

## FRAGMENTATION DES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS EN NORMANDIE

► **PRESSION**

ÉTAT

RÉPONSE



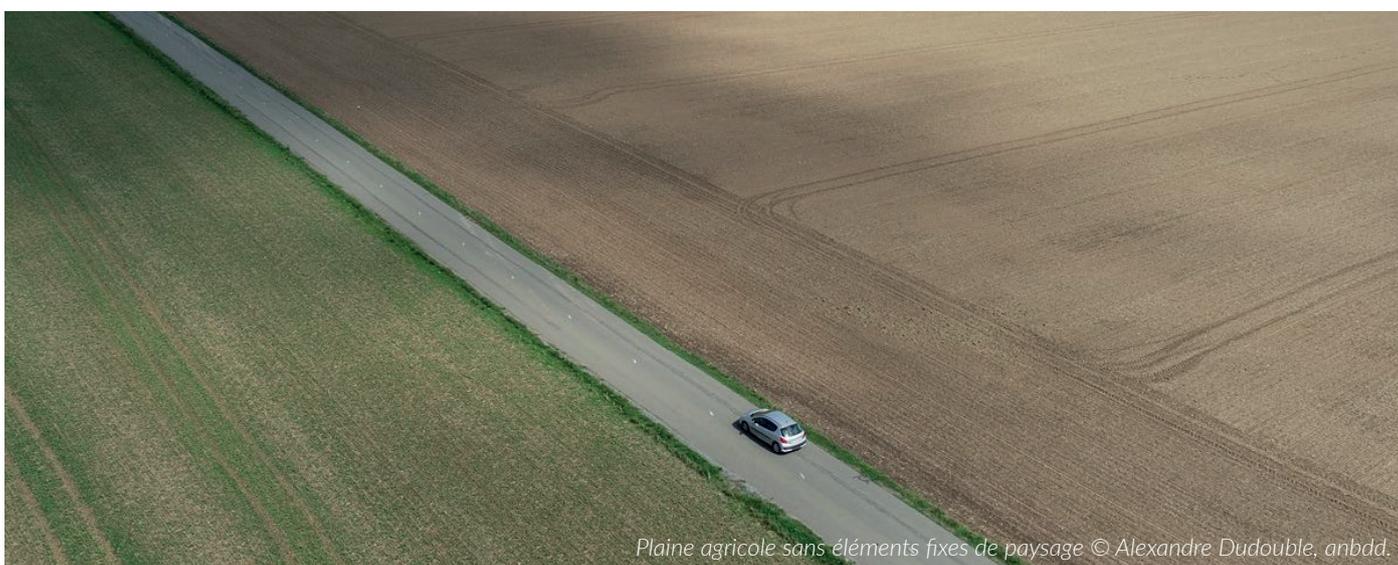
## CHIFFRES CLÉS EN NORMANDIE

- **16,6 km<sup>2</sup>** : surface effective de maille non fragmentée en 2023.
- **Diminution de la taille effective de maille de 5,3 %** entre 2012 et 2023 en Normandie, ce qui traduit une augmentation de la fragmentation du territoire.

## CE QU'IL FAUT RETENIR

Avec une surface effective de maille non fragmentée égale à 16,6 km<sup>2</sup> en 2023, la Normandie est une région avec de nombreux éléments fragmentants. Ce chiffre est le témoin de la faible continuité entre les espaces naturels normands.

Les territoires les plus touchés se situent dans le Pays de Caux, sur la plaine de Caen, sur le Plateau de l'Eure et dans le Vexin Normand. À l'inverse, les espaces naturels et semi-naturels les moins fragmentés se situent majoritairement dans l'Orne, la Manche et dans l'est du Calvados. Bien que les éléments fragmentants induisent des perturbations écologiques importantes, ils continuent de s'étendre. Ainsi la fragmentation des espaces naturels et semi-naturels a augmenté de 5,3 % entre 2012 et 2023.



Les habitats sont composés d'un milieu (**le biotope**) et d'êtres vivants qui interagissent entre eux et avec le milieu (**la biocénose**). La **conservation des habitats naturels** constitue un enjeu majeur pour la préservation de la biodiversité afin d'éviter qu'ils continuent à être dégradés, détruits et fragmentés par les pressions liées aux activités humaines [1].

La fragmentation des espaces naturels est évaluée par la taille effective de maille. Il s'agit de la taille qu'auraient les fragments d'espaces naturels s'ils avaient tous la même surface, au sein du territoire étudié. L'indicateur reflète à la fois la surface des espaces naturels dans le territoire et leur degré de découpage. La fragmentation des espaces naturels est défavorable à de nombreuses espèces, d'une part à cause de la faiblesse des surfaces accessibles, et d'autre part par l'isolement, le cloisonnement des différents espaces naturels [2].

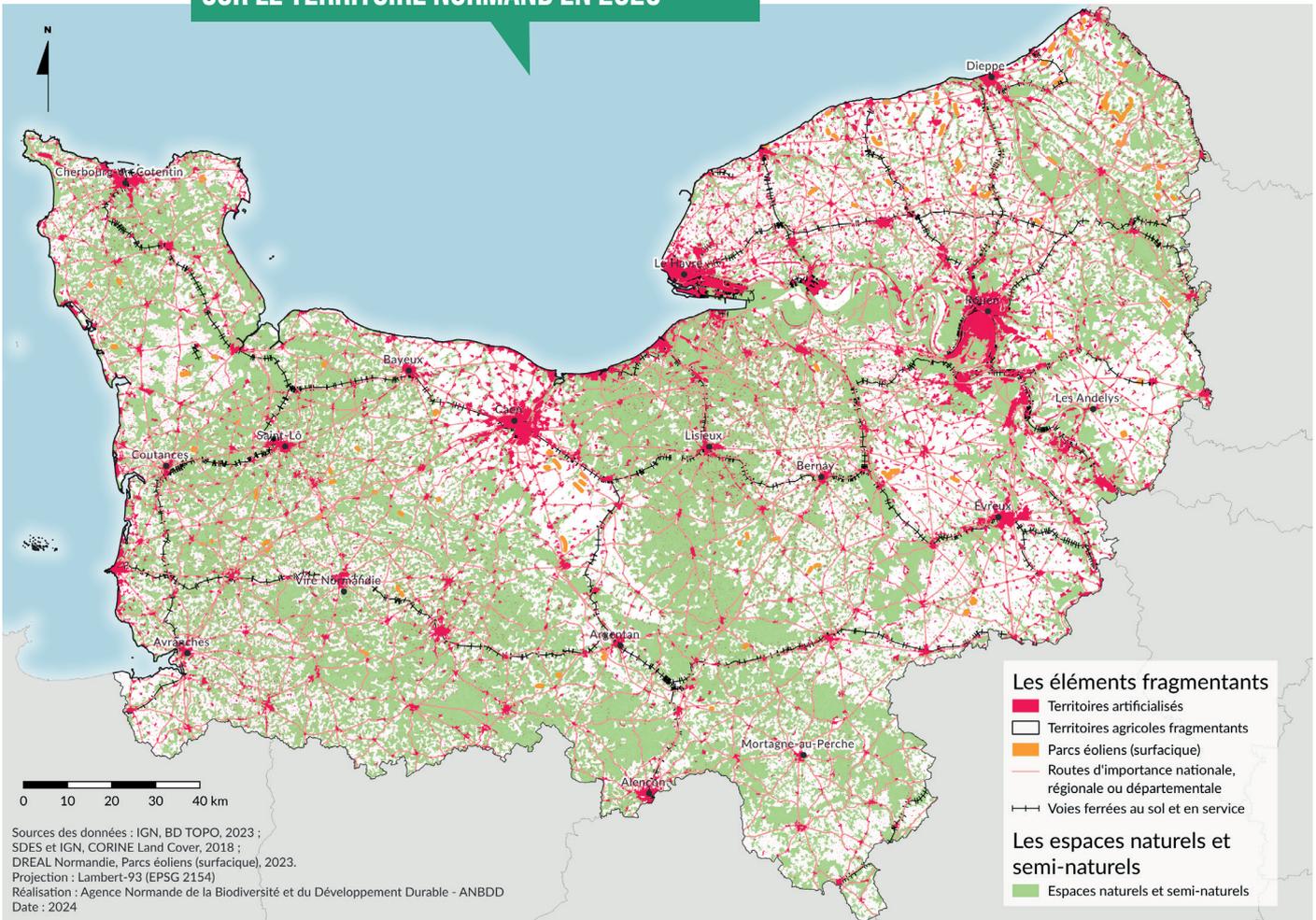
Seront considérés ici comme espaces naturels et semi-naturels les occupations des sols suivantes, issues de la base de données CORINE Land Cover (pour plus d'information sur la signification de chaque occupation des sols, se référer à la documentation CORINE Land Cover [3]) : Prairies ; Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants ; Forêts de feuillus ; Forêts de conifères ; Forêts mélangées ; Pelouses et pâturages naturels ; Landes et broussailles ; Forêt et végétation arbustive en mutation ; Plages ; Dunes et sable ; Roches nues ; Marais intérieurs ; Tourbières ; Marais maritimes ; Zones intertidales ; Cours et voies d'eau ; Plans d'eau ; Lagunes littorales ; Estuaires ; Mers et océans. (Code : 231 ; 243 ; l'ensemble des codes 3-- ; l'ensemble des codes 4-- et l'ensemble des codes 5--).

**La fragmentation des espaces naturels et semi-naturels est l'une des cinq principales causes d'érosion de la biodiversité. Ses conséquences directes ou indirectes sont nombreuses et comprennent l'extinction des espèces, la diminution des habitats naturels et la disparition du patrimoine paysager de Normandie.**

La fragmentation des milieux engendre un fractionnement des habitats et une réduction de leur surface totale, ce qui est défavorable pour de nombreuses espèces. En effet, la libre circulation des espèces et l'espace de vie dont elles disposent sont des facteurs clés à leur maintien et donc à la préservation de la biodiversité. Qu'il s'agisse de faune, de flore ou de fonge, toutes les **espèces** se déplacent pour accomplir **les différentes phases** de leur **cycle de vie** (reproduction, alimentation, repos, hibernation, etc.). Les espèces peuvent également se déplacer d'une génération d'individus à une autre. Elles peuvent se déplacer de manière volontaire (ramper, marcher, voler) ou utiliser d'autres espèces, le vent ou l'eau [1]. **La fragmentation, en diminuant la taille des surfaces accessibles, augmente les risques d'isolement et le cloisonnement des espaces naturels et par conséquent des espèces, favorisant alors un isolement génétique de la population pouvant favoriser la consanguinité et l'apparition de maladies. De plus, les éléments fragmentants tels que les routes engendrent une mortalité directe des espèces à cause de la circulation.**

# LES ÉLÉMENTS FRAGMENTANTS DE NORMANDIE

## LOCALISATION DES ÉLÉMENTS FRAGMENTANTS SUR LE TERRITOIRE NORMAND EN 2023



Principalement d'origine anthropique, les éléments à l'origine de la fragmentation sont de plusieurs natures :

- **les territoires artificialisés** tels que les grandes villes normandes comme Caen, Rouen, Le Havre, Alençon, Evreux, Cherbourg, Saint-Lô, etc. ;
- **les territoires agricoles fragmentants**, soit principalement les terres arables ;
- **le réseau routier**, dont on a retenu les trois premiers niveaux d'importance selon la base de données utilisée (BD TOPO). L'attribut 'Importance' matérialise une hiérarchisation du réseau routier, non pas sur un critère administratif, mais sur l'importance des tronçons de route pour le trafic routier [4].
- **les voies ferrées** en service et au sol, comme les lignes Le Havre-Paris Saint-Lazare, Cherbourg-Caen-Paris, Evreux-Caen, Caen-Rennes, Argentan-Granville, etc. ;
- **les parcs éoliens**.

L'ensemble du territoire est tapissé par ces différents éléments fragmentants. Les espaces naturels et semi-naturels de Normandie sont également impactés par ces infrastructures et par l'urbanisation. En parallèle de la densification des réseaux et des infrastructures routières, le trafic a beaucoup augmenté au cours des dernières décennies.

Les zones agricoles telles que les terres arables avec peu ou pas d'éléments semi-naturels ou éléments fixes du paysage (arbres isolés, surfaces en herbe, haies, bords de chemin...) peuvent également être une source de fragmentation. En effet, sans éléments naturels ou semi-naturels, les espèces vont avoir plus de difficultés à effectuer tout ou partie de leur cycle de vie faute d'un environnement favorable. De plus, elles vont avoir une capacité de dispersion plus faible au sein des terres arables (risque de prédation accentué, pas de corridor de déplacement (trame verte), etc.).

Certaines espèces ou groupes d'espèces sont plus sensibles que d'autres à la fragmentation. Les plus sensibles sont, entre autres, celles à faible capacité de dispersion ou très inféodées à un milieu particulier (espèces sténoèces pour leurs critères de milieu). **On notera que les éléments fragmentants le sont pour une proportion plus ou moins grande d'individus, d'espèces et de groupes d'espèces.** Autrement dit, un élément fragmentant n'empêchera pas complètement les individus, espèces et groupes d'espèces de le traverser, mais rendra leur passage plus ou moins difficile selon les individus, les espèces et les groupes d'espèces considérés (par exemple une route sera beaucoup moins fragmentante pour un oiseau que pour un mammifère terrestre).

## Milieux aquatiques d'origine artificielle

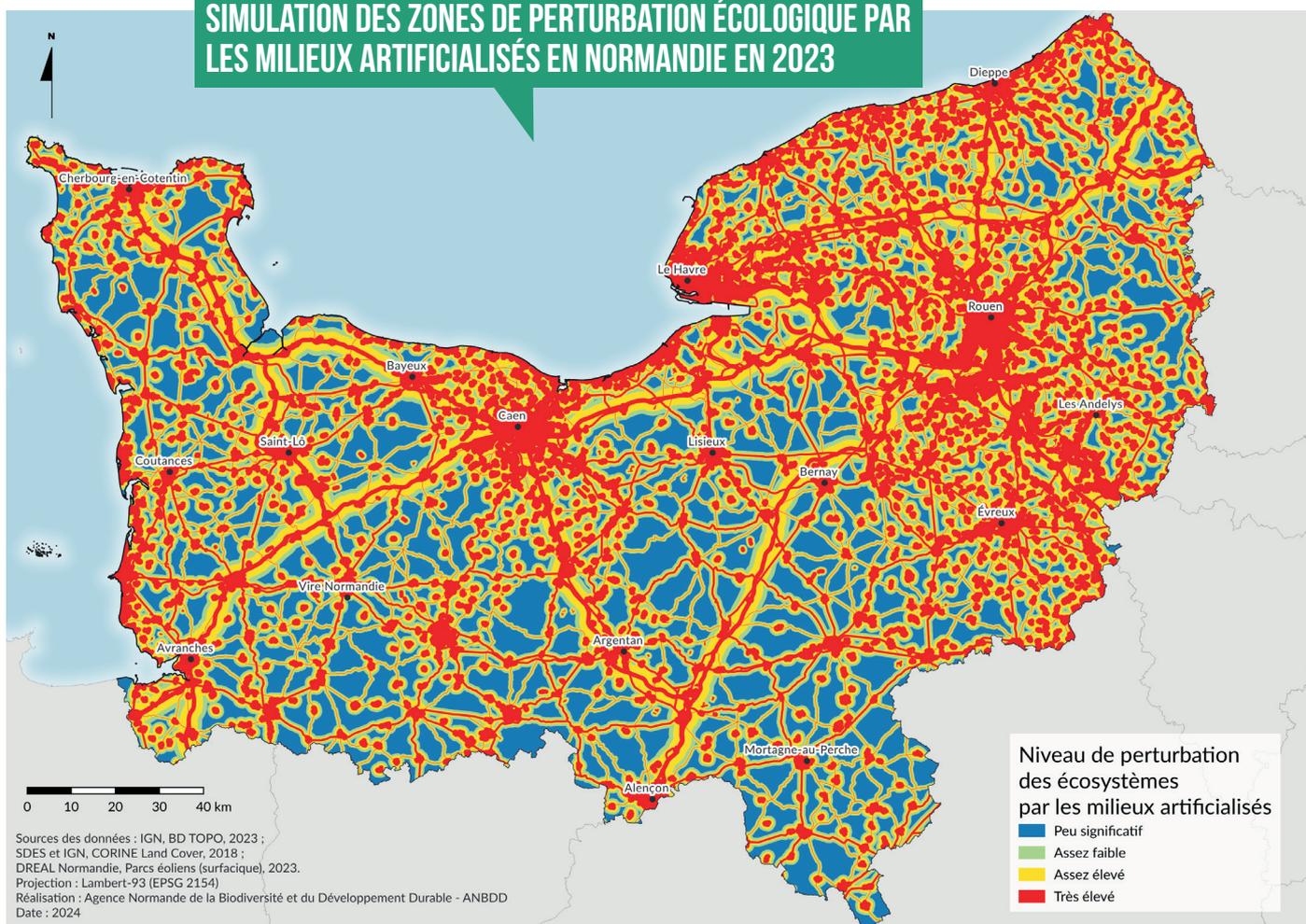
Les milieux aquatiques d'origine artificielle (c'est-à-dire construits par l'homme) tels que les canaux ou les ballastières, ne sont pas comptés comme éléments fragmentants dans les indicateurs présentés dans ce document, d'une part pour des raisons techniques de disponibilité historique de la donnée, et d'autre part car ces milieux peuvent être considérés comme des milieux peu fragmentants pour plusieurs raisons.

En effet, les canaux peuvent parfois accueillir une diversité d'espèces comparable à celle des cours d'eau naturels [5]. De plus, des espèces animales et végétales que l'on penserait a priori incapables de traverser de larges rivières [6], [7] ou des canaux [8], y parviennent.

Cependant, ce propos reste à nuancer car les milieux aquatiques d'origine artificielle engendrent une perte d'habitats, c'est-à-dire un changement par rapport au milieu originel (terrestre) sur lequel ils sont implantés. Un autre élément de nuance est le fait que leurs berges et leur morphologie globale sont souvent très artificialisées (berges verticales, rectification morphologique, etc.), réduisant le nombre de taxons présents, à la fois dans le milieu aquatique, mais aussi sur les berges [9], et pouvant également rendre plus difficile leur traversée par des espèces terrestres non volantes.

## DES MILIEUX ARTIFICIALISÉS À L'ORIGINE DE NIVEAUX DE PERTURBATION ÉCOLOGIQUE VARIABLES

### SIMULATION DES ZONES DE PERTURBATION ÉCOLOGIQUE PAR LES MILIEUX ARTIFICIALISÉS EN NORMANDIE EN 2023



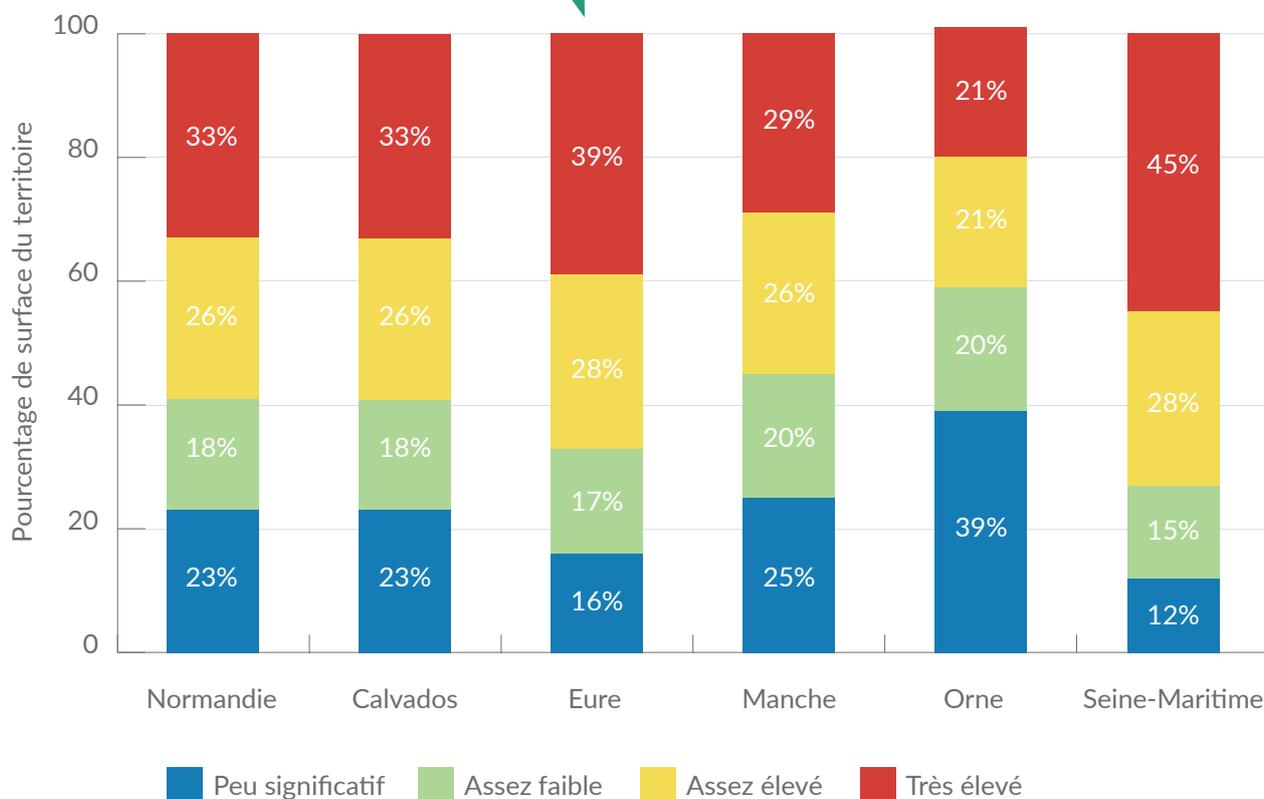
Les infrastructures de transport, les éoliennes et les villes, en tant qu'éléments de fragmentation, provoquent une perte nette des espaces naturels en raison de leur emprise réelle au sol. Au-delà de cet impact, **ces éléments fragmentants induisent également des perturbations** de par leur localisation à proximité des espaces naturels. **Ces nuisances sont principalement le bruit, la fréquentation humaine, les polluants gazeux et particulaires ainsi que la pollution lumineuse.**

La carte ci-dessus présente une estimation des niveaux de nuisances engendrés par l'artificialisation, les éoliennes et les infrastructures de transport sur les espaces naturels selon leur degré de perturbation. Pour chaque type d'élément fragmentant, une valeur tampon fixe a été définie pour les niveaux de perturbation assez faible, assez élevé et très élevé (voir méthodologie pour plus de détails). On a ainsi une idée des territoires normands (toutes occupation des sols confondues) éloignés des sources de perturbation liées aux milieux artificialisés (bruit, polluants chimiques, pollution lumineuse). Cet indicateur est relativement simple et permet de se représenter facilement les territoires normands exposés ou non à ces sources de perturbation.

On observe ainsi que les espaces naturels subissent une nuisance élevée à proximité des grandes agglomérations et le long du littoral et des grandes vallées fluviales. Les axes majeurs de communication impactent également de façon importante les espaces naturels notamment, pour les autoroutes, en raison de leur large rayon d'émissions.

En Normandie, les espaces les moins impactés sont les pays de l'ouest de l'Eure ainsi que l'Orne, le centre Manche, le pays d'Auge et le pays de Lyons (Vexin normand).

## NIVEAU DE PERTURBATION DES ÉCOSYSTÈMES PAR LES MILIEUX ARTIFICIALISÉS PAR DÉPARTEMENT NORMAND EN 2023



Sources des données : IGN, BD TOPO, 2023 ; SDES et IGN, CORINE Land Cover, 2018 ; DREAL Normandie, Parcs éoliens (surfaciue), 2023.  
Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD, 2024

En Normandie, c'est en moyenne **seulement 23 % de la surface régionale (soit 6 900 km<sup>2</sup>)** qui est **peu perturbée** par les milieux artificialisés étudiés ici (territoires artificialisés, parcs éoliens et infrastructures de transport).

Rapporté à sa surface totale, le département ayant le plus de surface peu perturbée par les milieux artificialisés est l'Orne (39 % soit 2 400 km<sup>2</sup>), suivie par la Manche (25 % soit 1 500 km<sup>2</sup>) et le Calvados (23 % soit 1 300 km<sup>2</sup>), puis par l'Eure (16 % soit 1 000 km<sup>2</sup>) et la Seine-Maritime (12 % soit 700 km<sup>2</sup>).



Ilot boisé ceinturé par le réseau routier © Alexandre Dudouble, anbdd.



## FRAGMENTATION DES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS

La fragmentation d'un espace naturel peut résulter de modifications de taille et de forme liées aux processus suivants [10] :

- la perforation (l'espace naturel diminue en surface en gardant le même périmètre externe) ;
- l'incision (l'espace naturel diminue en surface et son périmètre externe augmente) ;
- le découpage (l'espace naturel n'est plus d'un seul bloc) ;
- le démembrement (l'espace naturel initial est découpé et la surface naturelle diminue) ;
- la réduction (l'espace naturel diminue en surface et diminue son périmètre externe) ;
- l'extinction (l'espace naturel disparaît).

Ces variétés de formes ne peuvent pas être prises en compte aisément par des indicateurs trop simples, tels que la densité des linéaires de transport [11], ce pourquoi nous utilisons ici la **taille effective de maille. La taille effective de maille, ou maillage effectif, est un indice permettant d'évaluer la fragmentation des milieux.**

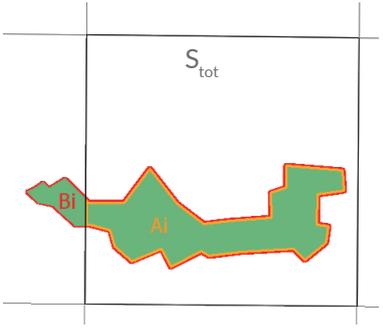
Le chercheur Jaeger a développé deux formules pour quantifier la fragmentation des espaces naturels et semi-naturels via la taille effective de maille : la méthode dite CUT (« cutting-out procedure ») et la formule complémentaire de Jaeger, la méthode dite CBC (« Cross-Border Connections »). La méthode CUT permet de calculer la taille effective de maille dans un territoire, sans prendre en compte les parties d'espaces naturels ou semi-naturels qui dépassent du territoire considéré, tandis que la méthode CBC permet au résultat de ne pas être influencé par les limites des zones de calcul, en prenant en compte dans le calcul les espaces naturels ou semi-naturels qui dépassent du territoire considéré.

Formule de la méthode CBC

$$m_{eff} = \frac{1}{S_{tot}} \cdot \sum_{i=1}^n A_i B_i$$

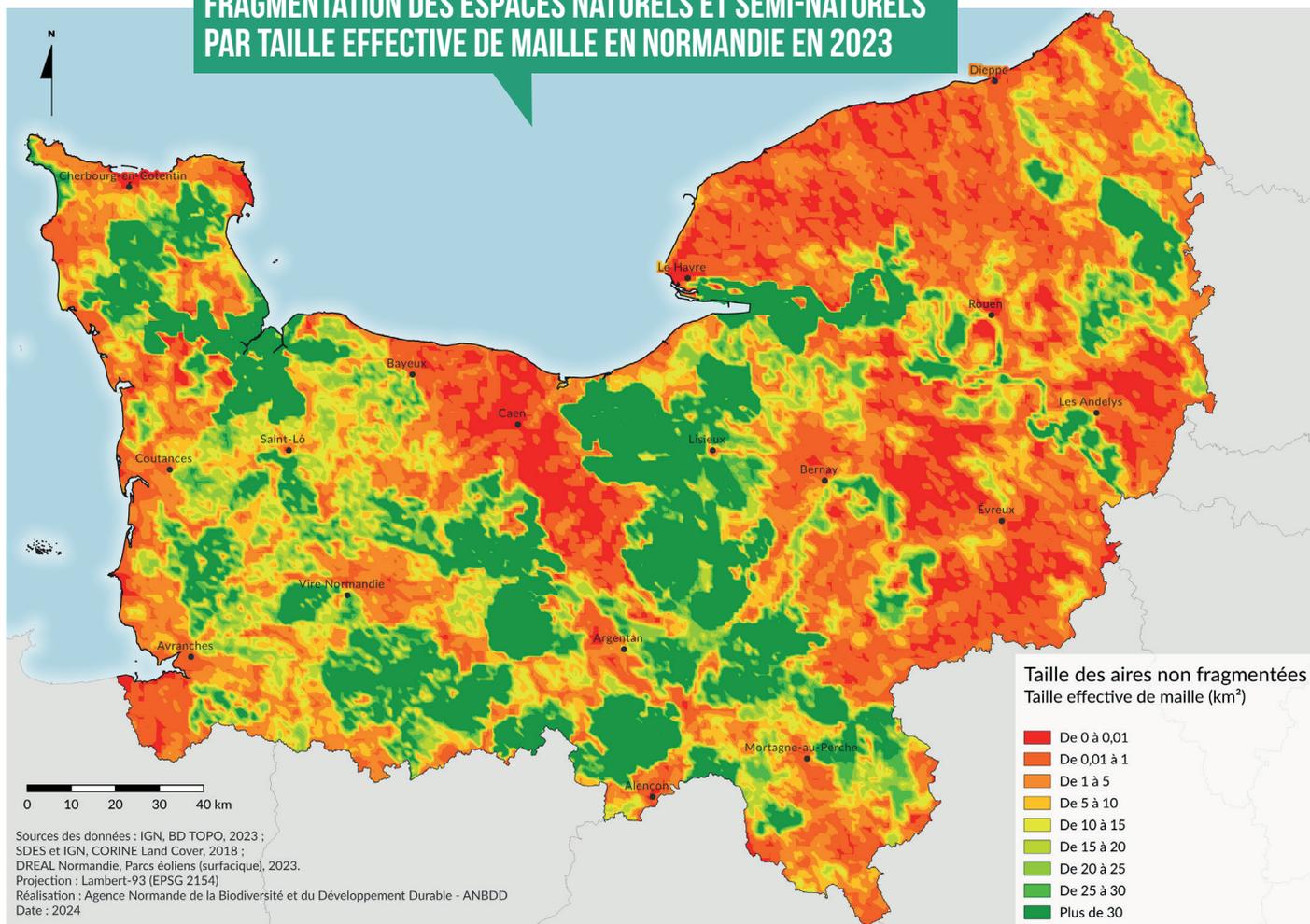
Avec :

- $m_{eff}$  la taille effective de maille ;
- $S_{tot}$  la surface totale du territoire considéré ;
- $n$  le nombre total de fragments d'espaces ;
- $A_i$  la surface de chacun des fragments d'espaces naturels à l'intérieur de chaque carré de la grille ;
- $B_i$  la surface totale de chacun des fragments d'espaces naturels, y compris le cas échéant, la partie débordante en dehors de la grille considérée.



Ainsi, plus la taille effective du maillage est faible, plus les espaces naturels sont fragmentés. **L'indice reflète à la fois la surface des unités d'espaces naturels dans le territoire et leur degré de morcellement.**

## FRAGMENTATION DES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS PAR TAILLE EFFECTIVE DE MAILLE EN NORMANDIE EN 2023



La Normandie a une **taille effective de maille de 16,6 km<sup>2</sup> en 2023**.

La carte ci-dessus présente l'interpolation - c'est-à-dire le lissage des valeurs sur tout le territoire à partir de points où cette fragmentation est connue - de la fragmentation des espaces naturels et semi-naturels dans la région.

**Les espaces naturels les moins fragmentés se situent majoritairement dans l'Orne et dans l'est du Calvados.** On en retrouve également dans le nord de la Manche, notamment au niveau des marais du Cotentin et du Bessin. Il y a également des espaces naturels peu fragmentés en Seine-Maritime au niveau de la forêt de Lyons et des vallées de la Seine et de la Risle. Cependant, bien que les vallées soient connues pour abriter une riche biodiversité, il existe une forte concurrence pour l'usage de celles-ci avec les activités humaines fragmentantes. Ainsi dans la vallée de l'Eure, les espaces naturels sont très morcelés. Des discontinuités spatiales sont également observables comme par exemple dans les forêts du sud de la vallée de Seine.

**De par le faible pourcentage d'espaces naturels et d'éléments semi-naturels au sein des plateaux de grandes cultures, la plaine de Caen, le Pays de Caux, le Vexin Normand et le Plateau de l'Eure apparaissent comme des territoires particulièrement fragmentés.**

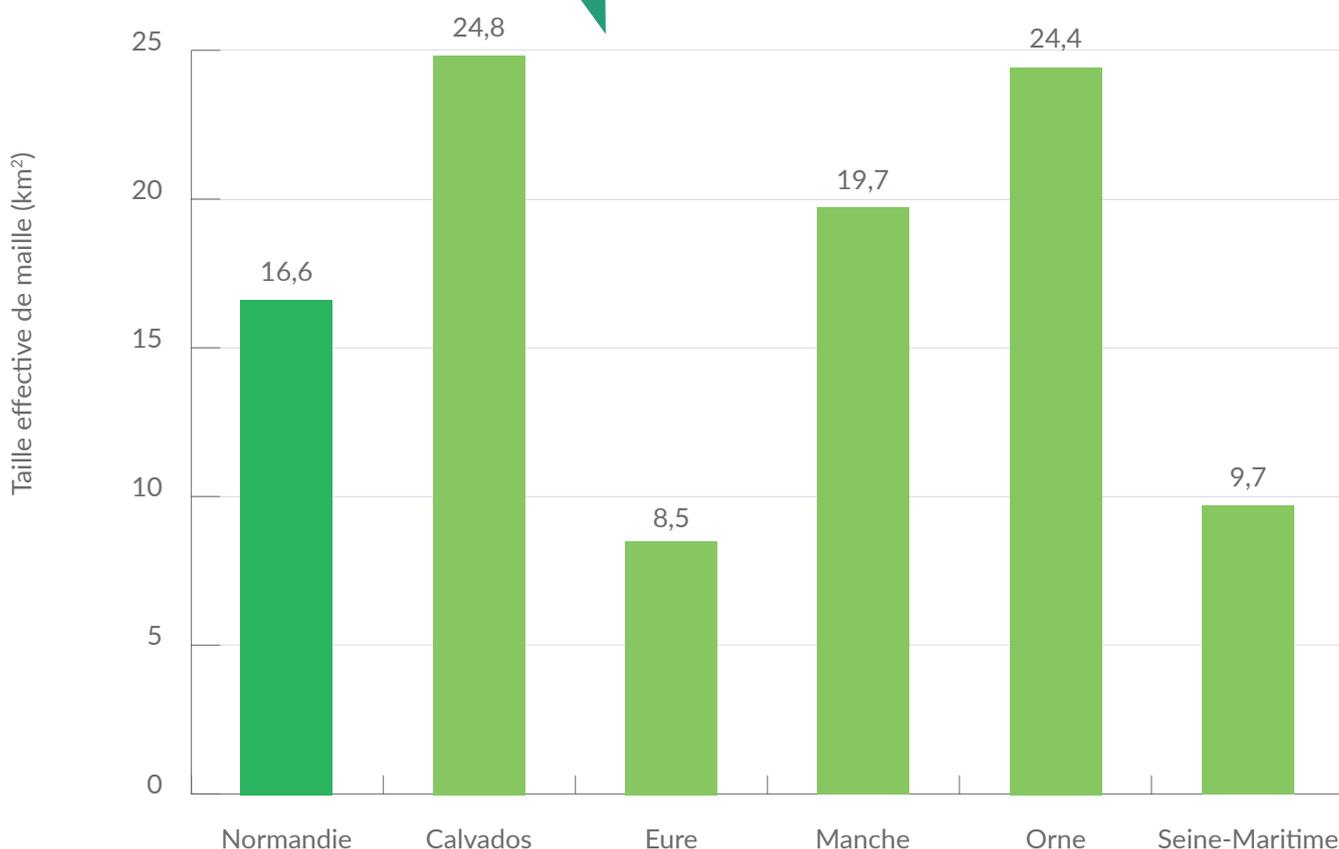


Réseau routier fragmentant, synonyme de détour et d'épuisement pour la faune © Alexandre Dudouble, anbdd.



Des bénévoles aident les amphibiens à franchir des routes dans des seaux en période de migration à Pont-Audemer (27)  
© Alexandre Dudouble, anbdd.

## LA FRAGMENTATION DES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS PAR TAILLE EFFECTIVE DE MAILLE SELON LES DÉPARTEMENTS NORMANDS EN 2023



Sources des données : IGN, BD TOPO, 2023 ; SDES et IGN, CORINE Land Cover, 2018 ; DREAL Normandie, Parcs éoliens (surfactive), 2023.  
Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD, 2024

La comparaison de la fragmentation à différentes échelles territoriales permet d'appréhender les similitudes et les disparités. On remarque ainsi que les espaces naturels et semi-naturels sont bien moins fragmentés dans le Calvados (24,8 km<sup>2</sup>) et l'Orne (24,4 km<sup>2</sup>) que dans le reste de la Normandie. Vient ensuite la Manche (19,7 km<sup>2</sup>), qui est un peu au-dessus de la moyenne régionale (16,6 km<sup>2</sup>). Enfin, la Seine-Maritime (9,7 km<sup>2</sup>) et l'Eure (8,5 km<sup>2</sup>) sont bien en dessous de la moyenne régionale.

Le fait que le Calvados par exemple ait une taille effective de maille supérieure à celle des autres départements normands ne signifie pas forcément que le Calvados a plus d'espaces naturels que les autres (ce qui est en l'occurrence faux car l'Orne et la Manche en ont plus en valeur absolue), mais simplement que les patches (mailles) non interrompus d'espaces naturels et semi-naturels y sont plus vastes que dans les autres départements, notamment grâce aux espaces naturels et semi-naturels de l'est du Calvados (pays d'Auge).

# ÉVOLUTION DE LA FRAGMENTATION DES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS

## ÉVOLUTION DE LA TAILLE EFFECTIVE DE MAILLE D'ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS EN NORMANDIE DE 2012 À 2023



	2012	2018	2023	Différence 2023-2012
Normandie	17,5	16,6	16,6	-0,9
Calvados	25,4	24,4	24,8	-0,5
Eure	8,7	8,4	8,5	-0,2
Manche	18,9	19,5	19,7	0,9
Orne	24,5	24,4	24,4	-0,1
Seine- Maritime	11,0	10,6	9,7	-1,2

Unité : km<sup>2</sup>

Sources des données : IGN, BD TOPO, 2023 ; SDES et IGN, CORINE Land Cover, 2018 ; DREAL Normandie, Parcs éoliens (surfactive), 2023.  
Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD, 2024

La fragmentation des espaces naturels et semi-naturels n'est pas figée dans le temps. Elle est fonction des différentes politiques d'aménagement réalisées sur l'ensemble du territoire.

Au niveau de la région ou des départements normands, excepté pour la Manche, la fragmentation des espaces naturels et semi-naturels a augmenté entre 2012 et 2023, ce qui se traduit par une baisse de la taille effective de maille d'espaces naturels et semi-naturels entre ces deux années.

En Normandie, la taille effective de maille est passée de 17,5 km<sup>2</sup> en 2012 à 16,6 km<sup>2</sup> en 2023, soit une perte de **90 ha par maille en onze ans**, c'est-à-dire une perte d'environ 8 ha par maille et par an. Cela représente également une diminution de 5,3 % en moyenne sur onze ans (taux d'évolution). **Ceci s'explique notamment par le fait que pendant ces onze ans, le territoire normand a connu une perte de 150 km<sup>2</sup> (soit 1 %) de ses espaces naturels et semi-naturels non fragmentés tels que définis dans cette étude, ainsi qu'une fragmentation des dits espaces.** Cette diminution des espaces naturels et semi-naturels non fragmentés peut s'expliquer en partie par :

- l'augmentation de la tache urbaine (obtenue par érosion dilatation de 50 m à partir de la couche BATIMENT de la BD TOPO) (+222 km<sup>2</sup>, soit un taux d'évolution de +13,6 %);
- par l'augmentation des parcs éoliens (+100 km<sup>2</sup>, soit un taux d'évolution de +102,1 %);
- l'augmentation du linéaire routier considéré dans cette étude (+333 km, soit un taux d'évolution de +2,2 %).

À l'inverse de la tendance normande, la Manche a gagné en moyenne 90 ha par maille d'espaces naturels et semi-naturels entre 2012 et 2023.

Concernant les autres départements normands, la Seine-Maritime a eu une perte moyenne de 120 ha par maille, le Calvados une perte moyenne de 50 ha par maille, l'Eure une perte moyenne de 20 ha par maille et l'Orne a une perte moyenne de 10 ha par maille. On sera toutefois prudents quant à la précision des évolutions pour les plus petites d'entre elles (Eure et Seine-Maritime notamment), qui sont à mettre en balance avec la précision des zones d'espaces naturels et semi-naturels obtenus à partir de CORINE Land Cover, qui couvre des zones d'au moins 25 ha et de 5 ha pour les évolutions d'un millésime à l'autre.



Les collisions routières avec la faune sont une pression importante pesant sur la biodiversité © Alexandre Dudouble, anbdd.

## LÉGISLATION ET OBJECTIFS

### Objectif « zéro artificialisation nette des sols » :

- Loi 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets
- Code de l'urbanisme : notamment les articles L. 101-1, L. 101-2-1, L. 123-1, L. 141-1 et s., L. 151-1 et s., L. 161-1 et s., et R. 101-1 et R. 101-2.
- Code général des collectivités territoriales : notamment les articles L. 1111-9-2, L. 2231-1, L. 4424-9, L. 4433-7 et 4251-1, et R. 2231-1, R. 4251-3 et R. 4251-8-1.
- Loi 2023-630 du 20 juillet 2023 visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols et à renforcer l'accompagnement des élus locaux

### Loi climat et résilience du 22 août 2021

Titre V : Se loger :

- Chapitre III : Lutter contre l'artificialisation des sols en adaptant les règles d'urbanisme
- Chapitre IV : Lutter contre l'artificialisation des sols pour la protection des écosystèmes

**Stratégie Régionale pour la Biodiversité (SRB) Normandie 2030** : objectif 2 du défi II : Appuyer, outiller et valoriser les initiatives de réduction des surfaces artificialisées

**Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires de la Région Normandie (SRADDET) du 2 juillet 2020** : objectif de réduction de 50 % de la consommation d'espaces naturels, agricoles ou forestiers sur la prochaine décennie par rapport à la dernière décennie.

**Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages d'août 2016** : renforce l'obligation des maîtres d'ouvrages d'infrastructures vis-à-vis du patrimoine naturel, dans l'objectif de mieux concilier activités humaines et biodiversité. Le Plan biodiversité de juillet 2018 (dans lequel est inscrit l'objectif de zéro artificialisation nette) vise à mettre en œuvre l'objectif de cette loi, qui est de réduire à zéro la perte nette de biodiversité.

**Loi Grenelle I, ou loi 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement** :

- Article 24 : Créer une trame verte et bleue pour assurer une connexion des espaces naturels et le fonctionnement global de la biodiversité ;
- Article 7 : Lutter contre la régression des surfaces naturelles et l'étalement urbain ;

**Loi Grenelle II de juillet 2010, Article L. 371-1.-1** : Diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique ;

**Stratégie Nationale Biodiversité 2030** [12] :

- Objectif 2 : Assurer la protection et la remise en bon état des continuités écologiques

## MÉTADONNÉES ET MÉTHODES

### CONTEXTE DANS LEQUEL S'INSCRIT L'INDICATEUR

Thème	II - Comment évoluent les pressions que notre société fait peser sur la biodiversité ?
Sous-thème	1/ Comment évolue la dégradation des habitats naturels et semi-naturels ?
Nature de l'indicateur	Pression
Indices	<p><b>Les éléments fragmentants de Normandie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Localisation des éléments fragmentants sur le territoire normand en 2023</li> </ul> <p><b>Des milieux artificialisés à l'origine de niveaux de perturbation écologique variables</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Simulation des zones de perturbation écologique par les milieux artificialisés en Normandie en 2023</li> <li>· Niveau de perturbation des écosystèmes par les milieux artificialisés par département normand en 2023</li> </ul> <p><b>Fragmentation des espaces naturels et semi-naturels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fragmentation des espaces naturels et semi-naturels par taille effective de maille en Normandie en 2023</li> <li>· La fragmentation des espaces naturels et semi-naturels par taille effective de maille selon les départements normands en 2023</li> </ul> <p><b>Évolution de la fragmentation des espaces naturels et semi-naturels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Évolution de la taille effective de maille d'espaces naturels et semi-naturels en Normandie de 2012 à 2023</li> </ul>
Origine	SNB : La fragmentation des espaces naturels SEBI : Fragmentation of natural and semi-natural areas
Indicateur national correspondant	Fragmentation des milieux naturels <a href="https://naturefrance.fr/indicateurs/fragmentation-des-milieux-naturels">https://naturefrance.fr/indicateurs/fragmentation-des-milieux-naturels</a>
Échelle de restitution	Région, départements
Production indicateur	Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD

### DONNÉES UTILISÉES

#### Donnée n°1 : Corine Land Cover

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Source	Service des données et études statistiques (SDES) du ministère chargé de l'écologie, Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) <a href="https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0">https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0</a>

<b>Description</b>	La base de données géographique CORINE Land Cover est produite sur 39 Etats européens, dans le cadre du programme européen de surveillance des terres de Copernicus, piloté par l'Agence européenne pour l'environnement. Cet inventaire biophysique de l'occupation des terres fournit une photographie complète de l'occupation des sols, à des fréquences régulières. Cette base géographique est accompagnée de statistiques de superficies de l'occupation des sols et des changements par commune. Pour la Guyane, seule une bande de 20 km de large le long du littoral et de l'aval des fleuves frontaliers est cartographiée.
<b>Format</b>	Couche SIG ou fichier de formes (shapefile)
<b>Étendue temporelle</b>	La base CORINE Land Cover est disponible pour les années suivantes : 1990, 2000, 2006, 2012 et 2018. Ces bases d'état sont accompagnées par les bases des changements 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 et 2012-2018 (données sur les portions du territoire ayant changé d'occupations du sol). Les données couvrent la métropole et les départements d'outre-mer depuis 2000, à l'exception de Mayotte qui est couvert depuis 2006.
<b>Généalogie (méthode d'acquisition)</b>	CORINE Land Cover est issue de l'interprétation visuelle d'images satellitaires, avec des données complémentaires d'appui, avec l'identification de <b>zones d'au moins 25 ha et de 5 ha pour les évolutions</b> , de 100 m de large et homogènes du point de vue de l'occupation des sols. Pour les DOM, le seuil de 25 ha est abaissé à 10 ha et la largeur minimale à 50m. La surface minimale reste à 5 ha pour les changements.
<b>Emprise</b>	Europe, France, région, département
<b>Résolution spatiale (cas SIG)</b>	1/100 000
<b>Fréquence d'actualisation de la donnée</b>	Tous les 6 ans

## DONNÉES UTILISÉES (SUITE)

### Donnée n°2 : BD TOPO

<b>Niveau d'accessibilité de la donnée</b>	Publique
<b>Sources</b>	Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) <a href="https://geoservices.ign.fr/bdtopo">https://geoservices.ign.fr/bdtopo</a>
<b>Description</b>	<p>La BD TOPO® est une description vectorielle 3D (structurée en objets) des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à des échelles allant du 1 : 2 000 au 1 : 50 000.</p> <p>Elle couvre de manière cohérente l'ensemble des entités géographiques et administratives du territoire national.</p> <p>Elle permet la visualisation, le positionnement, la simulation au service de l'analyse et de la gestion opérationnelle du territoire. La description des objets géographiques en 3D permet de représenter de façon réaliste les analyses spatiales utiles aux processus de décision dans le cadre d'études diverses.</p> <p>Les objets de la BD TOPO® sont regroupés par thèmes guidés par la modélisation INSPIRE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Administratif (limites et unités administratives) ;</li> <li>· Bâti (constructions) ;</li> <li>· Hydrographie (éléments ayant trait à l'eau) ;</li> <li>· Lieux nommés (lieu ou lieu-dit possédant un toponyme et décrivant un espace naturel ou un lieu habité) ;</li> <li>· Occupation du sol (végétation, estran, haie) ;</li> <li>· Services et activités (services publics, stockage et transport des sources d'énergie, lieux et sites industriels) ;</li> <li>· Transport (infrastructures du réseau routier, ferré et aérien, itinéraires) ;</li> <li>· Zones réglementées (la plupart des zonages faisant l'objet de réglementations spécifiques).</li> </ul>
<b>Format</b>	Couche SIG ou fichier de formes (shapefile)
<b>Étendue temporelle</b>	Les millésimes utilisés dans cet indicateur sont 2012, 2018 et 2023.

Généalogie (méthode d'acquisition)	L'élaboration des données géographiques ou forestières qui participent de façon directe aux prises de décisions de la puissance publique (données souveraines), nécessitent souvent de disposer au préalable d'autres données pour soutenir l'élaboration des données souveraines et garantir leur qualité. Ces données sont dites « socles », elles répondent indirectement au même enjeu d'indépendance des autorités publiques. Elles présentent un caractère d'intérêt général qui les rapproche des référentiels de données entretenues par l'IGN dans les décennies écoulées (ex : Référentiel géographique à Grande Échelle ou RGE® , ...). Elles sont produites par l'IGN seul ou en partenariat dans le cadre de sa mission statutaire. [4]
Emprise	France, région, département
Résolution spatiale (cas SIG)	Du 1 : 2 000 au 1 : 50 000.
Fréquence d'actualisation de la donnée	Depuis 2019, une nouvelle édition (mise à jour) est publiée chaque trimestre.

## DONNÉES UTILISÉES (SUITE)

### Donnée n°3 : Parcs éoliens (surfactive)

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Sources	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Normandie <a href="https://carto2.geo-ide.din.developpement-durable.gouv.fr/frontoffice/?map=07d57c28-a613-4120-ba9e-61492c322f0c">https://carto2.geo-ide.din.developpement-durable.gouv.fr/frontoffice/?map=07d57c28-a613-4120-ba9e-61492c322f0c</a>
Description	Recensement surfactive des parcs éoliens normands
Format	Couche SIG ou fichier de formes (shapefile)
Étendue temporelle	2023
Généalogie (méthode d'acquisition)	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Normandie
Emprise	Région, département
Résolution spatiale (cas SIG)	
Fréquence d'actualisation de la donnée	Périodique

### Donnée n°4 : ADMIN EXPRESS

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Sources	Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) <a href="https://geoservices.ign.fr/adminexpress">https://geoservices.ign.fr/adminexpress</a>
Description	Le produit ADMIN EXPRESS décrit l'ensemble des informations présentes dans la base de données interne de l'IGN sur le territoire métropolitain et les départements d'outre-mer à la date d'extraction des données.  Le produit ADMIN EXPRESS décrit le découpage administratif du territoire métropolitain et ultramarin. Sa géométrie est celle de la BD CARTO®. Il permet d'effectuer des croisements avec d'autres sources données dans le but de construire des représentations thématiques du territoire selon une granularité administrative.
Format	Couche SIG ou fichier de formes (Shapefile)
Étendue temporelle	19/05/2021

Généalogie (méthode d'acquisition)	Il est dérivé de la Base de Données Cartographiques (BD CARTO®) pour sa partie géométrique, et de la Base de Données Administratives pour sa partie descriptive.
Emprise	France, région, département
Résolution spatiale (cas SIG)	50 mètres
Fréquence d'actualisation de la donnée	Périodique

## MÉTHODOLOGIE DE CRÉATION DE L'INDICATEUR

Méthode de calcul	La méthode détaillée ci-dessous est globalement identique (même méthodologie, mêmes formules mathématiques) à celle qui a été utilisée dans l'indicateur sur la Fragmentation des milieux naturels par l'Observatoire National de la Biodiversité [2]. Cependant, par rapport à la méthodologie nationale et suite aux apports de nos partenaires, nous avons retiré les larges cours d'eau des éléments fragmentants, utilisé la BD TOPO plutôt que la BD CARTO, et ajouté la couche bâtiment de la BD TOPO ainsi que les parcs éoliens surfaciques aux couches en entrée de ce travail.
-------------------	---

### Les éléments fragmentants de Normandie en 2023

Cartographie des éléments fragmentants retenus suite à une analyse bibliographique et l'apport de nos partenaires

Éléments fragmentants	Bases de données utilisées	Critères
Territoires artificialisés	Corine Land Cover 2012/2018	Tous les codes 1-- : Territoires artificialisés
Tâche urbaine	Couche BATIMENT de la BD TOPO 2012, 2018 et 2023, sur lesquelles ont été effectuées une dilatation érosion de 50 m pour obtenir une tâche urbaine	
Parcs éoliens (surfacique)	DREAL Normandie	«idStatut»=5 (Raccordé)
Territoires agricoles fragmentants	Corine Land Cover 2012/2018	Codes : 211 (Terres arables hors périmètres d'irrigation), 222 (Vergers et petits fruits), 242 (Systèmes cultureux et parcellaires complexes)
Routes	BD TOPO 2012, 2018 et 2023	IMPORTANCE* : 1, 2, 3 ; POS_SOL : au sol, Gué ou radier
Voies ferrées	BD TOPO 2012, 2018 et 2023	État : en service ; Position : au sol

\* L'attribut 'Importance' matérialise une hiérarchisation du réseau routier, non pas sur un critère administratif, mais sur l'importance des tronçons de route pour le trafic routier [4].

Les espaces naturels et semi-naturels sont issus de la base de données Corine Land Cover. Les postes retenus sont : Prairies ; Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants ; Territoires agro-forestiers ; Forêts de feuillus ; Forêts de conifères ; Forêts mélangées ; Pelouses et pâturages naturels ; Landes et broussailles ; Végétation sclérophylle ; Forêt et végétation arbustive en mutation ; Plages ; dunes et sable ; Roches nues ; Végétation clairsemée ; Zones incendiées ; Glaciers et neiges éternelles ; Marais intérieurs ; Tourbières ; Marais maritimes ; Marais salants ; Zones intertidales. (Codes : 231 ; 243 ; 244 ; l'ensemble des codes 3-- ; l'ensemble des codes 4-- et l'ensemble des codes 5--).

## Simulation des zones de perturbation écologique par les milieux artificialisés en Normandie en 2023

Cartographie des zones de perturbation en élargissant l'emprise de chaque élément artificiel par des zones tampons représentant les zones de forte, moyenne, et faible perturbation écologique. Cependant, **le choix des largeurs des distances de perturbation écologique ne repose pas sur des références scientifiques, inexistantes à ce jour**. Elles sont tirées d'une étude de Biotope-Greet sur l'Analyse des potentialités écologiques du territoire régional Nord-Pas-de-Calais [13] et reprise dans le projet « Trame écologique du massif central » [14].

Rayon des zones tampon de perturbation écologique associées aux principaux éléments artificialisés régionaux

Éléments artificialisés	Niveau de perturbation		
	Fort	Moyen	Faible
Routes d'importance* 1, Tissu urbain continu (code CLC 111)	500 m	2 km	3 km
Territoires artificialisés (code CLC 112, 121, 122, 131, 132, 133)**	500 m	1 km	1,5 km
Routes d'importance* 2, Zones portuaires (code CLC 123), Voies ferrées	250 m	500 m	1 km
Routes d'importance* 3	50 m	250 m	500 m
Aéroports (code CLC 124), Equipements sportifs et de loisirs (code CLC 142), parcs éoliens (surfactive) [15]	0 m	250 m	500 m

\* L'attribut 'Importance' matérialise une hiérarchisation du réseau routier, non pas sur un critère administratif, mais sur l'importance des tronçons de route pour le trafic routier [4] :

- 1 : liaisons entre métropoles composant l'essentiel du réseau européen. Ce réseau inclut généralement des tronçons de route de type autoroutier et des routes nationales ;
- 2 : liaisons entre départements ;
- 3 : liaisons entre villes à l'intérieur d'un département. Ce niveau est majoritairement représenté par le réseau départemental. Des routes départementales peuvent toutefois prendre une 'Importance' inférieure («4» par exemple).

\*\* Codes CLC : 112 : Tissu urbain discontinu ; 121 : Zones industrielles ou commerciales et installations publiques ; 122 : Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés ; 131 : Extraction de matériaux ; 132 : Décharges ; 133 : Chantiers.

## Niveau de perturbation des écosystèmes par les milieux artificialisés par département normand en 2023

Reprise de la cartographie précédente et calcul de la surface de chaque niveau de perturbation des écosystèmes par département et pour la Normandie.

À partir de ces surfaces, calcul du pourcentage de chaque niveau de perturbation rapporté à la surface totale du territoire considéré.

## Fragmentation des espaces naturels et semi-naturels par taille effective de maille en Normandie en 2023

La taille effective de maille, ou maillage effectif, est un indice permettant d'évaluer la fragmentation des milieux. Il s'agit d'un indice développé par Jaeger, chercheur suisse [16] [17], repris dans l'indicateur national ONB.

La largeur effective de maille d'un territoire est proportionnelle à la probabilité que deux points choisis par hasard dans ce territoire ne soient pas séparés par une barrière (par ex. une route ou une zone artificialisée). Cette probabilité est une mesure de la possibilité que deux animaux de la même espèce puissent se rencontrer dans le territoire. Elle diminue avec un nombre croissant de barrières dans le paysage. On obtient la largeur effective de maille meff en multipliant cette probabilité avec la superficie totale du territoire. La largeur effective de maille est donc une superficie comprise entre 0 km<sup>2</sup> (pour un territoire complètement fragmenté ou artificialisé) et la superficie totale du territoire (pour un territoire non-fragmenté). Si toutes les parcelles du territoire avaient la même superficie, meff serait égale à la superficie d'une parcelle [18].

Ainsi, plus la taille effective du maillage est faible, plus les espaces naturels sont fragmentés. L'indice reflète à la fois la surface des espaces naturels dans le territoire et leur degré de morcellement.

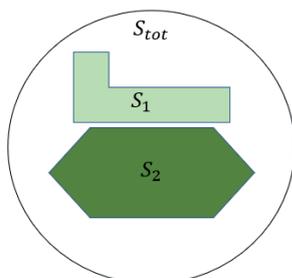
La formule (méthode dite CUT « cutting-out procedure ») est la suivante :

$$m_{eff} = \frac{1}{S_{tot}} \cdot \sum_{i=1}^n S_i^2$$

Avec :

- $m_{eff}$  la taille effective de maille ;
- $S_{tot}$  la surface totale du territoire considéré ;
- $n$  le nombre total de fragments ;
- $S_i$  : surface de chacun des fragments d'espaces naturels à l'intérieur du territoire.

Illustration d'exemple avec deux fragments d'espaces naturels ou semi-naturels



L'indice est désormais adopté par la communauté scientifique européenne. En effet, il est recommandé par l'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE) [19] et a été appliqué à diverses échelles (continent européen, pays, petite région géographique). Plusieurs pays l'ont déjà utilisé comme l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, le Canada. En France, il a été appliqué à l'échelle nationale par l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB) [2] et à l'échelle régionale en Bretagne [20], Franche-Comté [21], Pays de la Loire [22] et Provence-Alpes-Côte d'Azur [23].

Les principaux avantages de l'indice de la taille effective de maille sont les suivants :

- il permet de quantifier la fragmentation d'une entité indépendamment de sa taille, ce qui facilite les comparaisons d'une entité à une autre ;
- il prend en compte les différentes formes de fragmentation des espaces naturels.

Illustration d'exemple avec deux fragments d'espaces naturels ou semi-naturels

Les éléments fragmentants de la BD TOPO sont pour certains sous forme de ligne et pas de polygone. Afin de prendre en compte l'emprise au sol réelle de l'obstacle, nous nous sommes basés sur les ajustements d'une référence bibliographique (« La fragmentation du territoire franc-comtois » [21]). Les tailles réelles sont mesurées à partir de la BD Ortho® de l'IGN.

Rayon des zones tampon (c'est-à-dire demi-largeur) correspondant à l'emprise au sol réelle des éléments représentés sous forme de ligne dans la BD CARTO

Type d'obstacle	Obstacle	Demi-largeur (m)
Surfacique	Territoires artificialisés et agricoles retenus (CLC)	0
	Tache urbaine (issue de la couche BATIMENT de la BD TOPO sur laquelle a été effectuée une dilatation érosion de 50 m pour obtenir une tache urbaine)	
	Parcs éoliens (surfacique)	
Réseau routier (linéaire)		Champ « LARGEUR » de la couche TRONCON_DE_ROUTE BD TOPO divisé par 2
Réseau ferroviaire (linéaire)	voie ferrée à 1 voie	5
	voie ferrée à 2 voies ou plus	6

Utilisation de l'extension QGIS « FragScape »

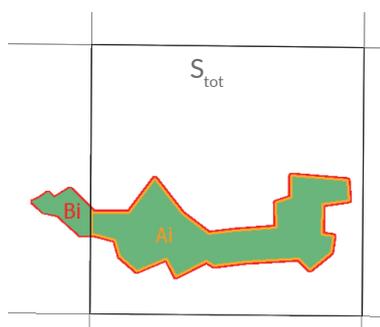
- 1) Sélection des territoires naturels et semi-naturels de la base de données CORINE Land Cover retenus pour cette étude (voir la liste exhaustive plus haut).
- 2) Ajout des données additionnelles (hors CORINE Land Cover) et de leur tampon (demi-largeur) selon le tableau ci-dessus.
- 3) Calcul de la taille effective de maille pour la Normandie (méthode dite « CUT »).

La formule complémentaire de Jaeger, méthode dite CBC « Cross-Border Connections », permet au résultat de ne pas être influencé par les limites des zones de calcul.

**Formule de la méthode CBC** 
$$m_{eff} = \frac{1}{S_{tot}} \cdot \sum_{i=1}^n A_i B_i$$

Avec :

- $m_{eff}$  la taille effective de maille ;
- $S_{tot}$  la surface totale du territoire considéré ;
- $n$  le nombre total de fragments d'espaces ;
- $A_i$  la surface de chacun des fragments d'espaces naturels à l'intérieur de chaque carré de la grille ;
- $B_i$  la surface totale de chacun des fragments d'espaces naturels, y compris le cas échéant, la partie débordante en dehors de la grille considérée.



1) Découpage de la grille 1 km x 1 km de l'INPN par les contours de la Normandie.

Utilisation de l'extension QGIS « FragScape »

2) Reprise des étapes 1 et 2 ci-dessus, puis calcul de la taille effective de maille pour la grille 1 km x 1 km de l'INPN découpée au contour de la Normandie.

Sous QGIS

3) Utilisation de l'outil « Centroides » afin de créer une couche de points à partir de la couche précédente.

4) Utilisation de l'outil « Interpolation TIN » en paramétrant des pixels de 100 m de côté afin d'obtenir la carte sous format raster.

### Fragmentation des espaces naturels et semi-naturels par taille effective de maille en Normandie en 2023

Utilisation de l'extension QGIS « FragScape »

1) Reprise des étapes 1 et 2 effectuées précédemment sous FragScape, puis calcul de la taille effective de maille pour les départements normands

### Évolution de la fragmentation des espaces naturels et semi-naturels en Normandie de 2012 à 2023

Application de la même méthodologie que précédemment avec la formule de la méthode CUT pour la Normandie et la méthode CBC pour les départements normands puis création de graphiques et d'un tableau à partir des données obtenues.

<b>Date de création</b>	12/2012
<b>Date de diffusion</b>	2024
<b>Référents technique/scientifique</b>	Analyses et rédaction : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - THOMAS luna Relecteurs : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - DEBRAY Romain, LECUIT Sophie, MATTON Romain, NOGUES Tiphaine. Mise en page : LE TALLEC Anne Comité de lecture : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Normandie - DEFENOUILLERE Julien, DUVAL Fabien, SIVIGNY Denis. Office Français de la Biodiversité (OFB) Normandie - RIVIERE Camille Région Normandie - COFFINET Virginie
<b>Fréquence d'actualisation de l'indicateur</b>	2012, 2024, puis tous les 6 ans

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] « La destruction des habitats », Nature France. Consulté le : 10 juillet 2022. [En ligne]. Disponible sur : <http://naturefrance.fr/la-destruction-des-habitats>
- [2] « Fragmentation des milieux naturels », Nature France. Consulté le : 10 juillet 2022. [En ligne]. Disponible sur : <http://naturefrance.fr/indicateurs/fragmentation-des-milieux-naturels>
- [3] « CORINE Land Cover | Données et études statistiques ». Consulté le : 14 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0>
- [4] « BD TOPO® Version 3.3 - Descriptif de contenu », 2024.
- [5] C. Dorotovičová, « Man-made canals as a hotspot of aquatic macrophyte biodiversity in Slovakia », *Limnologica*, vol. 43, no 4, p. 277-287, juin 2013, doi: 10.1016/j.limno.2012.12.002.
- [6] J. Brunke, U. Radespiel, I.-R. Russo, M. W. Bruford, et B. Goossens, « Messing about on the river: the role of geographic barriers in shaping the genetic structure of Bornean small mammals in a fragmented landscape », *Conserv. Genet.*, vol. 20, no 4, p. 691-704, août 2019, doi: 10.1007/s10592-019-01159-3.
- [7] M. J. M. Smulders et al., « Structure of the genetic diversity in black poplar (*Populus nigra* L.) populations across European river systems: Consequences for conservation and restoration », *For. Ecol. Manag.*, vol. 255, no 5, p. 1388-1399, avr. 2008, doi: 10.1016/j.foreco.2007.10.063.
- [8] A. Coulon et al., « Genetic structure is influenced by landscape features: empirical evidence from a roe deer population », *Mol. Ecol.*, vol. 15, no 6, p. 1669-1679, 2006, doi: 10.1111/j.1365-294X.2006.02861.x.
- [9] E. PRYGIEL, l'environnement Cerema. Centre d'études et d'expertise sur les risques, F. FOURNIER, E. CHERMETTE, et l'environnement Cerema. Centre d'études et d'expertise sur les risques, « Biodiversité et canaux. Note relative à la prise en compte de la biodiversité dans les rivières canalisées ». 2020. Consulté le : 3 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/468/biodiversite-et-canaux-note-relative-a-la-prise-en-compte-de-la-biodiversite-dans-les-rivieres-canal>
- [10] J. A. G. Jaeger, « Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation », p. 16, avr. 1999.
- [11] J. P. Chery et M. Deshayes, « La fragmentation des espaces naturels », p. 7, juin 2010.
- [12] « Stratégie Nationale Biodiversité 2030 - Premier volet pré-COP15 », Ministère de la transition écologique, mars 2022. [En ligne]. Disponible sur : [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/strategie%20Biodiversit%C3%A9%202030\\_1er%20volet.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/strategie%20Biodiversit%C3%A9%202030_1er%20volet.pdf)
- [13] « Analyse des potentialités écologiques du territoire régional », Biotope - GREET Nord-Pas-de-Calais ; Direction Régionale de l'Environnement Nord-Pas-de-Calais ; Région Nord-Pas-de-Calais ; Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, févr. 2008. [En ligne]. Disponible sur : [https://cdn.s-pass.org/SPASSDATA/attachments/2017\\_12/13/5f7f457d94f5c-d51999.pdf](https://cdn.s-pass.org/SPASSDATA/attachments/2017_12/13/5f7f457d94f5c-d51999.pdf)
- [14] « Trame écologique du Massif central », Association des Parcs naturels du Massif central ; Parcs régionaux associés ; Laboratoires de recherches associés, janv. 2011.
- [15] « Recensement des oiseaux sur un cycle annuel et analyse des données bibliographiques sur un site concerné par l'implantation possible d'éoliennes », Groupe ornithologique normand (GONm), sept. 2015. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.seine-maritime.gouv.fr/contenu/telechargement/30981/215529/file/7-2-3-Etude+Avifaune.pdf>
- [16] J. A. G. Jaeger et al., « Implementing Landscape Fragmentation as an Indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (Monet) », *J. Environ. Manage.*, vol. 88, no 4, p. 737-751, sept. 2008, doi: 10.1016/j.jenvman.2007.03.043.
- [17] J. A. G. Jaeger, H.-G. Schwarz-von Raumer, H. Esswein, M. Müller, et M. Schmidt-Lüttmann, « Time Series of Landscape Fragmentation Caused by Transportation Infrastructure and Urban Development: a Case Study from Baden-Württemberg, Germany », *Ecol. Soc.*, vol. 12, no 1, juin 2007, Consulté le : 10 juillet 2022. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.jstor.org/stable/26267840>
- [18] J. Jaeger, H. Esswein, et H.-G. S. Raumer, « Une mesure de la fragmentation du paysage : la largeur effective de maille », p. 2.
- [19] European Environment Agency et Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), *Landscape fragmentation in Europe : joint EEA-FOEN report*. LU : Publications Office, 2011. Consulté le : 2 mai 2023. [En ligne]. Disponible sur : <https://data.europa.eu/doi/10.2800/78322>
- [20] « Évolution de l'emprise spatiale de la fragmentation des milieux naturels et semi naturels en Bretagne | Observatoire de l'environnement en Bretagne », Observatoire de l'environnement en Bretagne. Consulté le : 10 juillet 2022. [En ligne]. Disponible sur : <https://bretagne-environnement.fr/evolution-emprise-spatiale-fragmentation-milieux-naturels-semi-naturels-bretagne-indicateur>
- [21] S. Lethuillier, A. Piel, et J.-C. Foltete, « La fragmentation du territoire franc-comtois », Direction Régionale de l'Environnement Franche-Comté, Université de Franche-Comté, juin 2007. [En ligne]. Disponible sur : [https://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Stage\\_SL\\_2007\\_cle0fa61b.pdf](https://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Stage_SL_2007_cle0fa61b.pdf)

[22] « Indicateur 3.1.5 : Fragmentation de l'espace naturel et semi naturel », Profil Environnemental des Pays de la Loire. Consulté le : 10 juillet 2022. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.profil-environnemental.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-3-1-5-fragmentation-de-l-espace-naturel-a313.html>

[23] T. Marijn et J.-P. Bessière, « Fragmentation des espaces naturels », Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Cerema Méditerranée, 2021. [En ligne]. Disponible sur : [https://connaissance-territoire.maregionsud.fr/fileadmin/user\\_upload/Pages\\_SRADDET/Etudes/05\\_Fragmentation.pdf](https://connaissance-territoire.maregionsud.fr/fileadmin/user_upload/Pages_SRADDET/Etudes/05_Fragmentation.pdf)



L'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable a pour ambition de contribuer à la reconquête de la

biodiversité normande. Pour cela, elle se positionne en facilitateur et mobilise des acteurs régionaux aux profils divers (collectivités, entreprises, gestionnaires d'espaces naturels, etc.).

Pour répondre à cette mission, l'agence normande de la biodiversité est structurée en 3 pôles :

- **Connaissance**, dont le but est de développer et partager la connaissance sur la biodiversité normande.
- **Reconquête**, en animant des réseaux d'acteurs et en favorisant l'émergence de projets.
- **Valorisation**, en produisant des médias permettant la généralisation des bonnes pratiques régionales.

GIP ANBDD, 115 boulevard de l'Europe, 76100 Rouen  
[www.anbdd.fr](http://www.anbdd.fr)

ANBDD.FR

## PARTENAIRES ET FINANCEURS :

