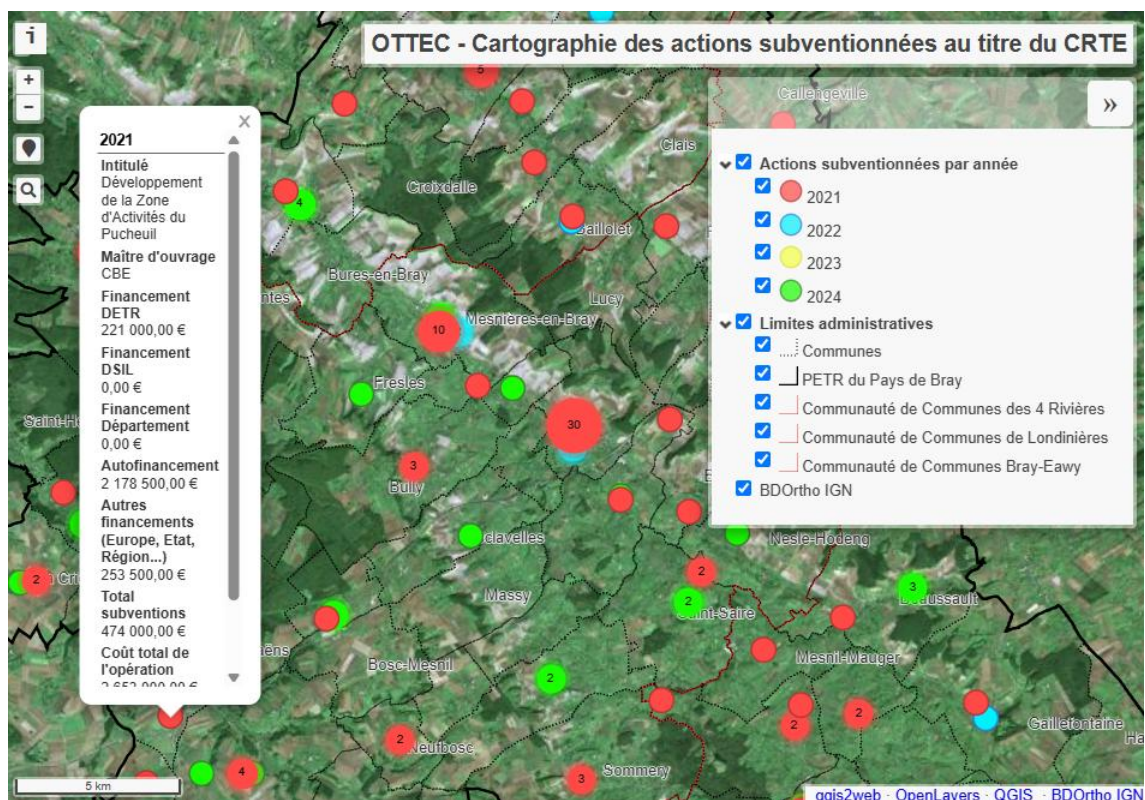


Figure 13 – Capture d'écran de l'application CRTE (R. Fontaine, 2025)

Cette application permet ainsi de connaître la localisation approximative des actions subventionnées, mais surtout d'afficher le détail des financements pour chacune d'elles. Son intérêt n'est pas de répondre directement à une particularité du territoire brayon, mais plutôt de participer à une meilleure lisibilité de l'action publique d'une part, et à

légitimer le montage de l'OTTEC auprès des services de l'État d'autre part. En effet, le CRTE et ses actions concrètes sont souvent mal connues des élus locaux ruraux, puisque leurs collectivités ne disposent pas toujours des moyens d'ingénierie humaine nécessaires pour s'en emparer. Cette application est donc l'opportunité de leur démontrer les bénéfices du CRTE et de l'associer à des projets tangibles de développement local. Du point de vue des services de l'État, cet outil est également une preuve de la capacité d'ingénierie du PETR. Il atteste ainsi du bon suivi du CRTE, engagé par ces mêmes services, et encourage l'idée que les collectivités sont attachées à ce système de subventionnement. Sur le plan sémiologique enfin, cette application est adaptée à une représentation de points sous la forme de clusters, de taille variable selon l'échelle et le nombre de points regroupés, traduisant une interactivité supplémentaire et parachevant l'exploration des fonctionnalités permises par l'OTTEC.

- L'application « Bray Gourmand » : un outil pour valoriser les producteurs locaux et l'agriculture brayonne

La deuxième application créée est, elle, une cartographie des producteurs et marchés locaux, dans le cadre de l'édition 2025 du guide « Bray Gourmand ». Le guide Bray Gourmand, créé par le PETR, est défini comme suit : *« Ce carnet d'adresses valorise les circuits courts et met en avant les productions locales, avec près de 100 agriculteurs en vente directe. Dans ce guide, vous retrouverez des adresses pour consommer local et de saison, mais aussi des encarts pédagogiques sur les produits phares du Pays de Bray, les marchés et des recettes uniques des chefs locaux. »* (PETR du Pays de Bray, 2025).

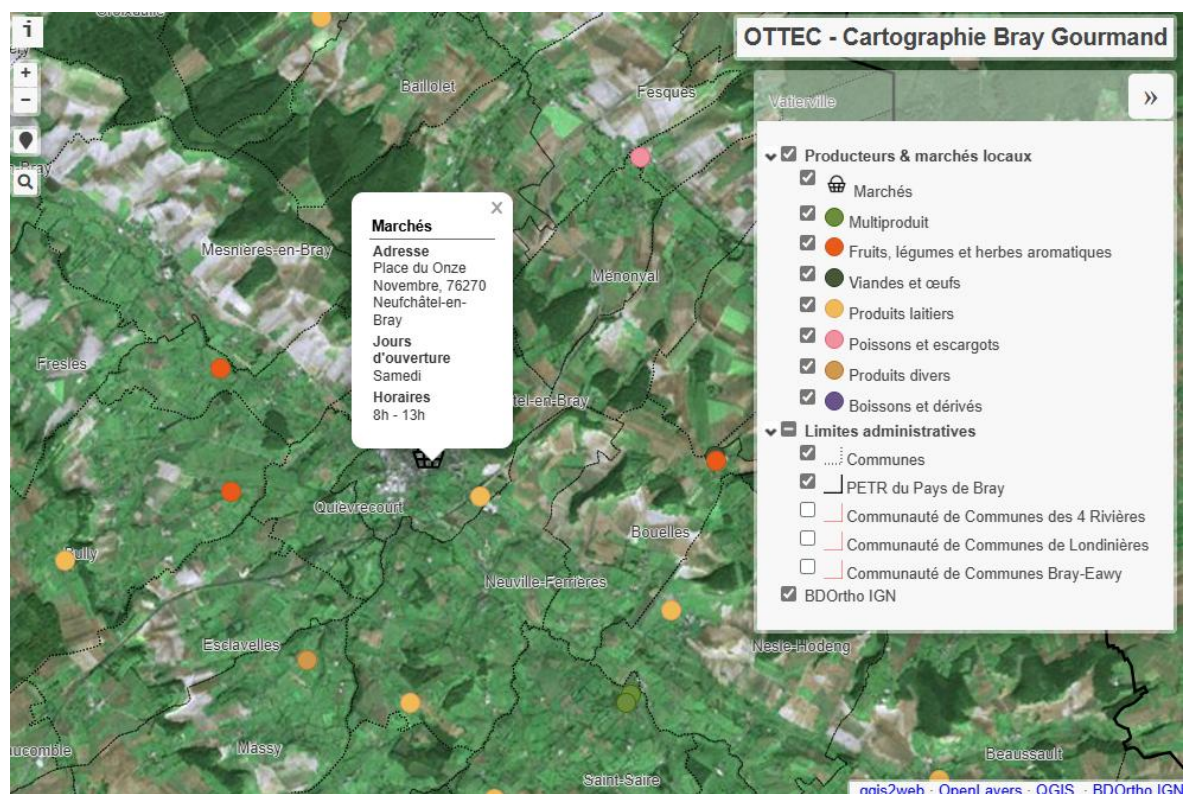


Figure 14 – Capture d'écran de l'application Bray Gourmand (R. Fontaine, 2025)

Il s'agit donc d'une version web interactive du guide, comprenant lui-même une cartographie des producteurs locaux. Comme pour cette dernière, l'application présente la localisation des producteurs par type de productions, ainsi que les marchés sur lesquels il est possible de retrouver ces producteurs. Elle répond alors à un double-enjeu du territoire : soutenir les producteurs locaux en participant à leur visibilité et œuvrer à la mise en avant d'un récit territorial basé sur l'agriculture locale, qui devient une composante de l'identité brayonne à valoriser à l'intérieur et à l'extérieur du Pays de Bray. En d'autres termes, il s'agit d'un instrument de marketing territorial.

- L'application « Environnement & biodiversité » : un outil pour connaître rapidement tous les enjeux environnementaux du Pays de Bray

Troisièmement, une application dédiée au thème de l'environnement et de la biodiversité est développée, se donnant pour objectif de répondre à tous les enjeux environnementaux précédemment cités : espèces animales remarquables, habitats naturels à protéger, végétation particulière... Elle permet de visualiser l'intégralité des données faunistiques et floristiques détenues par le PETR, donnant ainsi accès à des informations inédites récoltées à l'occasion d'inventaires.

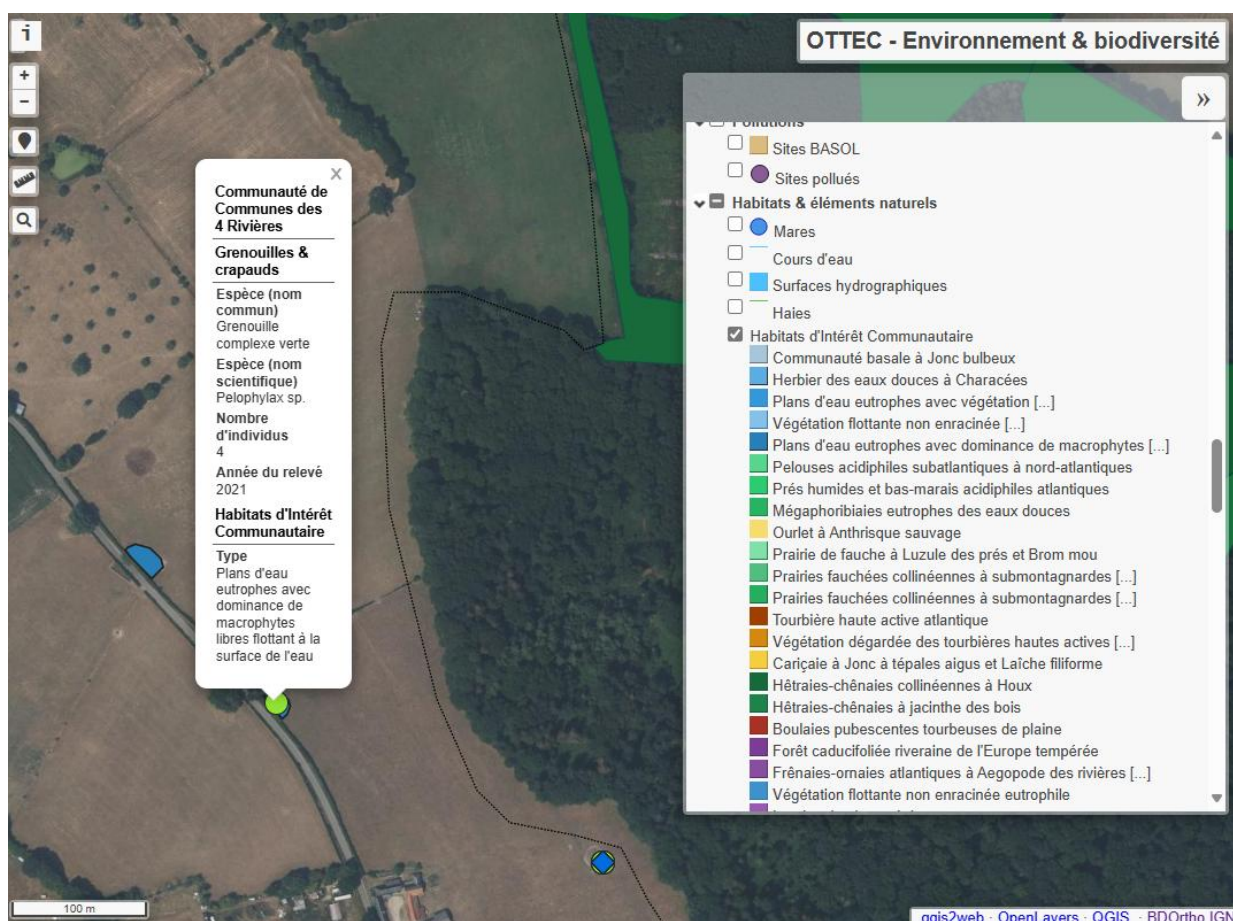


Figure 15 – Capture d'écran de l'application Environnement & biodiversité (R. Fontaine, 2025)

Là encore, l'application révèle tout l'intérêt des WebSIG pour sensibiliser et informer un public non-initié à l'écologie ou à la géomatique, public de surcroît investi d'un pouvoir politique. Ainsi, élus et techniciens peuvent connaître facilement les

vulnérabilités et potentialités environnementales de leurs territoires, éléments devenus centraux dans l'élaboration de politiques publiques. Plus encore, cette application permet de planifier les éventuels aménagements locaux en identifiant des zones d'intérêt pour l'implantation des activités humaines (logements, voies de communication, zones d'activités...) sans perturber l'écosystème local. Elle s'inscrit donc dans une vision intégratrice de l'environnement, et peut être utilisée dans une grande diversité de contexte et d'enjeux. Enfin, un premier appareillage statistique est intégré à cette application. Il prend la forme d'une grille de densité des haies (mètres par hectare), indicateur à la fois relativement facile à appréhender lorsqu'associé avec une représentation visuelle efficace (ici, plus une maille est verte, plus elle contient un linéaire de haie important) et particulièrement pertinent pour identifier rapidement les espaces bocagers, ou à l'inverse ceux dépourvus de haies.

L'OTTEC est désormais riche d'applications fonctionnelles et diversifiées. Il n'est plus ni une idée, ni un prototype, mais bien une collection de WebSIG formant un observatoire destiné à être diffusé. A ce stade du stage, cinq applications sont donc développées, chacune de taille et de thème variable. Elles exploitent l'intégralité des fonctionnalités offertes par QGIS2Web et Github, et répondant aux qualités attendues de l'OTTEC déterminées au préalable (figure 4).

| Nom de l'application | Lien de consultation | Thématiques | Enjeux | Nombre de couches | Date de mise en ligne |
|---------------------------------|----------------------|--|--|-------------------|---|
| MAEC 2025 | | Agriculture, environnement | Soutenir une agriculture durable, protéger l'environnement | 36 | 08/04/2025 (prototype le 04/04/2025) |
| Autorisations du Droit des Sols | | Urbanisme | Aménager le territoire, instruire les demandes des administrés | 200 | 15/04/2025 (prototype le 04/04/2025) |
| Cartographie CRTE | | Subventions et développement | Rendre lisible l'action publique | 10 | 28/04/2025 |
| Cartographie Bray Gourmand | | Productions locales | Soutenir les producteurs locaux et marketing territorial | 14 | 29/04/2025 |
| Environnement & Biodiversité | | Environnement au sens large (faune, flore, nature des sols...) | Préserver des espèces, protéger des habitats naturels | 86 | 05/05/2025 |

Figure 16 – Tableau récapitulatif des applications de l'OTTEC au 12/05/2025 (R. Fontaine, 2025)

V. Usages et valorisation interne de l'OTTEC : bénéfices, transmissions et missions annexes

L'avant-dernière phase de ce travail est consacrée à la façon dont l'OTTEC rayonne globalement sur les activités du PETR. Elle explore à la fois l'usage concret de l'outil, à travers notamment ses bénéfices indirects, et la façon dont l'OTTEC est transmis aux agents afin de le pérenniser au-delà du stage. En effet, avant la diffusion de l'OTTEC aux élus du territoire (exception faite du Président du PETR), celui-ci est utilisé par les agents du PETR qui y trouvent une approche renouvelée de la gestion de l'information géographique. Il s'agit de surcroît d'un moment privilégié pour présenter les missions annexes réalisées au cours du stage, et expliciter leur lien avec l'OTTEC. Par ailleurs, cette partie permet de démontrer la posture d'amélioration continue de l'OTTEC, s'appuyant sur les retours internes après usage de l'outil. Enfin, elle présente la façon dont l'OTTEC est légué aux agents du PETR afin d'assurer sa pérennité au-delà du stage.

- *Utiliser l'OTTEC, profiter de ses bénéfices indirects : l'outil global comme accélérateur des tâches courantes via des missions annexes*

Comme présenté précédemment, la création de l'OTTEC a nécessité un travail préalable de tri, de nettoyage et d'acquisition de données puis de restructuration générale de la base de données interne au PETR. L'objectif était de bâtir l'outil sur des bases saines, et de profiter de la démarche entreprise sur les tâches géomatiques en général pour proposer une nouvelle organisation du travail sous SIG. Ainsi, il est possible de tenir deux points de vue sur ce qu'est l'OTTEC. Dans un cas, il s'agit strictement des applications développées, de l'OTTEC au sens de WebSIG. Mais dans l'autre, « l'OTTEC » renvoie à une acception plus large de l'outil ; il est à la fois un WebSIG, mais aussi une manière de travailler, une méthodologie plus globale qui fédère tout le fonctionnement du SIG du PETR du Pays de Bray. Une dimension humaine peut aussi être intégrée à cette vision de l'OTTEC, regroupant les compétences techniques utilisées par son opérateur. En d'autres mots, ce travail distingue un OTTEC « WebSIG » et un OTTEC « global », le premier étant imbriqué dans le second. C'est cette deuxième définition qui est ici interrogée, permettant d'appuyer les bénéfices induits par l'OTTEC et de justifier les liens entre l'outil WebSIG et les productions cartographiques statiques classiques réalisées au cours du stage.

- Mission annexe n°1 : cartographier les voies de communication pour rendre les enjeux de mobilité accessibles aux élus

La première mission annexe réalisée au cours de ce stage a consisté en la mise au point de cartographies des voies de communication du Pays de Bray. Quatre cartes ont ainsi été réalisées successivement sous QGIS, représentant les différents types de route, les voies cyclables et les chemins de randonnée à l'échelle du PETR et des trois Communautés de Communes qui le composent (voir un exemple en annexe 7). L'OTTEC global a permis de regrouper en une seule cartographie ces données, qui étaient

auparavant éclatées ; l'agente en charge des mobilités au sein du PETR n'ayant pas connaissance de l'existence de ces données, la restructuration de la base de données a permis de les identifier et de les mobiliser en peu de temps. Au-delà de l'aspect technique, ces cartographies ont été par la suite présentées aux élus du territoire, qui ont alors pu identifier les espaces fortement ou faiblement dotés en voies de communication douces. La carte s'est de fait positionnée comme un outil de l'aménagement, les élus proposant spontanément des pistes de création de nouveaux aménagement cyclables et piétons sur des zones qui leur apparaissaient stratégiques. Or, sans l'OTTEC, ces cartographies n'auraient jamais vu le jour, en raison de moyens techniques et humains limités. Leur réalisation a également permis une certaine familiarisation avec les données relatives aux voies de communication, simplifiant leur intégration dans les différentes applications et préfigurant la mise au point ultérieure d'une application dédiée à la question des mobilités – enjeu qui reste prégnante dans le Pays de Bray au regard de ses caractéristiques rurales.

- Mission annexe n°2 : création d'un projet SIG habitats d'intérêt communautaire avec déclinaisons en cartographies pour chacune des 29 communes du site

La deuxième mission annexe a consisté en la création d'un projet QGIS regroupant toutes les données nécessaires à l'édition de cartographies à thématique environnementale pour les 29 communes du site Natura 2000 « Pays de Bray Humide ». L'édition de ces cartographies est une obligation réglementaire, imposée aux structures animatrices des sites Natura 2000 par l'intermédiaire des Documents d'Objectifs (DOCOB) élaborés en concertation avec les acteurs locaux. Dans le cas du Pays de Bray, il prévoit la mise à disposition auprès des maires de quatre cartographies : une cartographie des habitats naturels (voir exemple en annexe 8), une cartographie de l'occupation des sols (voir exemple en annexe 9), une cartographie de l'état de conservation des habitats (voir exemple en annexe 10) et une cartographie des espèces d'Intérêt Communautaire (voir exemple en annexe 11). Au total, ce sont donc 116 cartes qui ont été mises au point. Là encore, l'OTTEC a démontré son utilité : avec un accès rapide aux données SIG et une expertise géomatique, les cartes ont pu être créées rapidement, libérant des ressources pour d'autres tâches. L'OTTEC se positionne alors en allègement de la charge de travail liée à des obligations réglementaires, mais aussi en atout pour intégrer les enjeux environnementaux à l'action des élus locaux. Cette caractéristique a d'ailleurs largement été réinvestie lors de la construction de l'application « Environnement & biodiversité ». La mise au point de ces cartographies a également été l'opportunité de réviser la symbologie des habitats, de façon à les rendre plus distincts les uns des autres mais aussi plus pédagogiques. Ici, c'est tout particulièrement la dimension humaine de l'OTTEC qui s'est exprimée, à travers la mise au point d'une représentation cartographique agréable à l'usage et simple à comprendre.

- Mission annexe 3 : apporter un support à la réalisation des dossiers MAEC par l'intermédiaire de cartographies

La troisième et dernière mission annexe assurée hors construction de l'OTTEC a consisté à réaliser les cartographies des engagements agro-environnementaux climatiques des agriculteurs exploitants du territoire. Chaque exploitant s'engageant à respecter des MAEC – en contrepartie d'une compensation financière – se voit remettre un récapitulatif de ses engagements à l'ilot, « *regroupement de parcelles contigües, limité par des éléments permanents et facilement repérable* » (Telepac, 2015). Ce récapitulatif contient une cartographie des engagements. Or, la période avril – mai est justement celle des déclarations PAC (Politique Agricole Commune), où les exploitants déposent leurs dossiers de demande d'aides, dont les MAEC font partie. Il s'agit donc d'une période de travail particulièrement dense pour l'agent en charge d'animer les MAEC du Pays de Bray, coïncidant avec la période de création de l'OTTEC. Dans ce contexte, l'OTTEC a été mis à profit pour créer rapidement des projets QGIS associés à chaque dossier MAEC et concevoir les cartographies liées. Les données SIG, fournies pour part par les exploitants, ont ainsi pu être facilement intégrées à la base de données et l'édition des cartographies dans le cadre du stage a à nouveau permis l'allègement de la charge de travail de l'agent concerné. Etant donné le caractère confidentiel de ces informations, aucune cartographie ne peut être jointe à ce travail ; l'OTTEC global n'en demeure néanmoins pas moins utile pour répondre aux tâches courantes qui incombent au PETR et participer au déploiement de méthodes agricoles plus durables.

L'ensemble de ces missions annexes illustre la valeur ajoutée de l'OTTEC dans sa dimension globale. En rationalisant l'organisation des données, en facilitant leur mobilisation rapide, et en créant un cadre de travail structuré et reproductible, l'observatoire permet de répondre efficacement à des besoins variés, allant de la sensibilisation des élus à la mobilité douce à l'appui aux exploitants agricoles dans leurs démarches administratives. Ces réalisations démontrent, au sens de ce travail, que l'OTTEC n'est pas seulement un WebSIG, mais bien une méthode de travail transversale, intégrant compétences humaines, géomatique au sens large et enjeux locaux brayons. Ce positionnement particulier de l'OTTEC confirme de plus l'intérêt d'une approche intégrée, où chaque mission, même ponctuelle, contribue à enrichir et renforcer la cohérence de l'outil dans son ensemble.

➤ *Perfectionnements de l'OTTEC et adaptation à l'usage interne*

L'un des atouts majeurs de l'OTTEC est d'être un outil sur-mesure : il peut s'adapter aux besoins de ses utilisateurs. A ce stade du travail, les agents du PETR en sont les utilisateurs exclusifs, permettant de parachever l'outil avant sa diffusion aux élus. Or, les agents du PETR constituent un public particulièrement opportun pour éprouver les productions de l'OTTEC. Outre l'utilisation de la base de données renouvelée, les applications issues de l'OTTEC peuvent en effet être testées sur un public « captif » : c'est-à-dire que les besoins des agents sont contraints, déterminés par avance par les missions qu'ils assurent. D'autre part, la manipulation des applications en interne permet de communiquer facilement, et donc de connaître rapidement les demandes et axes d'amélioration. Une phase de test en interne permet également de s'assurer qu'un temps

défini, encadré, est consacré à l'utilisation des applications, comprenant une date limite de retour. En d'autres termes, les agents du PETR représentent les utilisateurs idéaux pour une phase test, là où les élus constitueraient un public plus volatile. Cette démarche de perfectionnement des applications à partir de « feedbacks » est de surcroît largement répandue dans le domaine des outils numériques, et leur utilité est immédiate : « *User feedback is becoming more and more crucial for understanding user needs, monitoring software usage and its quality (particularly defects encountered in various contexts), as well as for planning and prioritising requirements.* » (Maalej A. et al, 2024). Ici, les feedbacks sont collectés par l'intermédiaire d'entretiens directs avec les agents du PETR.

Ce travail de test est principalement réalisé sur l'application relative aux Autorisations du Droit des Sols (ADS). Plusieurs couches SIG ont été corrigées dans QGIS, notamment pour pallier des décalages liés au géoréférencement. En effet, l'utilisation de l'application par les agents en charge de l'urbanisme a permis d'identifier des erreurs dans certains jeux de données, dont la qualité pouvait parfois induire l'utilisateur en erreur. Concrètement, certaines limites d'entités ou périmètres étaient mal positionnés par rapport à la réalité qu'ils étaient supposés représenter. A moyenne ou petite échelle, ces détails de placement sont sans incidence, invisibles à l'œil humain ; mais à grande échelle (le plus souvent, à la parcelle), ils posent des implications différentes, dont la mauvaise interprétation pourrait être fortement dommageable. Ainsi, le positionnement expert des agents du PETR a été déterminant pour gérer ces écueils, dont seule une utilisation poussée et attentive de l'application aurait autorisé la détection. Plus à la marge, certaines couches superflues inutiles au travail d'instruction des actes d'urbanisme ont été supprimées, allégeant l'application et diminuant ainsi son temps de chargement à l'ouverture. Enfin, l'ordre des couches a été retravaillé, dans une optique de simplification de la légende pour permettre une meilleure appropriation de l'outil.

Le même travail est ensuite réalisé sur les applications « MAEC » et « Environnement & biodiversité ». Le même agent étant spécialisé sur ces les thématiques que couvrent les deux applications, leur test est réalisé de manière concomitante. L'application « MAEC » a ainsi fait l'objet d'une attention particulière en matière de présentation. Les éléments graphiques ont été retravaillés pour améliorer la lisibilité et l'ergonomie de l'interface, passant par la mise au point d'un titre plus clair, mais également par le conditionnement de l'affichage de certaines couches à un niveau d'échelle. Cela permet d'afficher des couches (ici, les parcelles agricoles), à partir d'un certain niveau de zoom uniquement, fluidifiant l'affichage des éléments. Enfin, l'application « Environnement & Biodiversité » n'a nécessité aucune modification. L'organisation des couches est apparue déjà adaptée, la sémiologie pertinente, et les objectifs thématiques suffisamment clairs. Cette stabilité témoigne à la fois de l'intérêt de la construction initiale et d'une bonne adéquation entre l'application et les enjeux et usages anticipés.

En dernier lieu, un travail spécifique de reprise du rendu visuel a été mené sur l'application « CRTE ». L'application CRTE est la seule ayant fait l'objet d'un feedback au-delà des agents du PETR, puisque le Président du PETR a pu la tester également. La remontée d'information à la suite de ce test a permis une amélioration du point de vue de la représentation cartographique des projets. Les clusters de points, qui regroupent les projets subventionnés

sur le territoire, ont en effet été améliorés afin de produire un résultat plus lisible et instinctif : la couleur de ces derniers reste désormais toujours la même, alors qu'elle variait auparavant selon le nombre de points regroupés. Cette amélioration a nécessité la modification directe des fichiers JavaScript générés par QGIS2Web, afin d'ajuster manuellement le style et le comportement des clusters. Cette intervention sur le code source généré a permis d'aller au-delà des possibilités standard de l'extension et d'explorer une autre manière de construire l'OTTEC que par l'intermédiaire de QGIS (suivant le même principe de fonctionnement que les « solutions codes » présentées précédemment). De plus, la représentation des limites communales et intercommunales a été reprise afin de les rendre plus distinguables.

Ces perfectionnements illustrent une volonté d'ajustement progressif de l'OTTEC aux besoins concrets de ses utilisateurs. Ils s'inscrivent dans une démarche continue, appelée à se prolonger tant que l'outil sera utilisé et enrichi par le PETR. Toutefois, le processus d'amélioration ici présenté s'inscrit dans les limites temporelles du stage qui en a permis le développement initial. Il ne semble ni possible, ni souhaitable d'apporter immédiatement toutes les modifications envisageables et imaginables : un temps d'appropriation est nécessaire, permettant aux agents et à terme aux élus de tester l'outil, d'en explorer les usages, et de formuler des retours construits. L'OTTEC n'est donc pas un produit figé, et sa gestion doit trouver un point d'équilibre entre temps d'utilisation des applications et remaniement de ces dernières. Cet aspect ouvre ainsi la voie à l'élaboration future d'un calendrier de mises à jour des applications.

➤ *Pérenniser l'OTTEC en assurant la formation des agents*

L'OTTEC dispose dorénavant d'une vie interne au PETR, croisant utilisation et amélioration continue. Afin d'assurer la pérennité de l'OTTEC, une opération de leg de l'outil est entreprise. Celle-ci passe par la formation des agents, non plus à l'utilisation, mais à la gestion et à l'alimentation de l'outil. Cette formation use de deux canaux privilégiés : un tutoriel écrit et consultable au besoin, et des réunions de présentation orales, permettant d'échanger plus spontanément et de répondre directement aux éventuelles questions des agents.

D'une part, la mise à disposition d'un guide complet (voir annexe 13) rédigé dans un souci de pédagogie permet de fixer une méthode, un référentiel commun ayant vocation à rester immuable (sauf à s'adapter à une évolution de QGIS2Web et/ou de Github). Il détaille l'intégralité de la procédure à suivre pour créer ou modifier une application de l'OTTEC, allant de la mise en forme du projet dans QGIS jusqu'à sa publication avec Github. Celui-ci est notamment riche de captures d'écran, bien plus efficaces que le seul texte pour engager les agents dans un processus de mémorisation de la procédure. Les images sont en effet particulièrement pertinentes pour ancrer durablement une information dans la mémoire de l'individu, d'autant plus lorsqu'elles sont combinées à un discours oral (Denis M., 1979). D'autre part, c'est donc la présentation orale de ce support visuel qui lui donne toute sa force. Présentée à plusieurs agents familiers des SIG, cette formation permet de diffuser la connaissance concernant la gestion de l'OTTEC et de léguer un outil qui doit être amené à vivre au-delà du stage. Elle stimule de surcroît une démarche de transmission des savoirs

entre agents, en valorisant les compétences internes déjà acquises par ailleurs par chacun, afin d'éviter la concentration des compétences techniques sur une seule personne.

Ainsi, en garantissant que plusieurs agents sont formés et peuvent intervenir sur l'OTTEC, le PETR limite les risques liés aux départs ou aux mobilités internes, et positionne l'outil dans une logique d'appropriation collective. Cette autonomie technique est d'autant plus précieuse qu'elle doit permettre de faire évoluer l'OTTEC dans le temps, en lien avec les nouveaux enjeux territoriaux qui pourront se dessiner, les exigences règlementaires fixant des échéances (à l'image ZAN) ou encore les projets susceptibles d'émerger portés par les élus. Former les agents revient donc non seulement assurer la continuité de l'outil, mais aussi à renforcer la capacité du PETR à produire et maîtriser l'information géographique en interne, et ce de manière durable.

VI. Faire vivre l'OTTEC : des perspectives de développement vers une transformation de l'outil ?

Ce travail est inéluctablement contraint par les limites temporelles du stage, qui ne peut avoir vocation ainsi à se prolonger indéfiniment. Cette dernière partie du travail est ainsi consacrée à « l'après stage », ouvrant une réflexion sur les axes d'enrichissement de l'OTTEC dans une démarche prospective. Elle s'appuie pour cela sur une description des thématiques à couvrir à court, moyen et long terme, dans un contexte de foisonnement de la donnée qui débouche sur une pluralité de productions et d'applications. Elle aborde ensuite un point central de la vie de l'OTTEC, qui n'a pas encore pu être mis en œuvre au moment où ce travail est rédigé : la diffusion effective de l'observatoire auprès des élus, qui devrait intervenir au courant du mois de juillet 2025. En dernier lieu, elle propose différents scénarios qui pourraient advenir à la suite du stage, questionnant l'avenir de l'OTTEC à plus long terme.

➤ *Un enrichissement permanent qui ouvre la voie à un foisonnement de productions*

L'une des forces majeures légitimant l'existence de l'OTTEC est sa capacité à évoluer et à centraliser une très grande diversité de thématiques, là où les observatoires déjà existant sont éparpillés et souvent monothématiques. Ainsi, la portée thématique de l'OTTEC est intrinsèquement illimitable : son objectif est de tendre à la collecte de toutes les données, sur tous les sujets, qui concernent le Pays de Bray. Les cinq applications déjà créées jusqu'ici sont donc un début, mais de nombreuses autres productions devront venir s'y ajouter au fil du temps, y compris après la fin du stage. Parmi les multiples perspectives d'enrichissement possibles, deux axes apparaissent aujourd'hui prioritaires : le suivi de la consommation foncière dans le cadre de la mise en conformité avec le ZAN et l'analyse des mobilités à travers la mise en œuvre d'un Schéma Cyclable à l'échelle du Pays de Bray.

La question de la consommation foncière constituait l'un des principaux éléments déclencheurs de la création de l'OTTEC, comme indiqué précédemment au cours de ce

travail. Cependant, la manière dont la consommation foncière est observée à l'échelle régionale et nationale interroge. Le SRADDET normand, document élaboré par la Région devant être intégré au SCoT dont le PETR est porteur, s'appuie sur les données issues de la Cartographie de la Consommation Foncière (CCF), outil développé par l'Établissement Public Foncier de Normandie (EPFN) et la Région elle-même. En parallèle, les données utilisées par les services de l'État sont issues de l'Occupation du Sol à Grande Échelle (OSCGE), base nationale développée par l'IGN. Ces divergences de sources et de méthodologies questionnent sur la manière même de mesurer la consommation d'espace, laissant entrevoir l'intérêt de disposer localement d'un observatoire fiable et autonome. Or, l'accès aux données du CCF a récemment été suspendu suite à la migration du site Internet de la Région. Cette indisponibilité a temporairement suspendu sa mise en place, expliquant que la création d'une application dédiée au ZAN demeure un projet à réaliser. Le PETR se trouve ainsi confronté à un double enjeu : produire ses propres analyses localisées, tout en s'insérant dans des référentiels plus larges souvent peu maîtrisés localement. D'ici à la création d'une application à proprement parler, une première cartographie de la consommation d'espace a été établie à partir des données de l'OSCGE sur les 14 communes membres de la Communauté de communes de Londinières (voir un exemple en annexe 12). Ce contretemps illustre de plus l'intérêt de disposer d'un observatoire autonome, qui ne dépend pas d'un tiers et qui maîtrise parfaitement ses données.

Le second axe majeur d'enrichissement à court terme concerne la gestion des mobilités douces, dans le cadre de l'élaboration en cours d'un Schéma Cyclable. Ce document vise à planifier et organiser le développement des infrastructures cyclables dans le Pays de Bray, compte tenu des infrastructures existantes, des moyens des collectivités et des dynamiques de mobilités qui prennent place sur l'ensemble du territoire brayon. L'OTTEC se donne ici pour objectif de cartographier les infrastructures existantes, en identifiant les zones de tension ou de discontinuité dans les itinéraires cyclables, mais aussi en croisant les données avec d'autres sources pertinentes (pôles de centralité, équipements publics, pentes, accidents...). À terme, l'OTTEC pourra servir de base de suivi de la mise en œuvre du Schéma Cyclable, en coopération avec les acteurs du territoire.

Dernièrement, un travail plus poussé en matière de statistiques est envisagé. L'OTTEC doit en effet pouvoir se saisir de données complexes et les rendre accessibles, les statistiques multivariées étant justement des outils adaptés pour synthétiser une réalité trop complexe pour être appréhendée telle quelle. L'objectif n'est donc pas uniquement de représenter les données existantes, mais bien de les interpréter, de détecter des tendances et de mettre en évidence des logiques spatiales sous-jacentes. Pour cela, plusieurs méthodes peuvent être mobilisées, telles que l'Analyse en Composantes Principales (ACP), qui permet de synthétiser l'information issue de nombreuses variables pour en faire émerger des axes de lecture principaux, ou encore la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), utile pour segmenter les communes ou les secteurs du territoire en profils homogènes selon leurs caractéristiques. Le tout devra proposer des lectures originales et intuitives du Pays de Bray ; mais encore faut-il pour cela diffuser l'observatoire.

➤ *Diffuser l'OTTEC & travailler en concertation avec les élus*

L'un des moments majeurs de la vie de l'OTTEC, si ce n'est peut-être celui qui lui donne le plus de sens, réside dans la diffusion et la mise à disposition des applications aux élus du territoire. Prévue pour le courant du mois de juin 2025, la présentation et l'ouverture de l'outil en dehors du PETR représentera alors l'aboutissement du stage. A ce stade, une méthode de diffusion est d'ores et déjà construite et devra être mise en œuvre pour assurer une bonne utilisation de l'outil, à la fois en termes d'interprétation et d'analyse, mais aussi en termes de nombre d'utilisateurs ; il ne faudrait pas que l'outil existe mais ne soit pas utilisé. Cette méthode synthétise un triptyque, combinant publication des applications via le site Internet du PETR, présentation lors de réunions publiques et concertation continue avec les élus par l'intermédiaire de canaux internes.

- Publication des applications sur le site Internet du PETR

Le PETR du Pays de Bray est doté d'un site Internet, intégralement géré par les agents en interne. Ce dernier est régulièrement mis à jour et constitue une porte d'entrée vers les activités du PETR bien connue des élus : <https://www.paysdebray.org/>. Pour maintenir ce site, le PETR utilise un outil gratuit de conception de pages Internet, nommé Wix. Son interface permet à des administrateurs non-experts de modifier facilement la disposition et le contenu du site, et donc de proposer une large gamme de fonctionnalités à ses visiteurs. Or, l'une de ces fonctionnalités consiste à intégrer des pages web externes via un lien – il s'agit exactement du mode de connexion aux applications de l'OTTEC. Ainsi, l'intégration directe des pages web des applications au site Internet du PETR permet de conserver une grande souplesse d'affichage : les pages externes, affichées sous forme de fenêtre au sein du site, s'intègrent parfaitement à son interface, au point qu'un utilisateur non averti ne peut en déduire l'origine extérieure (en l'occurrence, GitHub).

Outre l'intégration particulièrement efficace des applications, l'utilisation de l'outil Wix permettra de palier certaines limites de l'OTTEC sous sa forme actuelle et même de l'enrichir, non pas en productions cartographiques, mais en modules annexes. Ces modules pourront notamment prendre la forme d'une description plus poussée des métadonnées, le widget de détection automatique des sources intégré aux applications produisant un résultat très partiel. Le site Internet du PETR pourra alors accueillir, au choix, un document complémentaire ou bien une page dédiée au sujet. De plus, la gestion des métadonnées n'est pas le seul aspect qui pourra bénéficier d'une mise en ligne sur le site Internet : il sera également possible de publier un tutoriel à destination des utilisateurs de l'OTTEC. L'objectif est alors de proposer un ensemble de conseils d'utilisation et de décrire finement les intérêts de l'OTTEC, auprès d'un public éloigné du maniement des outils numériques. Il peut également être pertinent de produire des vidéos courtes de tutoriels, pouvant elles aussi être intégrées au site Internet du PETR.

Enfin, cette méthode de mise en ligne présente un avantage sur le plan de la sécurisation des données. Wix autorise en effet le verrouillage des pages avec un mot de passe ; il est donc tout à fait envisageable de définir des niveaux d'accès à l'outil par ce biais. Ainsi, la ou les pages comprenant les applications de l'OTTEC pourront être sécurisées et

accessibles uniquement par un mot de passe, transmis par ailleurs aux élus. Cela permettra de conserver l'architecture actuelle du site Internet, qui est ouvert et donc consulté par le grand public. Cette dimension est d'autant plus centrale que certaines données utilisées par les applications sont sensibles (par exemple, la localisation d'espèces rares) ou doivent faire l'objet d'un conventionnement pour permettre leur diffusion.

- Présentation de l'OTTEC lors de réunions publiques

L'OTTEC et ses applications seront également présentées à l'occasion de réunions publiques. Si les modalités de ces réunions ne sont pas nécessairement fixées à ce stade, l'idée est de saisir toutes les opportunités de présentation de l'outil lorsqu'elles se présenteront (comités syndicaux, comités de pilotage, réunions d'information avec les élus, consultations LEADER...). Cela dit, des réunions sont déjà planifiées et l'OTTEC y sera présenté avec certitude. Ces réunions auront lieu à la fin du mois de juin 2025, dans le cadre d'une formation relative au fonctionnement des services instructeurs des actes d'urbanisme à destination des élus, et seront l'occasion de démontrer la pertinence de l'OTTEC, notamment l'application « Autorisations du Droit des Sols », dans la construction des documents de planification territoriale. L'objectif de ces présentations sera de préfigurer la mise en ligne de l'OTTEC sur le site Internet du PETR, de faire connaître l'outil, mais aussi éventuellement de l'améliorer et de le peaufiner selon les retours que les élus pourront formuler au cours des réunions.

- Concertation continue avec les élus à long terme

En dernier lieu, ce travail prévoit une mise en concertation des élus avec le PETR pour continuer à faire connaître et faire vivre l'OTTEC. Cette concertation s'appuiera sur les canaux internes à la vie du PETR, comprenant une communication à distance (mail et téléphone) et en présentiel (visites ponctuelles des élus, entretiens individuels ou en petits groupes au sein du PETR).

A ce titre, les échanges à distance s'effectueront à double-sens. D'abord, les mails seront mobilisés pour mettre au point une newsletter adressée à l'ensemble des élus du territoire. Celle-ci aura une périodicité mensuelle et visera à informer les élus quant aux nouvelles données acquises, les applications développées et plus globalement quant aux mises à jour de l'observatoire. Elle permettra à la fois d'accompagner les élus dans la prise en main de l'OTTEC et de leur rappeler régulièrement la pertinence et/ou l'existence de l'outil, tout en attestant du travail engagé par le PETR et justifiant son action auprès d'eux. En plus des mails, des appels téléphoniques à destination des mairies permettront de s'assurer que l'information est totalement transmise, voire d'apporter un support individualisé aux élus lorsque cela est nécessaire. Ces deux canaux de communication pourront également faire l'objet de remontées de la part des élus, qui pourront ainsi solliciter le PETR sur les aspects de leur choix. Il s'agit donc d'une communication du PETR à destination des élus, mais qui appelle à un retour de ces derniers.

Les opérations de communication en présentiel, similaires aux présentations lors de réunions publiques, pourront elles advenir spontanément à l'occasion de la visite d'un

ou de plusieurs élus, et être planifiées à l'avance. Elles viseront à établir un rapport élu-technicien plus dynamique et engageant, les échanges en face-à-face étant susceptibles d'être plus riches et constructifs qu'à distance. Dans les deux cas, le déploiement de méthode d'entretien qualitatif ou de questionnaires pourra apporter une profondeur supplémentaire à ces échanges et ainsi alimenter les réflexions quant aux évolutions de l'OTTEC. Celui-ci deviendra alors un support de dialogue élu-technicien, proposant une démarche proactive de concertation continue.

➤ *A plus long terme, que deviendra l'OTTEC ?*

L'Observatoire Territorial de la Transition Écologique et Climatique, tel qu'il a été conçu dans le cadre de ce stage, constitue une première version aboutie et fonctionnelle d'un outil destiné à accompagner les élus dans leur compréhension du territoire et leur prise de décision. Pour autant, sa vocation n'est pas de rester statique : il est par nature évolutif. L'OTTEC est donc un outil vivant, amené à se développer, à s'adapter, et à se transformer selon les besoins, les usages et les moyens mobilisables dans le futur. À ce titre, il semble pertinent d'explorer des scénarios prospectifs, qui pourraient structurer son avenir. Ces scénarios, non exclusifs les uns des autres, ouvrent un champ des possibles, qu'il convient d'anticiper et de questionner pour mesurer les apports de ce stage ainsi que les différents chemins qu'il ouvre pour l'OTTEC à plus long terme.

- Scénario 1 : maintien de l'OTTEC à l'identique à l'issue du stage

Un premier scénario envisage le maintien tel quel de l'OTTEC, agrémenté de mises à jour éventuelles mais sans réel enrichissement. Dans ce cas, l'outil resterait avant tout un support de visualisation ponctuel, utilisé à la marge par certains agents ou élus lorsqu'ils en ressentent le besoin. Cette posture présente l'avantage de ne recourir à aucune dépense, qu'elle soit humaine ou financière. Mais elle comporte aussi un risque majeur : celui de la désuétude progressive de l'outil. Les données non actualisées perdraient rapidement en pertinence, notamment pour les thématiques les plus sensibles aux évolutions (occupation du sol, foncier, habitat, biodiversité...). En l'absence d'une démarche de veille et de mise à jour régulière, l'OTTEC pourrait devenir un outil peu fiable voire même obsolète, laissé à l'abandon dans une acception maximaliste de ce scénario. Ce scénario, s'il devait se produire, traduirait l'incapacité du PETR à maintenir l'ingénierie nécessaire à la pérennité de l'OTTEC, dans un contexte de raréfaction des ressources financières des pouvoirs publics. Il serait donc nécessaire, y compris dans une perspective minimaliste, de prévoir une routine de maintenance de l'outil, comprenant l'identification d'un ou de plusieurs agents chargés d'entretenir l'OTTEC, associée à une périodicité de mise à jour des données. Ce scénario est le plus pessimiste des quatre établis, mais également le moins probable compte tenu de la volonté du PETR de faire vivre l'OTTEC à long terme, fort du soutien de ses élus. Toutefois, ce travail tient à prévenir les risques qui pourraient menacer l'observatoire, et donc à les expliciter afin de mieux les contrer.

- Scénario 2 : enrichissement continu et adaptation au-delà du stage

Un deuxième scénario, plus positif, repose sur un enrichissement progressif de l'OTTEC et une adaptation continue aux besoins exprimés, par les élus comme par les techniciens. Dans cette optique, l'observatoire intégrerait au fil du temps de nouvelles thématiques, en affinant les données existantes, ou en s'ouvrant à de nouveaux usages internes voire externes. Il pourrait également dépasser la mise au point d'applications thématiques pour proposer une ou quelques applications plus transversales, centralisant l'intégralité des thématiques abordées. L'OTTEC deviendrait alors un outil d'aide à la décision complet, mobilisé non seulement à des fins de visualisation, mais aussi comme base d'analyse spatiale dans la mise en œuvre de politiques publiques (SCoT, PCAET, ZAN, CRTE, etc.). De plus, il pourrait également s'ouvrir à d'autres publics, notamment aux porteurs de projets ayant été identifiés comme une cible privilégiée par le PETR. Cette trajectoire suppose au minimum que l'outil soit pleinement intégré dans les missions des agents du PETR, voire qu'il fasse l'objet d'une mission à part entière. Le recrutement d'un agent formé à la gestion des données géographiques, capable de répondre aux demandes d'ajout ou de suppression de données, et d'alimenter l'observatoire de façon cohérente représenterait alors un atout majeur. Ce scénario implique un engagement soutenu en faveur du développement de l'outil mais demeure, au moment où ce travail est rédigé, le plus probable.

- Scénario 3 : une refonte pour une montée en puissance de l'OTTEC

Un troisième scénario interroge la pérennité de l'architecture actuelle de l'OTTEC. À mesure que l'outil se développera, les limites inhérentes à QGIS2Web pourraient devenir contraignantes : impossibilité pour l'utilisateur d'effectuer des géotraitements, possibilités de représentation limitées, absence de fiche statiques statistiques... Face à ces écueils, une refonte partielle ou totale de la structure technique de l'observatoire pourrait être envisagée. Elle pourrait passer par l'adoption de solutions plus puissantes et modulables, ayant notamment recours à des méthodes de webmapping plus expertes (notamment via R Shiny), voire, si les moyens le permettent, en acquérant une licence ArcGIS Online. Ces solutions offrent des fonctionnalités avancées, mais elles demandent aussi des compétences techniques plus poussées et pouvant induire des investissements financiers relativement lourds. Ce changement de paradigme technique nécessiterait un travail préparatoire important, notamment en termes de formation et de transfert des contenus existants. De plus, il ne pourrait advenir que si les attentes vis-à-vis de l'OTTEC se renforçaient durablement. Autrement dit, la question du changement de la nature technique ne doit pas précéder la consolidation des usages : c'est parce que l'OTTEC deviendrait central dans l'aménagement du territoire brayonnais qu'un outil plus performant pourrait être développé, et non l'inverse. Au moment où ce travail est rédigé, ce scénario demeure peu probable au regard de l'investissement déjà fourni dans l'outil actuel et du coût qu'il induirait.

- Scénario 4 : vers un dépassement du territoire brayon dans une logique coopération inter-structure

Enfin, un quatrième scénario serait celui de la mutualisation de l'outil avec d'autres structures, et donc d'autres territoires. L'OTTEC, conçu initialement pour le Pays de Bray, pourrait inspirer ou être partagé avec d'autres structures, notamment celles qui ne disposent pas de WebSIG ou d'outils similaires. Cette perspective pousserait au développement d'un modèle d'observatoire « duplicable », permettant de réduire les dépenses du PETR et celles des structures partenaires. L'on pourrait ainsi imaginer un outil collaboratif, que chaque structure alimenterait, évitant de faire reposer l'intégralité du coût de mise en œuvre de l'observatoire sur le PETR à lui seul. Un tel scénario place également le PETR comme pourvoyeur de données et d'information vis-à-vis des structures partenaires potentielles. Elle suppose toutefois que l'OTTEC soit rendu suffisamment modulaire, que sa documentation soit claire, et que les responsabilités de gestion et de développement soient partagées entre plusieurs structures. Elle soulève donc questionnements de gouvernance de l'outil et d'homogénéisation des méthodes, qu'il conviendrait d'anticiper si une telle trajectoire se dessinait. Au moment où ce travail est rédigé, ce scénario demeure relativement probable, au moins pour son volet de partage des données : la mutualisation technique de construction de l'outil n'est pas encore prévue, mais la coopération en matière de partage de données est déjà pleinement envisagée.

Ces différents scénarios sont non exclusifs et peuvent au contraire s'articuler ensemble au fil du temps : ils sont tous porteurs d'atouts, de menaces et de défis qui sont susceptibles de se combiner et de s'entraîner mutuellement. Son avenir dépendra autant de la volonté des acteurs locaux à s'en saisir que de leur capacité à l'ancrer durablement dans leurs pratiques. Il appartiendra alors au PETR de faire vivre cet outil, de l'adapter, de le faire valoir, voire de le transformer, pour qu'il continue de répondre à sa vocation première : rendre accessible, lisible et intelligible la complexité d'un territoire rural en transition.

Conclusion

La réalisation de ce travail a été extrêmement enrichissante sur les plans professionnel et personnel, comme académique et scientifique. De février à juillet 2025, il a initié un véritable apprentissage de la gestion de projet SIG, culminant en la création d'un WebSIG sur-mesure au service de l'aménagement du territoire et plus globalement de la transition écologique brayonne. Le stage a ainsi permis de mobiliser pleinement les compétences techniques développées au cours de ces cinq dernières années d'études, mais aussi et surtout de tirer parti de la posture analytique et réflexive propre au regard du géographe. Aussi, avant de dresser le bilan personnel et professionnel de cette période riche en enseignements, ce travail propose une ultime lecture plus théorique des aboutissements de l'OTTEC, en les replaçant dans le cadre de la problématique initiale et des questionnements qui ont structuré ce travail.

De nombreux éléments de réponse semblent pouvoir être apportés à la problématique directrice de ce travail. D'abord, l'OTTEC répond à une nécessité de centralisation et de clarification de l'information géographique dans un contexte de dispersion des données et de méconnaissance partielle de certains enjeux locaux. Ensuite, il remplit une fonction d'outil d'aide à la décision et à l'élaboration des politiques publiques, accompagnant la transition écologique du Pays de Bray. Il s'inscrit à ce titre comme un support d'analyse à destination des élus et des techniciens, permettant une lecture fine et inédite du territoire. Sa nature évolutive et interactive ouvre la voie à des productions analytiques avancées, permettant la visualisation et le croisement des enjeux locaux spécifiques, pour tendre vers une compréhension structurelle de ces derniers, en lien avec des dynamiques sociétales plus globales. Enfin, l'OTTEC marque un renouvellement du rapport élu-territoire. La connaissance spatiale du Pays de Bray devient une information partagée et cohérente, traduisant la pluralité des enjeux du territoire, transformant le rôle des élus, non plus seulement destinataires passifs d'informations, mais bien acteurs actifs capables de naviguer dans un environnement numérique étoffé et ainsi de fonder leurs décisions au plus proche des réalités brayonnes. L'OTTEC incarne alors, à son échelle, une mutation de la culture locale de l'aménagement du territoire et de la géomatique.

Concernant plus spécifiquement les questions de travail formulées en amont de la construction de l'OTTEC, il est possible de préciser :

- Le Pays de Bray est confronté à une série d'enjeux locaux majeurs, parmi lesquels la consommation foncière (dans le cadre du ZAN), la préservation de la biodiversité, la gestion des risques naturels, la mobilité ou encore l'accès à des données structurées. L'OTTEC traduit techniquement ces enjeux en un outil numérique interactif, centralisant les informations et les rendant visibles et exploitables via un WebSIG accessible aux élus et aux techniciens.
- Pour y répondre, l'OTTEC propose des visualisations cartographiques dynamiques, couplées à des outils d'analyse statistique et spatiale en développement (typologie,

tendances, profils territoriaux...). Ces possibilités permettront à terme de dépasser la seule consultation de données pour tendre vers une lecture inédite du territoire.

- Les données mobilisées par l'OTTEC sont issues de sources institutionnelles (INSEE, IGN, opérateurs de l'État, PETR...) et portent sur de nombreuses thématiques (environnement, urbanisme, agriculture...) sans que celles-ci soient exhaustives ou limitantes. Leur pertinence repose sur leur qualité et leur complémentarité, qui permet de révéler des synergies ou contraire des menaces insoupçonnées.
- Afin de les rendre accessibles aux élus, ces données ont été restructurées et représentées selon les normes de sémiologie cartographique, accompagnées de métadonnées et de supports pédagogiques.
- À ce jour, certains points d'amélioration de l'outil demeurent. Mais leur existence tient plus à des contraintes temporelles et financières qu'à des défauts qui seraient intrinsèques à l'outil.

Finalement, l'OTTEC est au sens de ce travail, plus qu'un WebSIG : c'est une manière d'envisager l'aménagement local. En connectant durablement les élus à leur territoire par le biais du numérique, il fait entrer le Pays de Bray dans l'ère du géoweb, celle où l'information géographique devient accessible partout, tout le temps. Il modernise l'action publique de ce territoire rural de l'Est normand et l'aide à passer d'un état à l'autre, à s'adapter à des enjeux qui le dépassent, ou qui au contraire lui sont très spécifiques : il l'aide à transitionner.

Sur le plan professionnel et personnel enfin, ce travail a été source d'une grande satisfaction. Le sujet de travail proposé par ce stage était non seulement particulièrement intéressant et responsabilisant, mais savoir que les efforts investis durant six mois participeront directement à renforcer le Pays de Bray dans sa transition écologique constitue une grande fierté. De plus, les missions réalisées ont permis d'évoluer auprès de nombreux interlocuteurs et de consolider une culture de l'aménagement du territoire que les apports théoriques universitaires avait déjà bien préparée. Ce stage a ainsi donné vie à un outil qui, au regard des premiers retours formulés, fait déjà avancer le territoire : cela est d'autant plus gratifiant lorsque l'on est soi-même gournaisien de naissance et neufchâtelois d'adoption.

Le stage a permis l'acquisition ou le perfectionnement d'un large panel de savoirs-faires techniques, par l'utilisation avancée de QGIS, mais aussi la découverte d'une méthode de webmapping originale via Github et dans une moindre mesure ArcGIS Online. Néanmoins, les apports du stage ne se limitent pas à des compétences techniques : il a aussi été l'occasion de développer une capacité de réflexion et de compréhension des enjeux concrets d'un territoire et de leurs implications. Il a donc croisé des compétences techniques à des compétences humaines, organisationnelles et analytiques, permettant d'acquérir une expérience complète en gestion de projet SIG : l'OTTEC était, au début du stage une idée, un magma à stabiliser, et il est aujourd'hui devenu un observatoire vivant.

Cette expérience de six mois a pleinement confirmé la motivation à travailler au sein du service public, et à plus forte raison encore en collectivité. Elle a permis d'être témoin de certaines tensions et limites (notamment financières) qui régissent la vie des collectivités, qui parviennent pourtant à assurer un service public – d'après ce qu'il a pu en être observé au cours du stage – d'une très grande qualité. D'autre part, cette expérience a démontré toute la pertinence d'une formation de géographe, tout à fait ancrée dans les réalités contemporaines et correspondant aux besoins des structures publiques. Ces atouts autorisent un véritable optimisme quant aux perspectives d'insertion professionnelle à court terme.

Dans tous les cas, l'histoire de l'OTTEC ne s'arrête pas avec ce stage. De nouveaux enjeux continueront d'émerger dans le Pays de Bray, amenant avec eux leur lot de questionnements et de défis. Quelle trajectoire de transition le Pays de Bray suivra-t-il à long terme ? Quelles dynamiques les élus impulseront-ils ? Quelles évolutions réglementaires viendront transformer l'action publique ? *In fine*, comment l'OTTEC s'adaptera-t-il à tous ces enjeux ? Une fois encore, la géographie apparaît toute désignée pour répondre à ces questionnements transversaux, capable d'embrasser la complexité et la diversité des enjeux sociétaux contemporains.

Bibliographie :

Abrassart, C., Jarrige, F. et Bourg, D. (2020). Introduction : Low-Tech et Enjeux Écologiques – Quels Potentiels Pour Affronter les Crises ? *La Pensée écologique*, 5(1), 1-1.

Arrow K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing, *The Review of Economic Studies*, Volume 29, Issue 3, pp. 155–173

Balme, L. (2008). Interfaces homme-machine plastiques : une approche par composants dynamiques. *Informatique*. Université Joseph-Fourier – Grenoble I.

Boissière, J., Fau, S., & Pedró, F. (2013). Une révolution numérique globale. *Le numérique : Une chance pour l'école* (pp. 19-29). Armand Colin.

Cubizolle, H. (2009). Chapitre 9. L'interprétation des Données Géomorphologiques et Pédologiques. *Paléoenvironnements* (pp. 177-208). Armand Colin.

Denègre, J., Salgé, F. (2009). Architecture générale et fonctionnalités des SIG. *Les systèmes d'information géographique* (pp. 63-87). Presses Universitaires de France.

Denis, M. (1979). Chapitre XII – L'image et les processus d'acquisition. *Les Images mentales* (p. 190-217). Presses Universitaires de France.

Derdale, E. (2015). Les PETR : cuisine et dépendances d'une réforme territoriale méconnue. *Civitas Europa*, 35(2), pp. 139-160.

De Sède-Marceau, M.-H., Moine, A. et Thiam, S. (2011). Le développement d'observatoires territoriaux, entre complexité et pragmatisme. *L'Espace géographique*, Tome 40(2), pp. 117-126.

Frémont A. (1976), *La Région, espace vécu.*, p. 290. Flammarion

Frochot, D. (2019). Les systèmes d'information géographique et le droit. *Archimag*, 326(6), pp. 40-41.

Goodchild M., (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *Geojournal*, 69 (4), pp. 211-221.

Hilal M., Barczak A., Tourneux F.-P., Schaeffer Y, Houdart M.-M., et al. Typologie des campagnes françaises et des espaces à enjeux spécifiques (littoral, montagne et DOM). 2011.

Izembard, A. (2020). Loi D'orientation des Mobilités : Du Transport à la Mobilité. *Droit et Ville*, 89(1), pp. 281-292.

Jakobowicz, E. (2024). Lexique de la Data Science. Python pour le data scientist – 3e éd. Des bases du langage au machine learning (pp. 393-397). Dunod.

Joliveau, T. (2011). Le géoweb, un nouveau défi pour les bases de données géographiques. *L'Espace géographique*, 40(2), pp. 154-163.

Joliveau, T., Noucher, M. et Roche, S. (2013). La Cartographie 2.0, Vers une Approche Critique D'un Nouveau Régime Cartographique. *L'Information géographique*, 77(4), pp. 29-46.

Lecolinet, E. et Pook, S. (2002). Interfaces zoomables et Control menus Techniques focus+contexte pour la navigation interactive dans les bases de données. *Les Cahiers du numérique*, . 3(3), pp. 191-210

Libourel, É. (2024). Outils de la géographie. Dans Ciattoni, A. & Veyret, Y. (dir.), *Les fondamentaux de la géographie* (4e éd., pp. 360-367). Armand Colin.

Maalej, W., Robillard, M. P., Zimmermann, T., & Begel, A. (2024). *User feedback in software engineering: State of practice and open challenges*. arXiv

McKinney W. (2012), Python for Data Analysis, p. 492. O'Reilly.

Mericskay, B. (2011). Les SIG et la cartographie à l'ère du géoweb : Vers une nouvelle génération de SIG participatifs. *L'Espace géographique*, 40(2), pp. 142-153.

Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., Lahanier-Reuter, D. (2013). Noosphère. *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques* (pp. 143-146). De Boeck Supérieur.

Société d'Histoire du Pays de Bray Normand et Picard (S.H.P.B.), (2021), La Boutonnière de Bray, p. 248. Delattre.

Webographie :

Centre de ressources Natura 2000 (2025). Qu'est-ce que Natura 2000 ?

<https://www.natura2000.fr/qu-est-ce-que-natura-2000>

CEREMA (2022). Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT).

<https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/schema-coherence-territoriale-scot>

CEREMA (2025). Le contrat de relance et de transition écologique (CRTE).

<https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/contrat-relance-et-transition-ecologique-crte>

CNFPT (2018). Les impacts de la transition numérique sur les métiers de la fonction publique territoriale.

https://www.cnfpt.fr/sites/default/files/13746-etude_numerique-v12.pdf

Institut de l'Information Scientifique et Technique (2025). Les métadonnées.

https://www.inist.fr/wp-content/uploads/donnees/co/module_Donnees_recherche_31.html

Géoconfluences (2024). Espace rural, espaces ruraux. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/espace-rural-espaces-ruraux>

Géoconfluences (2024). Espace vécu. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/espace-vecu>

Géoconfluences (2024). Qu'est-ce que le « rural » ? Analyse des zonages de l'Insee en vigueur depuis 2020. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/actualites/eclairage/grille-densite-zonage-aires-urbaines-definition-rural>

Géoconfluences (2021). Sémiologie graphique. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/semiologie-graphique>

Telepac (2015). Notice explicative pour la déclaration papier d'un dossier PAC. https://www3.telepac.agriculture.gouv.fr/telepac/pdf/tas/2015/Dossier-PAC-2015_notice_depot-papier.pdf

IFAD. (2022). Cartographier le développement rural : Comment utiliser les outils SIG pour surveiller et évaluer les projets. <https://www.ifad.org/fr/w/publications/cartographier-le-developpement-rural-comment-utiliser-les-outils-sig-pour-surveiller-et-evaluer-les-projets>

Parlement européen (2023). Changement climatique : les gaz à effet de serre à l'origine du réchauffement climatique.

<https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20230316STO77629/les-gaz-a-effet-de-serre-a-l-origine-du-rechauffement-climatique>

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. (2008). Qu'est-ce qu'un système d'information géographique ? *Evaluation et gestion des risques naturels* (Cours en ligne). <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/risques-naturels/html/2/22/index.html>

Vie-publique.fr (2023). Qu'est-ce qu'un pôle d'équilibre territorial et rural ? <https://www.vie-publique.fr/fiches/20134-quest-ce-quun-pole-dequilibre-territorial-et-rural-petr>

Table des acronymes

| | |
|---------------|--|
| ADS | Autorisations du Droit des Sols |
| CC | Communauté de Communes |
| CGIS | Canada Geographic Information System |
| CNFPT | Centre National de la Fonction Publique Territoriale |
| CRTE | Contrat de Relance et de Transition Écologique |
| DOCOB | Document d'Objectifs (Natura 2000) |
| ENAF | Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers |
| EPFN | Établissement Public Foncier de Normandie |
| FEADER | Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural |
| IGN | Institut National de l'Information Géographique et Forestière |
| LEADER | Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale |
| MAEC | Mesures Agro-Environnementales et Climatiques |
| N2000 | Natura 2000 |
| OSCGE | Occupation du Sol à Grande Échelle |
| OTTEC | Observatoire Territorial de la Transition Écologique et Climatique |
| PAC | Politique Agricole Commune |
| PCAET | Plan Climat-Air-Énergie-Territoire |
| PETR | Pôle d'Équilibre Territorial et Rural |
| QGIS | Quantum Geographic Information System |
| SCOT | Schéma de Cohérence Territoriale |
| SIG | Système d'Information Géographique |
| TIC | Technologies de l'Information et de la Communication |
| ZAN | Zéro Artificialisation Nette |

Table des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 (carte) : Le Pays de Bray, territoire rural, R. Fontaine, 2025 | 15 |
| Figure 2 (frise) : Frise chronologique du ZAN, PETR Pays Vallée du Loir, 2023..... | 18 |
| Figure 3 (carte) : Territoires et action du PETR du Pays de Bray, R. Fontaine, 2025..... | 21 |
| Figure 4 (tableau) : Tableau récapitulatif des besoins de l'OTTEC, R. Fontaine, 2025 | 22 |
| Figure 5 (tableau) : Extrait du tableau d'inventaire, R. Fontaine, 2025..... | 25 |
| Figure 6 (capture d'écran) : Capture d'écran de la nouvelle arborescence n°1, R. Fontaine, 2025 | 25 |
| Figure 7 (capture d'écran) : Capture d'écran de la nouvelle arborescence n°2, R. Fontaine, 2025 | 26 |
| Figure 8 (tableau) : Tableau comparatif des solutions logicielles, R. Fontaine, 2025..... | 30 |
| Figure 9 (schéma) : Schéma explicatif du tandem QGIS2Web et GitHub, R. Fontaine, 2025 | 31 |
| Figure 10 (capture d'écran) : Capture d'écran de l'application prototype MAEC/N2000, R. Fontaine, 2025..... | 26 |
| Figure 11 (tableau) : Tableau de présentation des widgets QGIS2Web, R. Fontaine, 2025.. | 36 |
| Figure 12 (capture d'écran) : Capture d'écran commentée de l'application ADS, R. Fontaine, 2025 | 38 |
| Figure 13 (capture d'écran) : Capture d'écran de l'application CRTE, R. Fontaine, 2025 | 39 |
| Figure 14 (capture d'écran) : Capture d'écran de l'application Bray Gourmand, R. Fontaine, 2025 | 40 |
| Figure 15 (capture d'écran) : Capture d'écran de l'application Environnement & Biodiversité, R. Fontaine, 2025..... | 41 |
| Figure 16 (tableau) : Tableau récapitulatif des applications de l'OTTEC au 12/05/2025, R. Fontaine, 2025..... | 42 |

Annexes

Dans le cadre de la diffusion de ce mémoire, les annexes ont été masquées

