



L'APPROCHE **ÉCO**PAYSAGÈRE

*Mise en évidence des Trames vertes
dans les territoires ruraux*

DECEMBRE 2017

Préface

CHAPITRE 1 : POURQUOI PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ ? P.3

- I. La biodiversité rend des services à l’Homme
- II. La biodiversité est en fort déclin
- III. La biodiversité évolue et s’adapte constamment
- IV. Les enjeux de préservation de la biodiversité

CHAPITRE 2 : CONCEPTS D’ÉCOLOGIE DU PAYSAGE P.13

- I. L’écologie du paysage
- II. Quelques notions d’écologie du paysage
- III. La TVB, un exemple d’application concret de l’écologie du paysage

CHAPITRE 3 : LES ÉCOPAYSAGES P.27

- I. Les écopaysages, une histoire d’échelle
- II. Cartographier les écopaysages
- III. Les écopaysages pour analyser le territoire

CHAPITRE 4 : LES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES P.39

- I. Qu’est-ce qu’une continuité écologique ? Quelle est sa fonction ?
- II. La fonctionnalité d’habitat, une question de taille et d’accessibilité
- III. La fonctionnalité de déplacement, une question de perméabilité de la mosaïque paysagère et de distance
- IV. L’effet barrière
- V. La prise en compte des différentes échelles de déplacement
- VI. Quatre types de paysages communs en France

LOGICIEL D’ANALYSE DES MÉTRIQUES PAYSAGÈRES P.57

- I. Quelques fonctionnalités de « Chloé - métriques paysagères »
- II. Quelques exemples d’utilisation de « Chloé - métriques paysagères »

CHAPITRE 5 : LA TRAME VERTE ET BLEUE, UN OUTIL POUR AGIR P.63

- I. Qu’est-ce que la Trame verte et bleue ?
- II. La Trame verte et bleue, une démarche de projet concerté
- III. La Trame verte et bleue, un instrument pour agir
- IV. La cartographie de l’occupation du sol
- IV. Comment construire les cartes de Trame verte dans les territoires ?

PRÉFACE

La conservation, la gestion de la biodiversité concernent maintenant tous les territoires et tous leurs usages. Ceci est explicité dans la loi pour la reconquête de la nature et des paysages. Les lois Grenelle et la mise en place de la politique de Trame verte et bleue (TVB) fournissent des obligations et des outils aux aménageurs et aux élus pour prendre en compte la biodiversité de façon plus globale. Cet ouvrage, initié et coordonné par l'Union Régionale des Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement de Nouvelle-Aquitaine, donne les concepts de base nécessaires pour appréhender ces nouveaux enjeux. Il est destiné aux élus et techniciens des collectivités, aux professionnels de l'aménagement du territoire et à toute personne désireuse de comprendre d'où vient et ce qu'est cette Trame verte et bleue. Elle est issue du développement de l'écologie du paysage qui a mis en évidence l'importance de la dimension spatiale des processus régissant la distribution des espèces animales et végétales. L'approche « Écopaysage » rend l'écologie du paysage opérationnelle. Elle est au cœur des missions de l'Assistance aux Continuités Écologiques (ACE) développée en Nouvelle-Aquitaine. L'ACE est un « laboratoire d'expertise et d'innovation » au service des collectivités locales pour une meilleure prise en compte des continuités écologiques dans leurs documents de planification.

Cette approche est explicitée par des exemples et des présentations de méthodes. Au plan technique, le Plug-In « CHLOÉ – métriques paysagères » pour QGIS a été développé pour analyser les structures paysagères en lien avec la biodiversité.

Cet ouvrage permettra aux différents acteurs d'avoir les connaissances nécessaires pour aborder la TVB sur leur territoire.

Jacques Baudry
Directeur de recherche INRA

1 POURQUOI PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ ?

I. LA BIODIVERSITÉ REND DES SERVICES À L'HOMME

Pourquoi préserver la biodiversité ? Tout simplement parce que nous ne pouvons pas nous en passer. La biodiversité représente ce qui vit sur terre et l'Homme en fait partie intégrante. L'Homme dépend de la diversité animale et végétale, et du bon fonctionnement des écosystèmes. Nous oublions souvent l'incroyable travail que cette biodiversité réalise pour nous et que la technologie ne pourra jamais remplacer.

L'Homme tire des bénéfices du bon fonctionnement de la biodiversité et de ses écosystèmes, appelés **services écosystémiques**. Plus précisément, ils regroupent tout ce que la nature met à notre disposition : nourriture (plantes, fruits, gibiers, champignons, miel...), combustibles et matériaux (bois, fibre...), substances médicinales et composés utilisés par l'industrie (présents chez certaines espèces animales et végétales). À quoi nous pouvons ajouter de nombreux services, comme la protection contre les risques naturels (érosion, inondation...), la fertilité des sols, ou encore la qualité de notre cadre de vie.

Une relation étroite existe entre la bonne santé des écosystèmes et la qualité et la pérennité des services écosystémiques. Dans nos écosystèmes, l'apparition de nouvelles interactions entre les espèces favorise les connexions entre les fonctions écologiques et augmente la qualité et la quantité des services écosystémiques. C'est le cas notamment des relations entre pollinisateurs (abeilles, bourdons, papillons...) et espèces végétales ; plus il y aura de pollinisateurs et de plantes à fleurs, plus le service de pollinisation et donc de culture sera diversifié et de qualité.

Les services rendus par la biodiversité désignent les bénéfices que l'Homme peut tirer du bon fonctionnement écologique des écosystèmes. Il peut s'agir de biens mis à notre disposition par la nature (nourriture, matières premières, matériaux de construction...), ou de services remplis par les fonctions écologiques, autrement dit, par les processus naturels de fonctionnement et de maintien de la biodiversité et des écosystèmes (régulation de populations animales nuisibles aux cultures, épuration de l'eau...).

La biodiversité, c'est l'assurance vie de l'humanité.

Il est bon de noter que **ces services sont essentiellement rendus par la biodiversité ordinaire**, qui nous entoure au quotidien. Celle que souvent nous ne remarquons plus et qui reste méconnue alors qu'elle remplit des fonctions écologiques nous permettant, directement ou indirectement, de vivre et d'assurer notre bien-être.

Cette nature ordinaire est malheureusement perturbée dans de nombreux territoires en France, où l'ampleur et le rythme de changement d'occupation des sols, associés aux pollutions et aux changements climatiques, amènent à un effondrement de la biodiversité. Les services écosystémiques s'en trouvent dégradés et le bien-être humain en souffre.

Face à cette situation, il semble évident que la stratégie de protéger uniquement les espaces et les espèces dits « remarquables » n'est plus suffisante. Aujourd'hui, pour maintenir les fonctions écologiques de la biodiversité, il convient de prendre en compte l'ensemble du territoire et de ses continuités écologiques.

QUELQUES EXEMPLES



Régulation

Les interactions écologiques entre les différentes espèces et leur environnement offrent des services de régulation : pollinisation, régulation biologique des ravageurs dans les cultures...



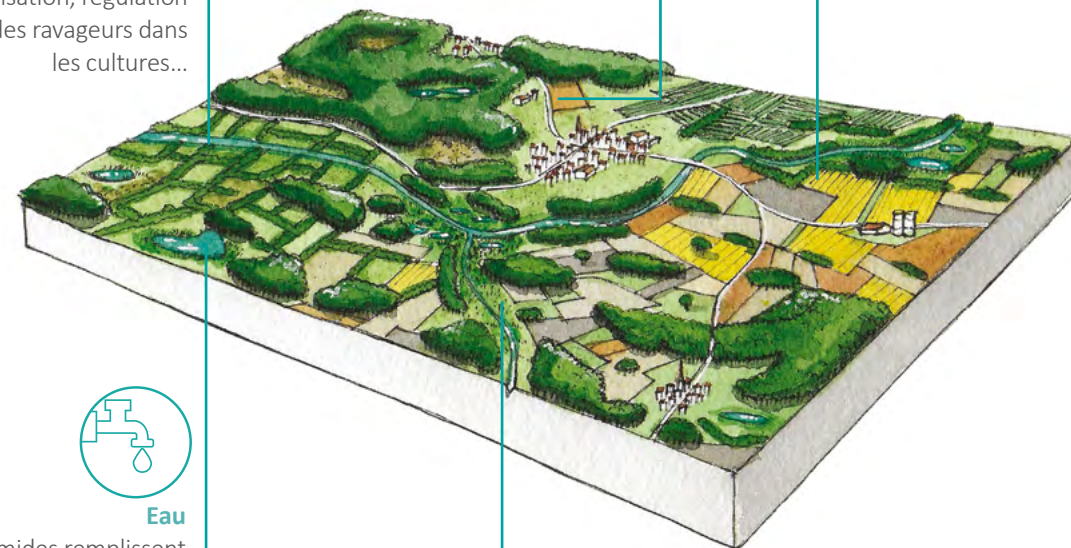
Production

Les forêts, prairies et cultures produisent de la biomasse par photosynthèse. Ils répondent à des besoins alimentaires ou de matières premières : récolte de bois, production végétale cultivée...



Fertilité des sols

Le recyclage de la matière organique par les micro-organismes permet de maintenir la fertilité des sols.



Eau

Les zones humides remplissent des fonctions de filtre et de tampon qui permettent de maintenir la qualité et la quantité de l'eau : limitation des risques d'inondation, autoépuration de l'eau, piégeage de particules...



Cadre de vie

La diversité des habitats participe aussi à notre cadre de vie, elle offre de nombreux services récréatifs et influe sur notre santé.

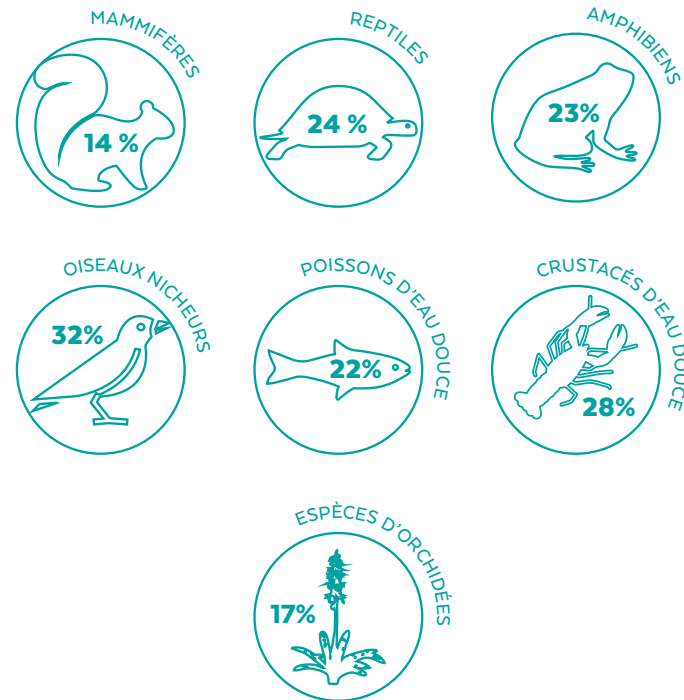
II. LA BIODIVERSITÉ EST EN FORT DÉCLIN

Depuis plusieurs décennies, l'augmentation démographique associée à l'évolution des activités humaines a conduit à la transformation progressive des territoires. Mais aujourd'hui, l'ampleur et la vitesse de transformation des espaces participent à l'érosion accrue de la biodiversité. L'Homme est devenu la plus puissante force évolutive s'exerçant sur les êtres vivants et les écosystèmes.

UN EFFONDREMENT SANS PRÉCÉDENT DES POPULATIONS D'ESPÈCES

Les scientifiques s'accordent à dire que nous assistons à la sixième extinction des espèces vivantes dans l'histoire de la Terre, la précédente étant la disparition des dinosaures il y a près de 65,5 millions d'années. Mais, l'extinction de la biodiversité que nous vivons actuellement a ceci de particulier qu'elle est due à une seule espèce : l'Homme. Sa vitesse est nettement supérieure à celle des extinctions précédentes.

En France, la crise écologique est principalement due à l'ampleur du changement de l'usage des sols depuis les dernières décennies de par l'urbanisation, l'agriculture intensive et la sylviculture. **Mais plus que l'ampleur, c'est avant tout la vitesse de ces changements qui affecte la biodiversité et les écosystèmes.** La biodiversité n'a plus le temps de s'adapter pour maintenir ses principales fonctions écologiques. Cela se traduit par une diminution sans précédent des populations d'espèces, allant parfois jusqu'à leur extinction : près de 80 % de la biomasse des insectes aurait disparu en 20 ans.



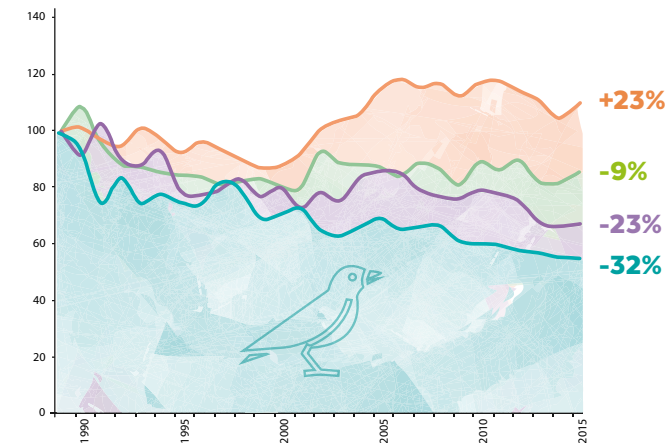
Proportion des espèces menacées de disparition en France métropolitaine
(Source : UICN France - liste rouge 2017)

UNE BANALISATION DES COMMUNAUTÉS D'ESPÈCES

L'extinction des espèces, qui touche l'ensemble de nos territoires, résulte de multiples pressions qui interagissent parfois : la destruction, la fragmentation et l'altération des habitats semi-naturels, les pollutions, l'arrivée d'espèces exotiques envahissantes ou encore la banalisation des paysages.

Le phénomène de banalisation ou d'homogénéisation des paysages se traduit notamment au niveau des communautés d'espèces. La disparition d'espèces dites spécialistes au profit d'espèces généralistes, mieux adaptées aux perturbations et aux changements d'usage des terres, participe à la perte de biodiversité. Quels que soient les groupes considérés, les espèces spécialistes sont plus sensibles à la baisse d'hétérogénéité et de naturalité d'un territoire, que les espèces généralistes.

Évolution de l'abondance des populations d'oiseaux communs métropolitains (Source : MNHN)



Indice de base 100 en 1989

- Espèces généralistes
- Espèces des milieux bâtis
- Espèces des milieux forestiers
- Espèces des milieux agricoles

UNE EMPREINTE HUMAINE CROISSANTE SUR LES TERRITOIRES

L'espèce humaine n'a cessé d'avoir pour objectif de maîtriser son environnement. De nos jours, la quasi-totalité du territoire français porte l'empreinte de l'Homme. Mais, notre « super contrôle » a entraîné deux mécanismes à l'origine des extinctions massives d'espèces : **les changements climatiques et les changements d'occupation des sols.**



Une organisation et une composition du territoire sous forte maîtrise humaine

La perte de biodiversité qui en résulte montre que cette maîtrise est illusoire et ne garantit ni notre bien-être, ni notre pérennité. Au contraire, la crise climatique et la crise écologique, qui sont interdépendantes, nous imposent dorénavant d'avoir une autre vision de nos espaces et de nos territoires. Nous devons changer nos objectifs et nos méthodes qui ont guidé la maîtrise de notre environnement. L'interdépendance des systèmes en jeu et leur globalisation nous obligent à repenser notre empreinte humaine à **toutes les échelles du territoire** et à établir des solidarités territoriales et écologiques.

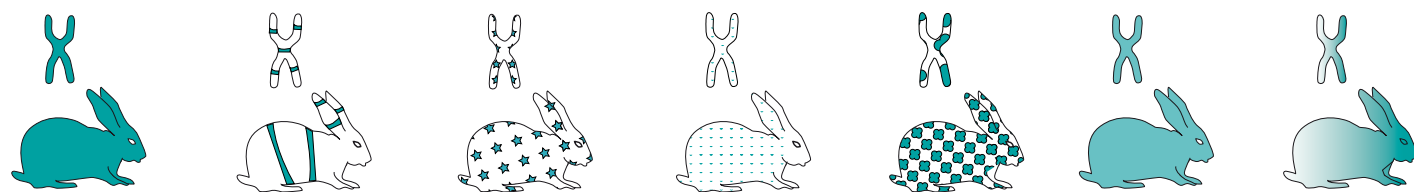
Préserver la biodiversité, c'est maintenir le fonctionnement et les capacités adaptatives des écosystèmes dans l'évolution de nos paysages.

III. LA BIODIVERSITÉ ÉVOLUE ET S'ADAPTE CONSTAMMENT

Il existe trois niveaux d'organisation de la biodiversité qui s'emboîtent : **les gènes, les espèces et les écosystèmes**. Chaque niveau d'organisation conditionne le fonctionnement de la biodiversité dans son ensemble et interagit avec les autres. La diversité d'un niveau permet à la diversité d'un autre niveau de se mettre en place, d'évoluer et de s'adapter.

Diversité génétique

La diversité des gènes au sein d'une même espèce permet aux populations de mieux s'adapter aux conditions changeantes de l'environnement.



Diversité spécifique

Le nombre d'espèces présent n'est pas forcément ce qui fait la diversité spécifique d'un territoire. Il faut aussi prendre en compte leurs caractéristiques : rareté, taille de population, interactions entre elles et avec le milieu...



Diversité des écosystèmes

La variabilité des écosystèmes et leur répartition sur un territoire reflètent la richesse des relations fonctionnelles entre les espèces, les populations et leurs habitats.



La **diversité génétique** correspond à la variabilité des gènes des individus au sein d'une même espèce ou d'une population. Plus le réservoir génétique est important, plus une population d'espèce peut se développer et maintenir sa capacité d'adaptation aux changements. Elle permet aux espèces d'évoluer (résistance aux maladies, aux pesticides). Mais si le réservoir génétique est faible, comme pour des populations de petite taille et isolées, celles-ci sont plus vulnérables aux modifications de l'environnement et peuvent disparaître. L'isolement génétique augmente, par ailleurs, la consanguinité entre les individus et donc la viabilité de la population (survie/fécondité). Les flux de gènes, assurés par les mouvements d'individus entre populations, permettent alors de maintenir la diversité génétique.

La **diversité spécifique** correspond à la richesse des espèces présentes sur un espace donné. Cela dépend du nombre d'espèces, de leur rareté, de la taille des populations et aussi du type d'espèces, selon sa place dans les réseaux alimentaires (qui mange qui)... Cette diversité spécifique constitue le principal étalon de mesure de la biodiversité. Sur un territoire donné, plus il existe d'espèces, plus la biodiversité est importante et plus elle a la capacité de s'adapter aux perturbations naturelles ou anthropiques. Cependant, ce nombre est à manier avec précaution, car l'arrivée de certaines espèces exotiques peut augmenter le nombre d'espèces mais déstabiliser le système écologique : elles peuvent devenir envahissantes (ambrosie, renouée du Japon), être néfastes aux cultures (doryphore) ou à d'autres espèces (frelon asiatique)... De même, le remplacement d'espèces attachées à des milieux moins perturbés (haies, prairies) par des espèces ubiquistes (capables de vivre dans des conditions de forte perturbation) est une perte de biodiversité, bien que le nombre d'espèces ne change pas.

La **diversité des écosystèmes** correspond au niveau supérieur de la biodiversité et conditionne fortement les niveaux inférieurs. La biodiversité n'est pas répartie de manière uniforme sur le territoire. Elle est dépendante de la structure et de la composition des paysages. Les paysages sont composés d'habitats différents (bois, mosaïques agricoles, rivières, étangs, prairies, bâti...), qui accueillent chacun une diversité d'espèces avec des populations de taille variable.

Certaines espèces fréquentent généralement plusieurs habitats au cours de leur vie. Les notions de dispersion et de **connectivité** sont donc au cœur des problématiques de conservation des espèces. Les propriétés spatiales des **mosaïques paysagères** (structure, composition) jouent un rôle majeur sur le fonctionnement des écosystèmes qui les composent, sur les réseaux écologiques et les interactions qui s'y opèrent.

IV. LES ENJEUX DE PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

La préservation de la biodiversité est souvent présentée comme une contrainte, mais penser notre environnement à travers une vision écosystémique nous le donne à voir comme le garant de notre survie et de notre bien-être. Préserver la nature, c'est avant tout nous préserver.

Dans nos paysages, les populations, les espèces et les écosystèmes sont en évolution constante. Il faut les percevoir comme des « éléments dynamiques » en interdépendance avec leur milieu, que nos actions peuvent perturber au point de menacer les biens et les services qu'ils nous rendent. Ces perturbations, dont nous sommes souvent à l'origine, peuvent alors nous affecter en retour. On prend ainsi conscience que l'Homme est une partie intégrante de cette biodiversité et ses dynamiques.

Cette vision supprime la dichotomie entre l'Homme et la nature. Elle réintègre la nature au cœur de l'humain, mais aussi l'humain au cœur de la nature, et nous pousse à considérer le concept de **solidarité écologique**. S'il existe des interdépendances entre nous, les autres êtres vivants et le milieu naturel, nous pouvons faire le postulat d'un devoir moral et d'une responsabilité que nous devons assumer pour préserver la nature dans son ensemble.

La biodiversité est le fruit des évolutions passées et comporte un potentiel évolutif qui détermine sa capacité à répondre aux changements globaux. Apprenons à faire avec les espèces et les écosystèmes en présence, en intensifiant leurs fonctions écologiques, en développant les populations et leurs interactions et en renforçant leurs capacités adaptatives.

Aussi, est-il vain de se limiter à préserver la biodiversité uniquement là où ses manifestations sont les plus remarquables. Puisque c'est l'écosystème dans son ensemble (le milieu, la biodiversité, l'être humain...) qui doit être maintenu, en son sein et avec les écosystèmes environnants. La préservation de composantes isolées n'est pas pertinente. La biodiversité doit aussi être reconnue et bénéficier d'attention dans ses représentations et ses fonctions les plus ordinaires.

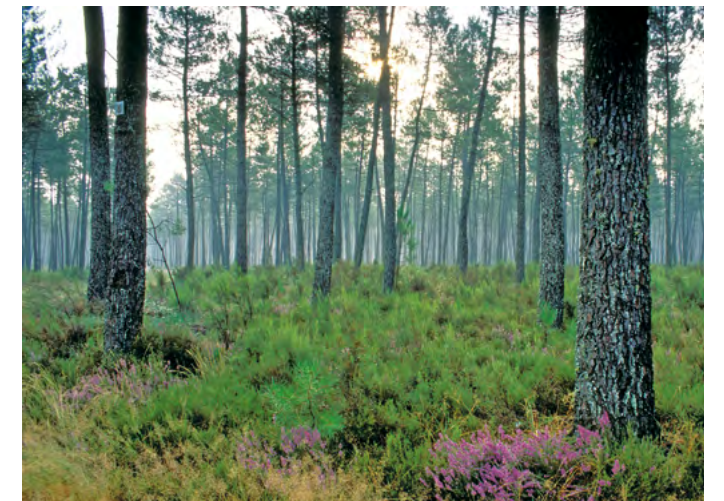
C'est ce que propose **l'écologie du paysage** ; intégrer la biodiversité « ordinaire » et sa dynamique au niveau des écosystèmes pour considérer sa préservation comme un élément de développement de nos territoires à part entière.



Zone marécageuse de Groléjac (Dordogne, Lot-et-Garonne)



Pelouses et landes sèches des causses du Périgord



Landes à bruyères sous massif de pins maritimes (Landes)



Forêts du Sarladais (Dordogne)

Ne plus seulement se focaliser sur les espèces remarquables mais réfléchir au niveau des écosystèmes, de leurs interactions et de leur fonctionnement à l'échelle des paysages.



Vallée de la Nizonne et tourbières de Vendoire (Charente - Dordogne)

2

CONCEPTS D'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

I. L'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

L'écologie du paysage est une discipline qui analyse les effets de la composition et de la structure des paysages sur les processus écologiques, ainsi que les facteurs organisant ces paysages. Elle offre des méthodes pour gérer la conception, la mise en place et le suivi de modes d'aménagement et de gestion appropriés à la diversité écologique des paysages.

L'écologie du paysage a connu un essor très rapide à partir des années 1980, lorsqu'il est devenu évident qu'il fallait prendre en compte la structure spatiale des paysages pour comprendre la distribution des espèces, la dynamique de leurs populations et les risques d'extinction. Avant l'écologie du paysage, l'idée dominante en écologie était qu'il convenait d'étudier surtout les « milieux naturels » peu perturbés par les activités humaines. Aujourd'hui, la prise en compte des perturbations naturelles ou anthropiques à l'échelle des paysages a considérablement modifié notre regard, tant sur la conservation des espèces, que sur les aménagements du territoire.

Pour l'écologue, le paysage est un système écologique dont la composition des différents types d'occupation du sol (forêts, prairies, bâti, cultures, routes...) et leurs arrangements spatiaux contrôlent la présence d'espèces (liée aux ressources présentes), mais aussi leurs déplacements et leurs interactions. L'hétérogénéité* est donc une composante fondamentale des paysages. Le fait qu'il existe plusieurs grands types de paysages (bocages, grandes cultures, prairiales...), avec chacun ses spécificités, implique la nécessité d'aborder la gestion des paysages à différentes échelles, celle du paysage et celle d'ensemble de paysages différents.

Les paysages, objets d'étude

L'écologue n'est pas le seul à s'intéresser aux paysages. Il y a aussi le paysagiste, le sociologue, le naturaliste, le géographe, l'historien, l'aménageur... Cette interdisciplinarité est un atout pour comprendre les paysages, leurs évolutions et définir des modes d'aménagement et de gestion appropriés à leur diversité.

* Voir chapitre « L'hétérogénéité des paysages »

II. QUELQUES NOTIONS D'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

L'HABITAT DES ESPÈCES

L'habitat est l'élément de base pour que les espèces puissent accomplir leur cycle de vie dans de bonnes conditions. Un habitat favorable est un lieu ou un ensemble de lieux qui permet aux espèces de se nourrir, se reposer, se reproduire et se réfugier. L'habitat d'un individu, à fortiori d'une population, n'est pas nécessairement un lieu unique. Plusieurs lieux, des taches d'habitat, peuvent être utilisés. Il peut s'agir de plusieurs taches d'habitat de nature différente, utilisées en complément les unes des autres (un lieu de reproduction, un lieu de nourrissage). On parle alors de processus de complémentation, mis en place par les espèces. Mais, il peut aussi s'agir de plusieurs taches d'habitat de même nature, qui, prises individuellement, sont trop petites pour assurer la survie des individus. On parle alors de processus de supplémentation.



Cycle de vie du cerf

LES MOSAÏQUES D'HABITATS

Les paysages sont composés d'espaces de différentes natures, plus ou moins variés : cultures, prairies, bois, landes, espaces bâtis, routes, cours d'eau... D'un point de vue écologique, le paysage peut être considéré comme une mosaïque organisée d'habitats en interaction. Les mosaïques se distinguent entre elles par diverses formes d'occupation du sol, à la fois en termes de composition (la nature du milieu) et de configuration (l'arrangement spatial). C'est cette diversité qui permet de reconnaître un paysage de grande culture d'un paysage bocager ou forestier.

Étudier la biodiversité au niveau du paysage est intéressant pour saisir des phénomènes non perceptibles à d'autres échelles, telles que les continuités écologiques, en répondant à des questions comme : est-ce que les différentes populations animales et végétales qui vivent dans ces mosaïques trouvent des habitats et peuvent se déplacer entre eux ?

Mais, il n'est pas toujours simple de définir les catégories d'occupation du sol les plus pertinentes pour appréhender ces relations entre le paysage et la biodiversité. En effet, selon les espèces que l'on souhaite étudier, il est nécessaire de faire des distinctions plus ou moins précises des milieux : des espèces différentes peuvent habiter une forêt de feuillus et une forêt de résineux, mais c'est également le cas entre un boisement de résineux monospécifique et un boisement de résineux spontané. De ce fait, la représentation cartographique de l'occupation du sol a une grande importance pour l'analyse des habitats, de leur fragmentation et des continuités écologiques.

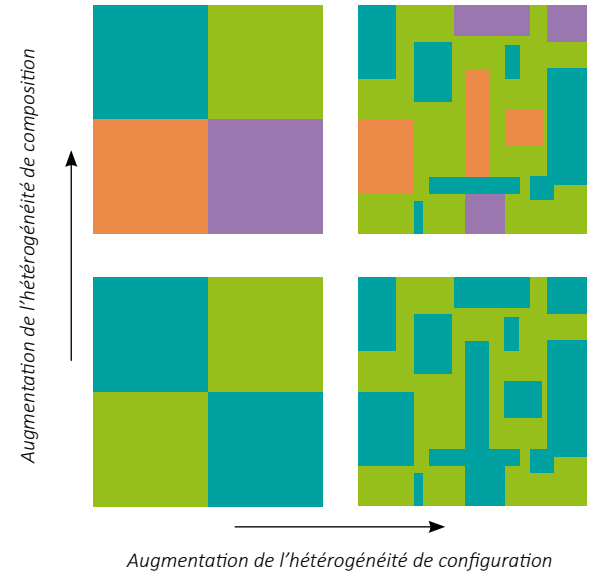
L'habitat permet à un individu ou à une population d'une espèce d'effectuer son cycle de vie nécessaire à sa survie.

L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PAYSAGES

Les mosaïques d’habitats, ou mosaïques paysagères, sont plus ou moins hétérogènes dans le temps et l’espace et donnent à voir des paysages plus ou moins fragmentés ou connectés. L’hétérogénéité d’une mosaïque s’apprécie au niveau de la composition et de la configuration des éléments du paysage :

L’hétérogénéité de composition augmente avec le nombre d’éléments ou d’habitats présents, qu’il s’agisse de bois, de landes, de prairies, de cultures, de bâtiments ou d’étangs. C’est-à-dire par l’augmentation de sa diversité.

L’hétérogénéité de configuration augmente avec la complexité de l’arrangement spatial de ces éléments. Elle est plus faible quand les éléments sont de grande taille et non fragmentés et plus forte quand ils sont de petite taille, de formes variées et intriqués les uns dans les autres.



Distinction entre les hétérogénéités spatiales de configuration et de composition (source : inspiré de Fahrig et al. 2011).



Paysage 1



Paysage 2

La composition et la configuration des cultures dans ces deux paysages agricoles sont sensiblement identiques mais le second paysage présente des réseaux de haies et de bois. Il est ainsi plus hétérogène que le premier.

L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PAYSAGES, UN EFFET POSITIF SUR LA BIODIVERSITÉ

Dans un paysage hétérogène, le nombre d’espèces est plus important et les réseaux alimentaires plus complexes. Ceci s’explique de plusieurs façons :

/ la diversité des habitats offre des ressources de nature différente qui vont répondre aux exigences écologiques d’un grand nombre d’espèces : sites de nourrissage, sites de reproduction, sites de nidification ou zones refuges qui pourront les accueillir dans les périodes défavorables. Maintenir des éléments semi-naturels (haies, bosquets) dans les paysages agricoles participe à cette diversité. On parle d’une augmentation de niches écologiques dans les paysages.

/ les interactions écologiques entre milieux sont plus intenses, ce qui peut faciliter le déplacement des espèces, ainsi que leur recherche de nourriture ou de lieu de reproduction.

Cependant, une trop forte hétérogénéité peut signifier une fragmentation des habitats et la disparition d’éléments du paysage ayant une grande superficie.

Cela peut être le cas pour les forêts, les landes, les prairies et entraîner une perte de certaines espèces comme les grands cervidés, les oiseaux forestiers (pic noir), les oiseaux des plaines (outarde)...

Par conséquent, il faut envisager cette hétérogénéité sur toute une gamme d’échelles spatiales, de la région au paysage local. Régionalement, il faut une diversité de paysages, certains homogènes, d’autres hétérogènes.

L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PAYSAGES, UNE DIMENSION TEMPORELLE

L’hétérogénéité résulte de l’évolution des paysages, soit de façon spontanée avec les successions végétales, soit, le plus souvent dans nos territoires, en lien avec les activités humaines : exploitation forestière et activités agricoles, principalement.

En forêt, la gestion et la récolte produisent des trouées et une hétérogénéité de structures favorables à une diversité d’espèces. Mais il est important de structurer ces activités de façon à toujours conserver une surface importante de forêt mature qui va constituer une réserve d’espèces à même de coloniser les jeunes espaces forestiers au cours de sa maturation. Cela demande d’organiser spatialement l’exploitation forestière pour que les espaces adjacents aux forêts matures soient des milieux forestiers denses et non des espaces ouverts non adaptés aux espèces.

De même, dans les espaces agricoles, les mouvements d’espèces entre les cultures, en fonction de leur maturité, sont fréquents et importants au cours de l’année. C’est notamment le cas des auxiliaires des cultures ou des pollinisateurs. La mosaïque des cultures est très dynamique du fait de leur croissance et maturation qui interviennent à différents moments ce qui joue un rôle dans la perméabilité des paysages. Les individus d’une espèce ont ainsi une plus ou moins grande facilité à se déplacer dans un paysage. Cette perméabilité est variable selon les espèces.



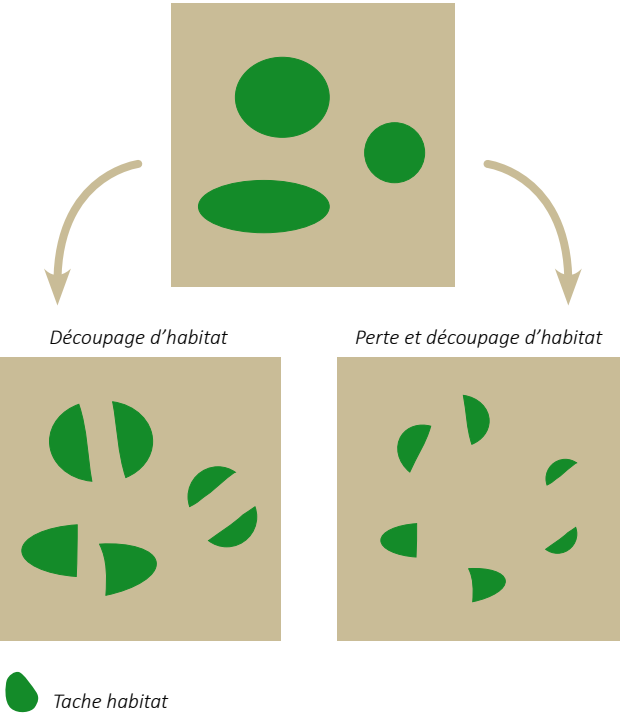
La différence de nature et de maturité entre ces deux parcelles n’est pas une barrière pour les auxiliaires de culture. Ils peuvent se déplacer selon la disponibilité de nourriture.

LA FRAGMENTATION ET LA PERTE D'HABITATS

La fragmentation se caractérise par la réduction et le découpage d'un habitat en plusieurs taches plus ou moins isolées les unes des autres et séparées par un milieu environnant peu favorable.

La perte d'habitat a des effets négatifs sur la biodiversité, car une population a besoin d'une superficie minimale d'habitat pour survivre. En augmentant la distance entre les taches d'habitat, la fragmentation affecte directement le comportement de dispersion des individus. Certains éléments paysagers agissent comme une barrière aux mouvements des individus. Cette altération de la dispersion peut avoir des conséquences dramatiques sur les populations, et à terme, mener celles-ci à disparaître.

Effet de la fragmentation sur les habitats.



LA CONNECTIVITÉ

Le maintien des populations dans un paysage hétérogène et fragmenté est dépendant de la colonisation des taches d'habitat. Or cette colonisation n'est possible que lorsque les taches d'habitat sont suffisamment connectées entre elles pour permettre la dispersion des individus.

La connectivité est un concept clé en écologie du paysage, englobant tous les mécanismes qui affectent les mouvements des espèces entre les taches d'habitat au sein d'un paysage.

Le degré de connectivité est déterminé par la perméabilité écologique du paysage, c'est-à-dire le degré avec lequel le paysage va faciliter ou empêcher les mouvements des espèces. Il dépend de la composition de la mosaïque paysagère et des relations spatiales entre ses composantes.

LES INTERFACES

Les zones de contact entre les différentes composantes du paysage (bois, parcelle agricole, haie, route...) sont désignées comme des **interfaces** : les lisières de bois, les bords de route... Ces interfaces peuvent être des lieux d'échanges ou des **barrières*** selon :

- / la différence de nature entre les composantes en contact,
- / la nature et la structure de l'interface elle-même, qui peut être un espace de transition et offrir (ou non) un habitat spécifique. C'est le cas, souvent, entre une culture et une forêt où l'on trouve une marge herbeuse avec quelques buissons.
- / les espèces végétales présentes dans les composantes.

La nature des espèces, leurs besoins en nourriture, en lieu de repos et de reproduction, est un facteur essentiel. Certaines espèces animales sont strictement inféodées à un type d'habitat, tolérant seulement quelques variations dans la structure de cet habitat : des bois plus ou moins denses, un peuplement de feuillus et de résineux. Pour ces espèces, une interface avec un milieu ouvert (prairie, culture...) est une barrière. Elles se déplaceront en revanche dans des milieux adjacents similaires, par exemple entre des forêts matures et des zones en régénération.



* Voir chapitre « Effet barrière »

D'autres espèces, au contraire, utilisent une diversité de milieux. Ce sont des espèces dites « multi-habitats ». À titre d'exemple, le sanglier qui quitte les bois pour aller se nourrir dans les cultures.

D'autres interfaces sont importantes. Celle entre les cultures et leurs bordures (bandes enherbées ou haies), permet aux espèces auxiliaires des cultures de se réfugier l'hiver dans des milieux stables. L'interface entre deux cultures avec des dates de croissance et de maturité décalées, par exemple le blé et le maïs, est également intéressante. Les auxiliaires de cultures (carabes, araignées) peuvent alors se déplacer d'une parcelle à l'autre selon la disponibilité des ressources alimentaires.



Nous verrons ultérieurement que ces interfaces existent à toutes les échelles, pas seulement entre éléments du paysage, mais aussi entre « écopaysages ».

LA DIVERSITÉ EN ESPÈCES

La **richesse spécifique**, c’est-à-dire le nombre d’espèces sur un territoire, est un concept de base en écologie. Cette richesse peut être définie à plusieurs échelles :

/ à l’échelle de l’élément du paysage (prairie, haie...) le nombre d’espèces (de plantes, de carabes, d’oiseaux, de batraciens...) est appelé diversité alpha (α).

/ au niveau du paysage, l’ensemble des espèces répertoriées dans les différents éléments du paysage est la diversité gamma (γ). Elle est toujours supérieure à la diversité alpha, car toutes les espèces ne sont pas présentes partout. Ainsi, un paysage bocager peut abriter quelques centaines d’espèces de plantes, alors que chaque haie n’en abrite que 15 à 20, en moyenne. C’est la diversité des conditions offertes par

chaque haie, plus le hasard des dispersions, qui permet à de nombreuses espèces de trouver un habitat dans le paysage.

/ S’il y a une différence entre la diversité α et la diversité γ , c’est que les différents éléments du paysage, même s’ils sont de même type, abritent un assemblage d’espèces différent. C’est pour cela que la biodiversité dépend à la fois de la diversité des éléments du paysage (son hétérogénéité) et de l’étendue ou la répétition de ceux-ci.

Il ne faut pas se focaliser sur la richesse spécifique au niveau d’éléments du paysage, mais toujours conserver un grand nombre ou une grande surface d’éléments de même type et connectés.

Les différentes diversités de coléoptères carabiques dans une mosaïque paysagère

Diversité alpha

Espèces présentes dans un élément du paysage (ici la haie) :



20 espèces de carabes pour cette haie



Pterostichus melanarius
Une espèce de milieux ouverts (cultures)

Féronie noire
Une espèce de milieux ombragés frais (bois, haies denses)

Diversité gamma

Espèces présentes sur l’ensemble du paysage :



49 espèces de carabes avec présence d’espèces des milieux boisés

Diversité bêta

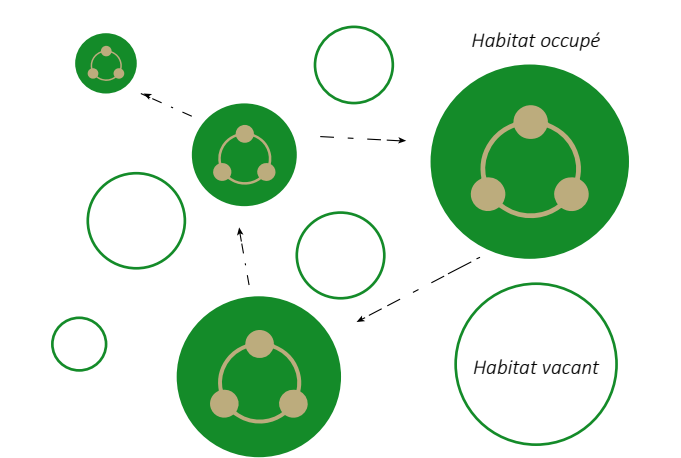
C’est la différence d’espèces entre la diversité alpha de la haie et la diversité gamma du paysage.

LES POPULATIONS ET MÉTAPOPULATIONS

Une population est définie comme un ensemble d’individus qui interagissent de manière continue, pouvant potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde. La délimitation spatiale des populations est néanmoins délicate. Le terme désigne aussi bien des assemblages d’individus à une échelle très locale (population d’une forêt, d’une mare) qu’à une échelle plus vaste (régionale).

Les paysages sont hétérogènes et les habitats souvent fragmentés dans l’espace. Cette hétérogénéité détermine une répartition spatiale des populations qui se trouve alors souvent subdivisées. On parle de métapopulation dans le cas de populations d’une même espèce, séparées spatialement, mais qui restent interconnectées par des échanges plus ou moins importants d’individus d’une population à une autre. De nombreuses espèces fonctionnent en métapopulations. Dans une métapopulation, on observe que, des habitats potentiels de certaines espèces peuvent être vacants à certains moments et peuplés à d’autres périodes.

Fonctionnement d’une métapopulation



 Cycle de vie d’une espèce
Une métapopulation se compose de populations d’une même espèce séparées géographiquement et qui interagissent via des échanges ponctuels d’individus permettant des flux de gènes. Cela favorise la diversité génétique, mais aussi la recolonisation d’habitats potentiels vacants, suite aux extinctions locales.

La pérennité des populations ou métapopulations dans un paysage dépend de la capacité des espèces à se maintenir au sein des taches d’habitat et à se déplacer à travers la mosaïque paysagère. Les individus ont tout d’abord besoin de se déplacer quotidiennement pour trouver des ressources essentielles à leur survie (eau, nourriture, abris). Ces mouvements s’effectuent au sein de leur **domaine vital**, défini comme l’espace indispensable à chaque individu pour effectuer son cycle de vie. Certaines espèces ont besoin d’effectuer des déplacements saisonniers sur des distances variables selon l’espèce (cycle annuel). Les individus d’une population sont également confrontés au cours de leur vie à la **dispersion**. À la différence des mouvements saisonniers, les individus qui se dispersent ne reviennent pas dans leur population d’origine. Cette dispersion facilite l’expansion géographique des populations en permettant aux individus d’atteindre de nouvelles taches d’habitat pour y fonder de nouvelles « sous-populations ». La dispersion conditionne également l’échange de gènes entre populations. Ces flux sont essentiels pour la viabilité des populations car ils favorisent la diversité génétique et la dispersion de gènes potentiellement adaptatifs.

NATURALITÉ ET INTENSIFICATION

Dans nos régions, l’absence totale d’intervention humaine est illusoire. La naturalité représente en quelque sorte le processus dynamique écologique « le moins contrarié » par l’Homme. Il s’agit d’un gradient progressif qui traduit généralement la présence croissante de milieux semi-naturels et naturels dans un espace. La naturalité est souvent inversement proportionnelle à l’intensification des activités humaines d’un milieu.

Dans les politiques de protection de l’environnement, le concept de naturalité est utilisé comme un impératif de conservation. Si les zones naturelles protégées comme les réserves doivent être gérées selon ce principe, les espaces où les humains sont présents et modèlent les paysages devraient être gérés **vers la durabilité des systèmes écologiques**. Cette dernière approche affecte donc à la fois le rôle de l’Homme au sein de son territoire et l’intensité de son influence, impact négatif ou contribution favorable sur les processus écologiques.

La durabilité écologique d’un paysage est favorisée par la présence d’éléments « naturels » et « semi-naturels ». Les paysages où la biodiversité est la plus élevée sont ceux où les taches d’habitats « naturels » peuvent assurer leur fonctionnement. Pour cela, les taches doivent être en nombre et en taille suffisante, pour pouvoir abriter des populations d’espèces à partir desquelles les individus se dispersent et permettent aux réseaux alimentaires de se complexifier.

Si les paysages fortement anthropisés, comme les espaces cultivés ou les forêts de production intensive, sont perçus comme dépourvus de naturalité, ce sont néanmoins des systèmes écologiques. Ils sont qualifiés de « **nouveaux écosystèmes** ».

Ils possèdent leurs assemblages particuliers d’espèces en interaction. Citons par exemple, la culture avec ses bioagresseurs et les auxiliaires qui les contrôlent.

Les notions de naturalité, d’hétérogénéité et de diversité sont couramment utilisées dans le cadre des expertises écologiques, toutefois les méthodes et critères d’évaluation sont variables. Si quelques experts développent des méthodes quantitatives aux formules complexes, la plupart d’entre eux procèdent à « dire d’expert » (qualitativement) en s’appuyant sur un gradient du plus au moins naturel comme dans l’exemple donné ci-contre.

Les critères de classification sont basés sur un principe simple de modification artificielle des écosystèmes comme :

- / la proportion des espèces indigènes qui reste encore présentes.
- / le degré de contrôle par l’Homme, ou le niveau de perturbation anthropique. Sa valeur varie selon la nature de la perturbation (fauche, pâturage, labour...), sa fréquence, sa durée et son intensité.
- / l’arrivée de nouveaux éléments liés aux activités humaines altérant les écosystèmes (polluants, espèces...).

Environnement « sub-naturel »



Fond de vallée humide et coteaux boisés

Environnement « semi-naturel »



Espace agroforestier de polyculture élevage traditionnelle

Environnement intensif



Plaine céréalière

Une classification* simple en cinq catégories peut être utilisée mais aussi subdivisée plus finement :

Environnement « naturel » : les espaces sont peu perturbés par les humains ou leurs animaux domestiques et la dynamique naturelle de la végétation et de la faune reste le processus dominant.

Environnement « sub-naturel » : les espaces subissent quelques changements, mais le type de végétation est fondamentalement le même (une gestion extensive d’une pelouse ou lande maintient le milieu à un stade de végétation intermédiaire).

Environnement « semi-naturel » : la végétation de base a été modifiée, mais sans changement important dans la composition des espèces indigènes.

Environnement intensif : systèmes artificiels où la végétation a été délibérément déterminée par les humains, avec la perte d’habitats « naturels » ou « semi-naturels » et l’altération des écosystèmes présents, mais qui garde éventuellement des potentialités de résilience, telles que les terres cultivées ou les forêts en gestion intensive.

Environnement artificialisé : les espaces urbanisés et les voies de transport où la disparition du naturel peut être poussée à l’extrême.

* Sources : travaux de Holly Deary, Charles R. Warrenet et Antonio Machado.

LES ÉCHELLES DE TEMPS ET D'ESPACES

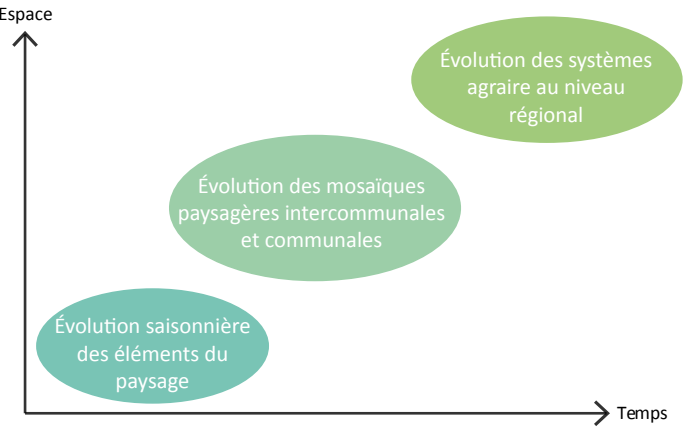
Parmi les théories de l'écologie du paysage, celle de la **hiérarchie** est l'une des plus importantes, car elle permet de situer tout phénomène dans une gamme d'échelles d'espace et de temps. L'utilisation d'une gamme d'échelles met en évidence l'existence de processus englobants, qu'il convient de prendre en compte lorsque on étudie un phénomène lié à une échelle de temps et d'espace donné. Cette théorie peut aussi bien s'appliquer à des processus écologiques, qu'aux espèces ou aux paysages.

Au niveau des processus écologiques, ceux qui touchent les grands espaces se déroulent aussi sur le temps long (colonisation par de nouvelles espèces, changement de type d'agriculture) et contraignent à leur tour des processus plus locaux (dynamique de végétation).

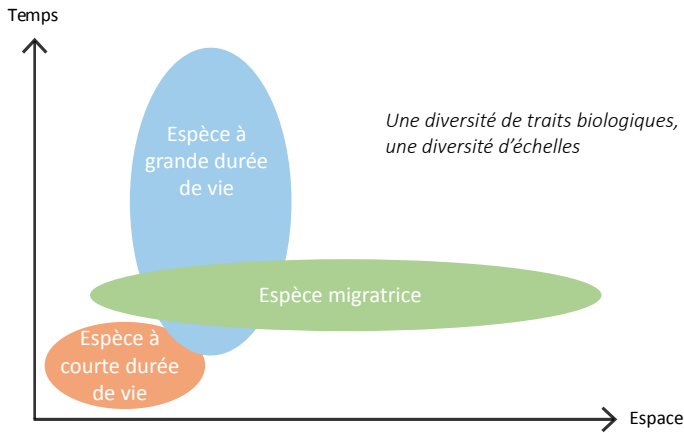
Au niveau des paysages, les mosaïques locales sont incluses dans des mosaïques régionales de nature différente. Cela donne lieu à des configurations particulières qui ont des effets sur les processus locaux. Par exemple, quelques hectares ou dizaines d'hectares de prairies et cultures peuvent être inclus dans un grand espace forestier. Cette configuration engendre des interactions entre espèces domestiques et espèces sauvages forestières ayant pour conséquence la transmission de maladies comme pour la maladie de Lyme. Dans le cas inverse, des boisements peuvent être enclavés dans des espaces de cultures et cette configuration entraînera l'isolement des populations forestières. Dans un exemple positif, des cultures ayant besoin de pollinisateurs (colza, arbres fruitiers...) bénéficieront d'un contexte de prairies ou de bords de boisements dans lequel ces pollinisateurs peuvent nicher.

Au niveau des espèces, leur échelle de temps et d'espace dépendra de leur distribution spatiale et de la durée de vie des individus. La diversité d'échelle sera donc très importante : certaines espèces se retrouvent presque sur toute la surface de la Terre (pâturin annuel), alors que d'autres sont endémiques à une seule île (gecko nain), certaines peuvent vivre des siècles (chêne), alors que d'autres seulement quelques heures (éphémère).

Vitesse de fonctionnement des processus écologiques à l'échelle des paysages



Diversité d'utilisation de l'espace et du temps par les espèces



La théorie de la hiérarchie est un concept à vertu pédagogique qui aide à appréhender et à décrire la complexité des échelles et met en évidence l'existence de processus englobants. Elle permet de comprendre que les phénomènes écologiques ne dépendent pas que des conditions environnementales de l'espace dans lesquelles ils se déroulent à l'instant T, mais aussi de phénomènes se déroulant à des niveaux de temps et d'espace différents.

L'approche pluri-échelles fait émerger différents niveaux d'organisation des systèmes écologiques et permet, au sein de l'action publique, de penser les responsabilités selon les échelles du territoire.

Par exemple, le niveau **supra-intercommunal et régional** sera approprié pour identifier les continuités écologiques pour le déplacement d'individus à forte capacité de dispersion, mais également pour l'évolution de l'aire de répartition des espèces à faible capacité de dispersion, en intégrant les éléments des niveaux inférieurs. Le niveau **communal**, quant-à-lui, sera plus adapté pour prendre en compte les déplacements des individus à faible capacité de dispersion (batraciens, carabes), tout en intégrant les éléments des niveaux supérieurs.

Toutefois, il convient de toujours prendre en compte les éléments de niveaux inférieurs et supérieurs pour définir des politiques écologiques cohérentes et efficaces. Ainsi, dans l'analyse des priorités de gestion de la biodiversité, il faut se poser la question de ce que représente chaque type d'habitat dans une commune en le replaçant dans le contexte plus large. C'est ce contexte qui peut déterminer certaines priorités. Par exemple, dans un contexte péri-urbain, garder des espaces agricoles est important à la fois pour l'agriculture et pour la régulation climatique.

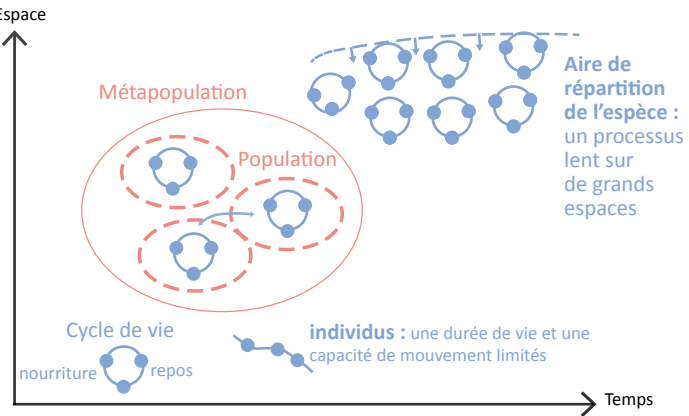
Il existe donc une dépendance des échelles qu'il convient de prendre en compte pour une gestion écologique cohérente des territoires mais chaque niveau de territoire possède également sa propre autonomie en termes de fonctionnement écologique. Cette indépendance d'échelle induite par des mécanismes

différents selon le niveau du territoire abordé implique donc des politiques de gestion de la biodiversité spécifique à chaque échelle.

Par exemple, à l'échelle intercommunale, les grands boisements accueillent des populations d'écureuil et constituent des sources de dispersion pour l'espèce. On veillera ici au maintien des continuités écologiques (niveau des métapopulations). À l'échelle locale, la présence d'une population dépendra de la ressource alimentaire et des possibilités des individus à se déplacer (ex : jardins et parcs arborés). On s'attachera à préserver et conforter la qualité de l'habitat (niveau cycle de vie).

Dynamique d'une espèce : processus à diverses échelles

(source : inspiré de Julie Chaurand 2017)



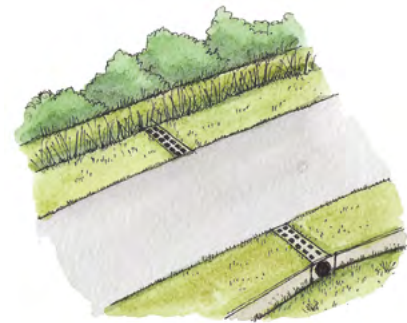
III. LA TRAME VERTE ET BLEUE, UN EXEMPLE D'APPLICATION CONCRET DE L'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

L'écologie du paysage analyse les effets de la composition et de la structure des paysages sur les processus écologiques ainsi que les facteurs organisant ces paysages. Elle permet la conception d'outils, comme la Trame verte et bleue (TVB), pour la mise en place et le suivi de modes d'aménagement et de gestion appropriés à la diversité écologique des paysages.

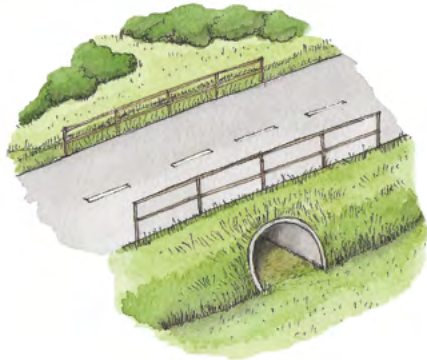
La TVB s'appuie sur les concepts de l'écologie du paysage (habitat, fragmentation, interfaces...) pour identifier des continuités écologiques structurantes sur un territoire et permettre leur maintien ou leur restauration. La TVB se retranscrit au niveau des documents d'urbanisme (zonage des SCoT et des PLU) et peut amener à des protections réglementaires (réserves naturelles, arrêtés préfectoraux de protection du biotope), des acquisitions foncières de sites remarquables, des actions de restauration du milieu ou de gestion adaptée...

L'objectif des TVB, et des mesures qui en découlent, est de réduire la fragmentation des habitats afin de faciliter le déplacement des espèces et les échanges entre elles, de relier les espaces à forte naturalité par l'établissement et la protection des corridors écologiques et d'améliorer la qualité et la diversité des paysages.

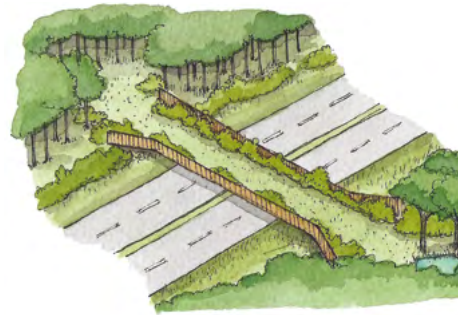
Parmi les mesures en faveur de la continuité écologique, la création de passage à faune est emblématique :



Blocs « tunnel pour batraciens » (crapauduc) utilisables pour la petite faune (amphibiens, reptiles, micromammifères...).



Conduit simple construit sous remblai et utilisable pour la petite et moyenne faune (renards, mustélidés, micromammifères, blaireaux...).



Éco-pont avec aménagement végétal autorisant un passage régulier de la petite, moyenne et grande faune.

Lors de la création de passages, la multifonctionnalité doit être recherchée en sachant que tous les ouvrages n'ont pas la même attractivité sur toutes les espèces. Le choix du type de passage doit être fait en fonction des espèces présentes localement et de la fréquentation potentielle du site. Des aménagements complémentaires sont souvent à prévoir pour optimiser l'efficacité des ouvrages (clôture, aménagement végétal...).

3

LES ÉCOPAYSAGES

I. LES ÉCOPAYSAGES, UNE HISTOIRE D'ÉCHELLE

Les écopaysages sont des portions de paysage similaires en termes de mosaïque paysagère. À chaque échelle du territoire, ils permettent de différencier des zones de biodiversité potentielle et d'orienter les actions publiques.

PRINCIPE DE L'ANALYSE PLURI-ÉCHELLES

Pour planifier efficacement l'aménagement d'un territoire, il est important de partir d'un état des lieux de ce territoire et de ses potentiels.

Si le projet est la conservation de la biodiversité, il est nécessaire de connaître la richesse existante du territoire et surtout la biodiversité potentielle, qui dépend des possibilités de connexions entre les composantes du paysage (entre les différents habitats naturels ou semi-naturels).

C'est ce que permet l'approche écopaysagère : elle étudie les mosaïques paysagères qui traduisent la composition (nature des espaces) et la structure (relation entre les espaces) du paysage. Cela permet de segmenter les zones d'un territoire selon leur mode d'occupation du sol et de mettre en lumière les relations entre ces différentes zones. Il est alors possible de différencier des espaces selon leur biodiversité potentielle pour adopter un plan d'action spécifique.

Les écopaysages d'un territoire peuvent être analysés à de multiples échelles, depuis le paysage que l'on voit d'un seul regard jusqu'au paysage régional qui ne peut être vu que par des images satellites. À chaque échelle, nous cherchons à comprendre comment sont arrangés les différents éléments qui composent ces paysages pour en dégager les propriétés écologiques.

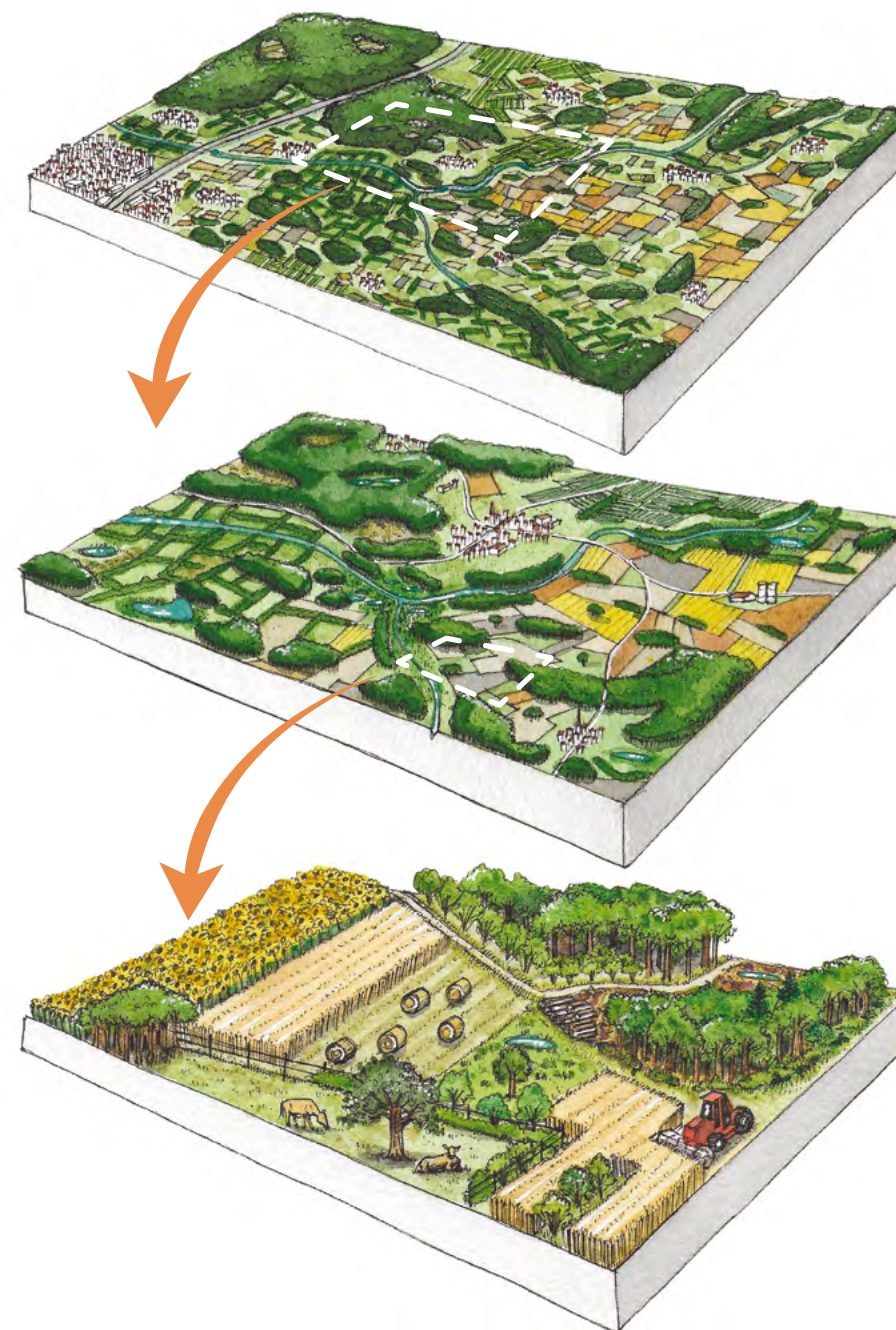
Les principes de l'approche écopaysagère pluri-échelles :

À chaque espèce, son échelle de paysage.

Les espèces ont des capacités de mouvement et utilisent des territoires différents. Certaines bougent peu, d'autres se déplacent sur plusieurs kilomètres.

À chaque niveau décisionnel, son échelle de représentation du territoire.

L'évaluation d'un niveau d'organisation d'une région nécessite moins de détails que l'analyse d'une Communauté de communes. Ceci est une pratique courante en planification quand on établit un schéma régional, un Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) et un Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi).



À l'échelle régionale, sont distingués les grands types de paysages (forêts, grandes cultures, bocages...) : ce sont les écopaysages. À chaque résolution d'analyse, ses écopaysages spécifiques.

À l'échelle intercommunale ou communale, sont distinguées des mosaïques plus fines, les relations entre les éléments à l'intérieur d'un écopaysage ou entre éléments d'écopaysages adjacents (interfaces entre prairies et forêts).

À l'échelle locale, le focus est mis sur la qualité des différents éléments et leur mode de gestion. Ce peut être le pâturage plus ou moins extensif des prairies ou le mode d'entretien des haies.

II. CARTOGRAPHIER LES ÉCOPAYSAGES

Il y a de multiples façons d'étudier les paysages. La plus commune, fort utile, est de les regarder sur le terrain depuis un point de vue. Mais, il existe d'autres façons de lire les paysages, comme la cartographie, qui fournit un ensemble de moyens de plus en plus utilisés. C'est aussi le mode de représentation dans les documents de planification, dont celle de la Trame verte et bleue.

Le paysage est cartographié à partir d'images, soit des photographies aériennes, soit des images satellites. C'est cette dernière source de données qui a été utilisée pour définir les écopaysages de Dordogne que nous prendrons comme exemple pour illustrer notre propos. Chaque région a ses écopaysages et ses potentialités écologiques. Notre objectif est de présenter une démarche d'analyse qui peut être mise en œuvre dans d'autres régions sans pour autant que les écopaysages soient les mêmes.

La dimension de ces portions de paysage est définie a priori selon la capacité de déplacement des espèces. Pour le cerf, le territoire étudié sera découpé en portion de 1km², pour le

carabe, l'hectare est suffisant. Il est donc nécessaire de définir des écopaysages à différentes échelles.

L'hétérogénéité du paysage va se traduire sur les cartes par diverses occupations du sol (forêts, prairies, cultures, aires urbanisées...) qui vont nous permettre de définir les écopaysages.

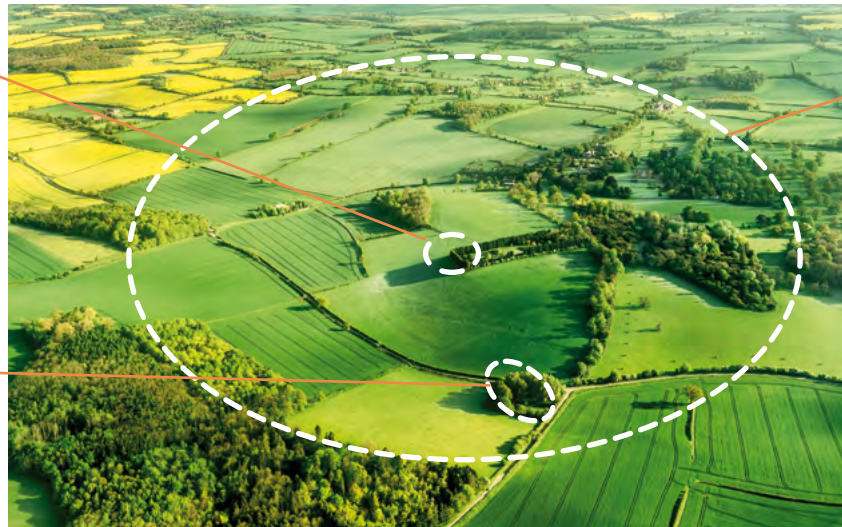
Selon l'échelle, et le choix de distinguer certains espaces entre eux (cultures annuelles et prairies, forêts de feuillus et forêts de conifères), les cartes font apparaître une plus ou moins grande diversité d'occupation du sol et, par conséquent, une plus ou moins grande diversité d'écopaysages.



Les carabes forestiers utilisent comme habitats des haies ou des petits bosquets.



Le mulot s'accommode d'une haie comme zone refuge.

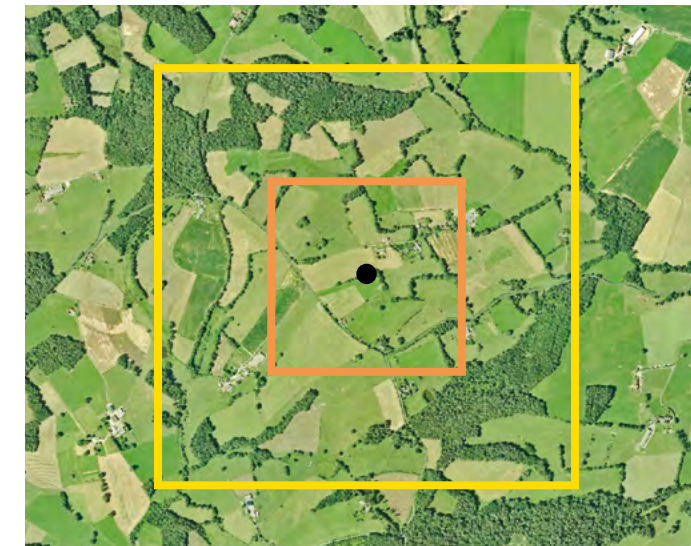


Le faucon utilise plusieurs dizaines d'hectares comme territoire de chasse.

LA CARTOGRAPHIE EN PRATIQUE, L'EXPÉRIENCE DE LA DORDOGNE

Techniquement, nous sommes partis d'une carte d'occupation du sol en format SIG (Système d'Information Géographique), construite à partir d'images satellites. Puis, nous avons découpé cette carte d'occupation en utilisant des fenêtres d'analyse (des portions de territoire) de la taille désirée en assurant un recouvrement de façon à faire apparaître les changements progressifs dans les paysages. L'occupation du sol de chaque fenêtre est enregistrée. La procédure utilisée est celle des « fenêtres glissantes » présentée dans la partie « métriques paysagères ». Les différentes zones d'occupation du sol sont ensuite cartographiées et caractérisées. Ceci nous donne la carte des types d'écopaysages.

Il est possible d'utiliser différentes tailles de fenêtres afin de caractériser des territoires plus ou moins grands (Communauté de communes, département, région) en mettant en évidence leur hétérogénéité interne.



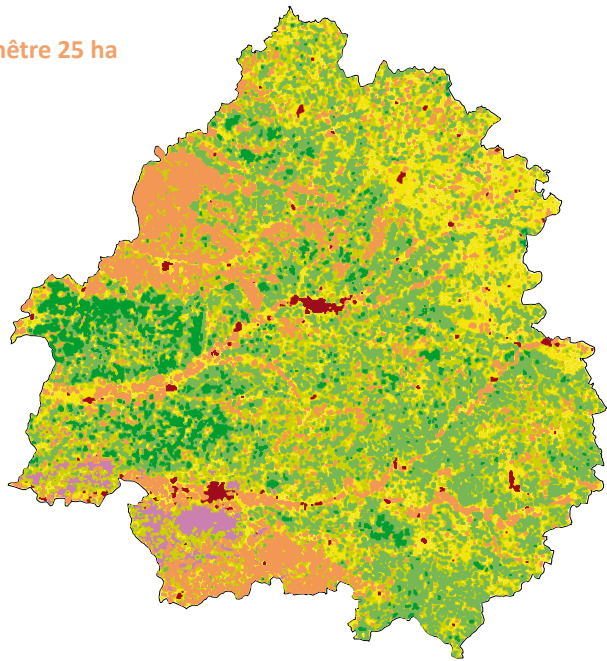
La figure illustre cette démarche d'analyse pluri-échelles : chaque carré (orange, jaune) est une fenêtre qui représente une échelle d'analyse. Lors de l'analyse, les proportions des occupations du sol, leur arrangement spatial... sont mesurés. Ces fenêtres sont placées sur l'ensemble de la carte. Leurs tailles correspondent à différentes perceptions du paysage. Un rapace voit, d'un seul coup, une plus grande portion du paysage qu'un passereau.

UN EXEMPLE DE CARTOGRAPHIE D'ÉCOPAYSAGES MULTI-ÉCHELLES

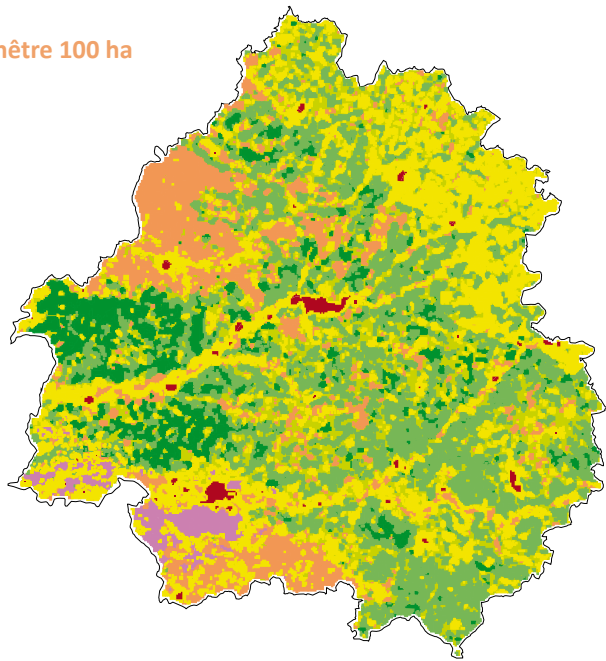
En vue de caractériser les écopaysages du territoire de la Dordogne, une carte d'occupation du sol d'une résolution d'un hectare a été réalisée. Pour cette analyse, nous avons limité à sept le nombre d'écopaysages. Nous avons utilisé des fenêtres de 25 ha et 100 ha. Dans chaque cas, nous retrouvons des catégories similaires, avec des occupations du sol dominantes : écopaysages de grandes cultures, herbagers, forêts de feuillus, agro-forestiers et forestiers mixtes. Le dernier est composé de boisements de feuillus, de résineux et de fourrés à parts à peu près égales.

Sans surprise, les deux cartes se ressemblent, mais la carte construite avec des fenêtres de 25 ha est plus fragmentée. Les écopaysages sont plus continus avec des fenêtres d'analyse plus grandes.

Fenêtre 25 ha



Fenêtre 100 ha



Ces analyses font ressortir la grande hétérogénéité du territoire de la Dordogne : une grande diversité écologique à travers les structures paysagères. Cette approche par les écopaysages formalise ce que l'on perçoit bien en circulant sur le territoire. Ce document aide à la réflexion sur l'aménagement et la gestion de la biodiversité. Ces différents écopaysages ont des propriétés et des enjeux écologiques différents qui sont discutés dans la quatrième partie de ce document.



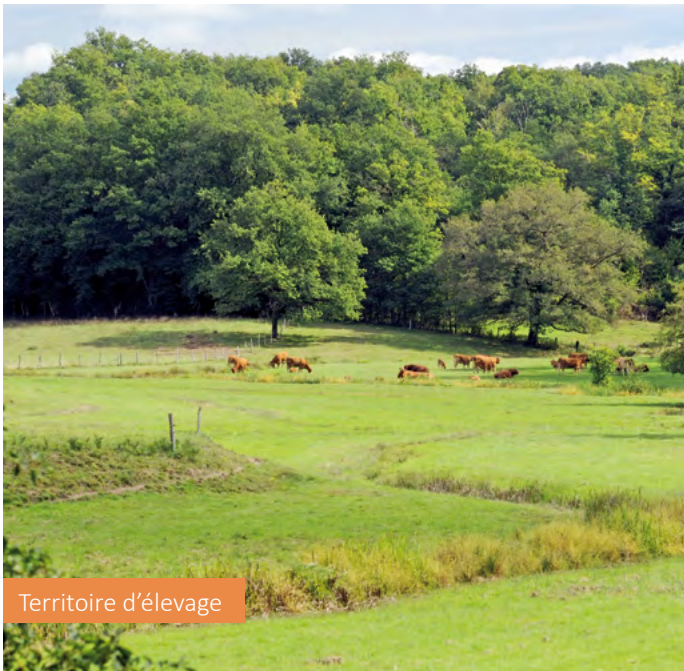
Paysage agroforestier

Polyculture élevage diversifiée des coteaux du Périgord



Paysage forestier mixte

Massif forestier de la Double orienté vers la production de pins maritimes



Territoire d'élevage

Herbage à bovins viande du Périgord-Limousin



Paysage grande culture

Plaine céréalière de l'Issigeacois

III. LES ÉCOPAYSAGES POUR ANALYSER LE TERRITOIRE

L'étude de la structure interne et de la disposition spatiale des écopaysages fait ressortir des interfaces écologiques à l'intérieur même des écopaysages et entre écopaysages. Ces interfaces mettent en lumière les connexions existantes et les continuités écologiques potentielles, aux différentes échelles d'un territoire.

LA STRUCTURE INTERNE DES ÉCOPAYSAGES

Si la définition cartographique des écopaysages est utile, elle doit être complétée par des visites de terrain pour mieux en comprendre la structure interne. Les écopaysages sont des ensembles hétérogènes, du point de vue de leur composition et de l'arrangement spatial de leurs éléments internes, et cela détermine :

- / La diversité des éléments disponibles pour constituer des habitats ou fragments d'habitats (boisement, prairie, culture, bâti).
- / Leurs interactions spatiales potentielles pouvant faciliter la connectivité ou, au contraire, constituer des barrières.

La diversité des éléments et leurs arrangements se traduisent par l'existence de différentes interfaces au sein de l'écopaysage :

- / Les milieux agroforestiers sont les plus hétérogènes ; les interfaces sont donc très nombreuses entre les bosquets, les cultures et les prairies qui y sont mélangés dans des combinaisons diverses.
- / Dans des écopaysages de grandes cultures, beaucoup plus homogènes, les interfaces entre prairies et forêts de feuillus sont tout de même fréquentes.

La structure interne des écopaysages donne ainsi la possibilité d'étudier la connectivité à l'intérieur de l'unité écopaysagère, utile pour les espèces se déplaçant relativement peu.



Écopaysage «connecté» pour une espèce utilisant les réseaux de haies

LA RÉPARTITION SPATIALE DES ÉCOPAYSAGES

Les écopaysages sont plus ou moins fragmentés ; alors que certains sont présents en grands blocs, d'autres peuvent être très petits et diffus dans tout le territoire. Il en résulte deux points importants.

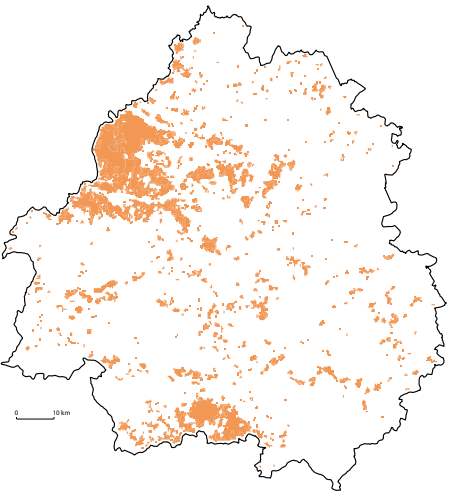
L'existence d'interfaces entre écopaysages et la possibilité d'étudier les connexions entre les écopaysages pour déterminer des continuités écologiques.

Les interfaces entre écopaysages permettent d'évaluer la connectivité au niveau du territoire entier (département, région), pour les espèces à grand rayon de déplacement, sur plusieurs unités d'écopaysages.

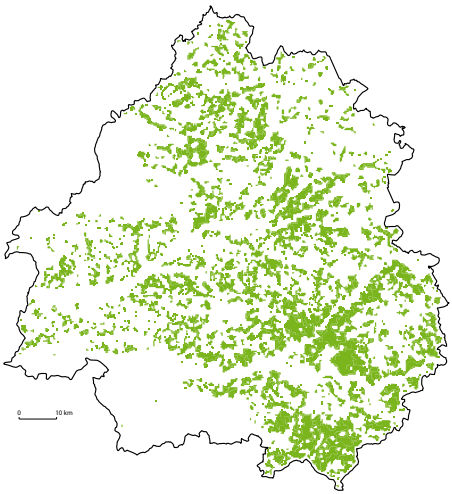
Pour des espèces se déplaçant beaucoup, comme le cerf, ces limites entre écopaysages ne constituent pas une rupture, mais des interfaces qui peuvent assurer une certaine connectivité.

Il est ainsi possible, grâce aux écopaysages, de déterminer des continuités écologiques, propres à chaque espèce, en se basant sur la répartition des milieux et sur leurs interfaces. Nous le développons dans la partie quatre.

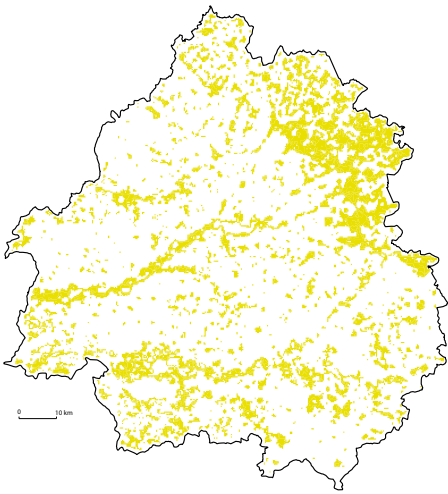
Diversité de la structure spatiale de quelques écopaysages



Écopaysages de cultures



Écopaysages de feuillus



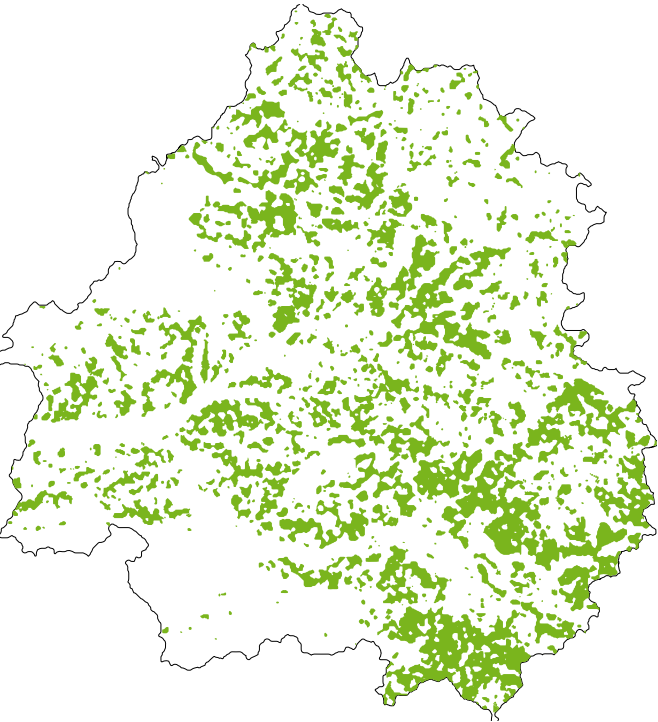
Écopaysages de prairies

EN PRATIQUE

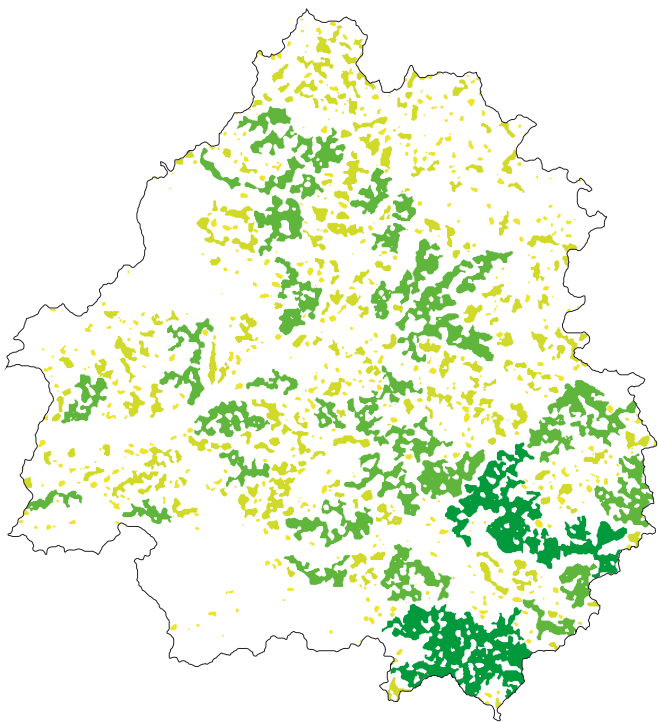
Il est possible d'étudier la fragmentation et la connectivité des unités appartenant au même type d'écopaysage.

À titre d'exemple, prenons les écopaysages de forêts de feuillus, en Dordogne ; nous constatons une fragmentation.

La mesure des unités de cet écopaysage fait ressortir deux fragments de près de 19000 ha complètement connectés, puis 36 fragments de plus de 1000 ha et des centaines de fragments plus petits. Les plus grands fragments permettent de visualiser déjà quelques continuités.



Unités d'écopaysage feuillus.



Exemple des continuités de l'écopaysage « feuillus » en Dordogne.

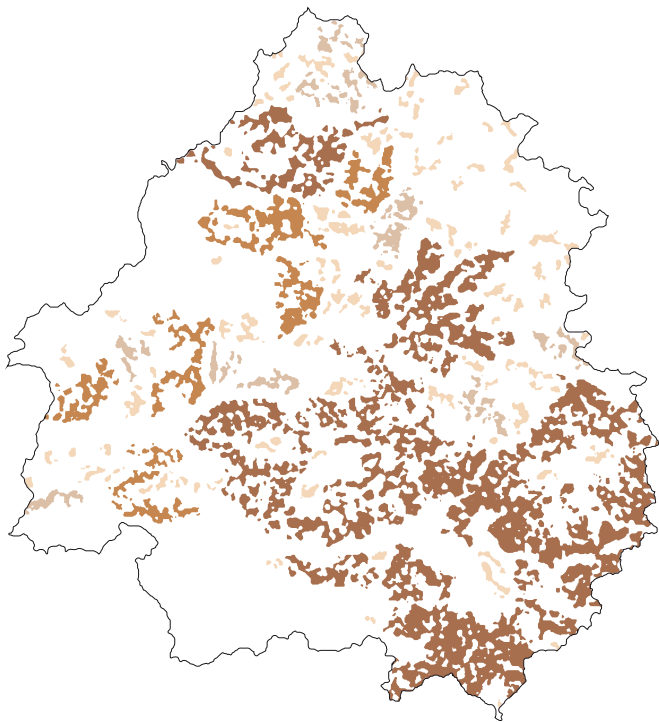
Unité d'écopaysage feuillus
(au nombre d'environ 800)

Unité de plus de 10 000 ha
Unité de 1 000 à 10 000 ha
Unité de 100 à 1 000 ha
Unité de 1 à 100 ha

Pour aller plus loin et analyser la connectivité entre ces fragments, nous pouvons évaluer quels fragments seraient regroupés si :

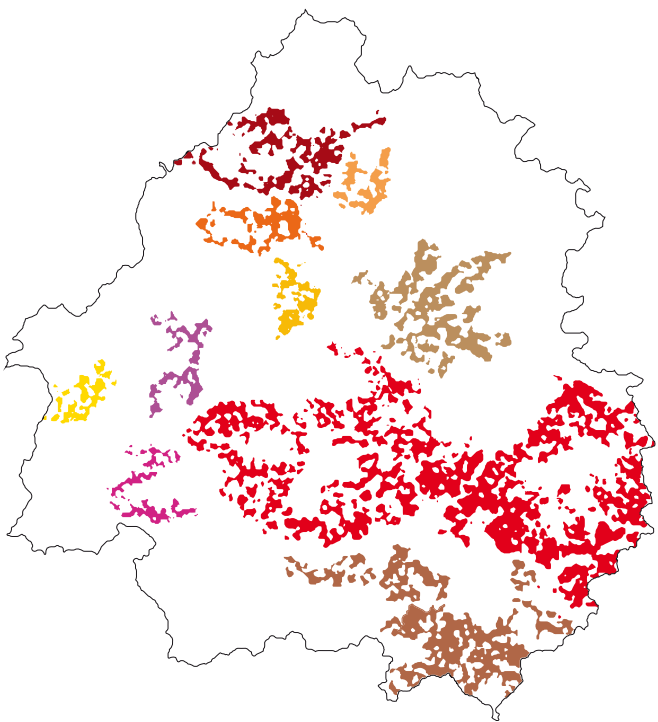
1) la distance à vol d'oiseau entre deux fragments était inférieure à 2000 mètres (toujours un exemple), distance que peuvent parcourir nombre d'espèces vivant dans les forêts ;

2) nous prenons en compte le fait que pour aller d'un fragment à l'autre, il faut traverser des écopaysages plus ou moins perméables.



Agrégats d'écopaysages feuillus formés d'unités distantes de moins de 2000 mètres.

Agrégats de plus de 10 000 ha
Agrégats de 3 000 à 10 000 ha
Agrégats de 1 000 à 3 000 ha
Agrégats de 100 à 1 000 ha



Agrégats d'écopaysages feuillus de plus de 3000 hectares formés d'unités distantes de moins de 2000 mètres.

Résultat : en Dordogne, le type d'écopaysage « forêts de feuillus » est assez fragmenté, mais les possibilités de connexions sont importantes car de nombreuses unités sont à moins de 2000 mètres les unes des autres et peuvent former de grands agrégats. Dans cet exercice, nous n'avons pas pris en compte les infrastructures de transport qui peuvent constituer d'importantes barrières. Il s'agit juste de montrer les potentialités d'analyse de la biodiversité à une échelle régionale.



Bocage et polyculture de la vallée de la Dronne (Dordogne)



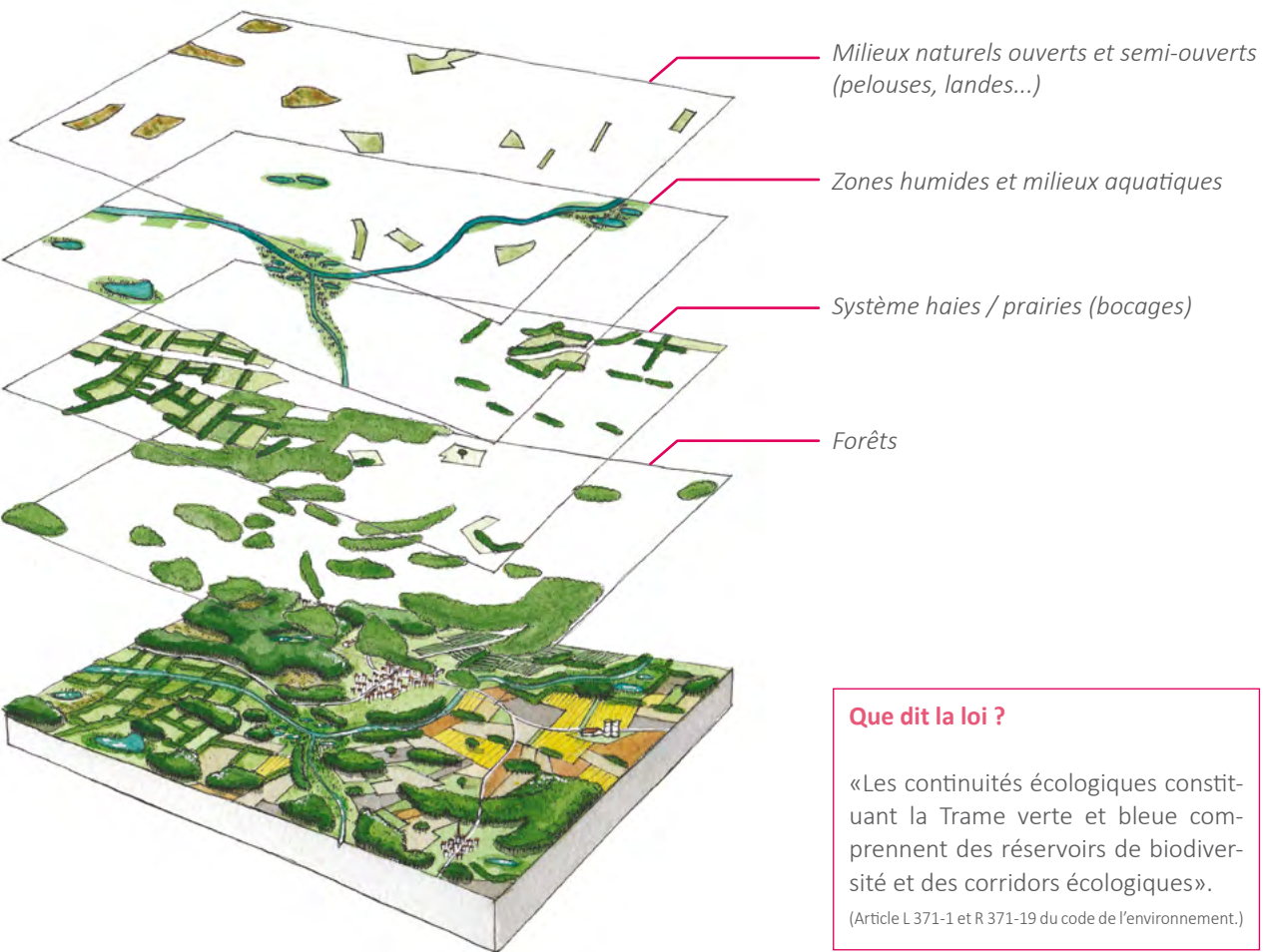
Espace cultivé du Ribéracois (Dordogne)

4

LES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

I. QU'EST-CE QU'UNE CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE ? QUELLE EST SA FONCTION ?

Un territoire est composé de milieux de natures différentes (milieux forestiers, milieux aquatiques, zones humides, milieux agricoles, bocages, ...). Les continuités écologiques, formées par un ensemble de milieux de même nature (continuités boisées ou de milieux ouverts par exemple), permettent aux espèces de perdurer au sein de ce paysage en leur offrant un habitat favorable et la possibilité de se déplacer librement.



Que dit la loi ?

«Les continuités écologiques constituant la Trame verte et bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques».

(Article L 371-1 et R 371-19 du code de l'environnement.)

Pour comprendre ce que sont les continuités écologiques, il est nécessaire de s'intéresser aux usages que les espèces animales et végétales ont du paysage et des milieux qui les composent. La richesse écologique d'un territoire dépend à la fois de la taille et de la qualité de ces milieux, mais aussi de la capacité des espèces à se déplacer sur ce territoire. Ces déplacements peuvent s'effectuer de façon quotidienne, pour trouver de la nourriture par exemple, de façon saisonnière lors de migrations, ou de façon ponctuelle, lorsque les jeunes quittent leur lieu de naissance pour s'installer ailleurs.

Les déplacements des espèces dans le paysage peuvent être assurés de deux façons :

- / par des éléments paysagers concrets (des bosquets, des mares...) qui forment des continuums de formation végétale à travers le paysage.
- / par la perméabilité de la mosaïque paysagère, c'est-à-dire par la nature des éléments paysagers présents et par leur organisation dans l'espace.

L'ensemble des continuités écologiques au sein d'un territoire constituent un maillage que l'on nomme **réseau écologique**. Le territoire dispose d'éléments paysagers (boisement, prairie, culture, haie, rivière...), pérennes ou saisonniers, définis comme des habitats abritant des espèces ayant des exigences écologiques similaires et qui permettent le déplacement de la faune et de la flore.

Les espèces inféodées au milieu boisé pourront plus facilement se déplacer à travers un territoire fourni en éléments boisés diversifiés (bois, forêts, haies, taillis, bosquets...) qu'à travers un territoire constitué de milieux ouverts (urbain, cultures, prairies...).

La présence de ce réseau de continuités écologiques favorise également les interactions entre espèces, nécessaires pour leur survie dans le cadre de relation de reproduction ou d'alimentation par exemple. Ainsi, la présence de boisements à proximité de cultures favorise la présence de prédateurs de ravageurs de ces cultures et assurent ainsi un service écosystémique important dans

les milieux agricoles.

La survie des populations animales et végétales et l'état écologique du territoire dépendent de l'état de ce réseau écologique. Or, l'une des principales difficultés relatives au développement de ce réseau cohérent à l'échelle d'un territoire est l'inévitable confrontation entre les habitats des espèces et l'usage du territoire par l'Homme. Les modifications de l'aménagement et de la gestion des paysages (engendrées par l'urbanisation, l'agriculture intensive, l'abandon des terres agricoles, les infrastructures de transport, les diverses pollutions, l'homogénéisation des paysages) contribuent à l'érosion de la biodiversité et des services qu'elle rend en dégradant et en fragmentant les habitats et par conséquent les continuités écologiques associées.

Les continuités écologiques ont pour fonction première d'offrir aux espèces animales et végétales un ensemble d'habitats et un espace de déplacement suffisamment vaste pour maintenir des populations viables.

Pour une espèce donnée, il se dégage alors deux critères pour qu'une continuité écologique soit effective :

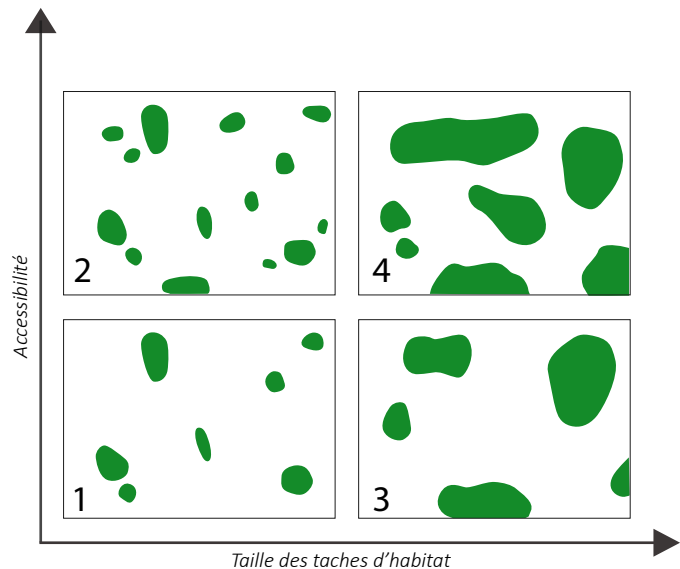
- / la présence d'éléments paysagers nécessaires au cycle de vie d'une espèce, en nombre et en qualité (taille et accessibilité notamment) suffisants : c'est la **fonctionnalité d'habitat**;
- / l'organisation de ces éléments et les relations qu'ils ont entre eux : c'est la **fonctionnalité de déplacement**.

L'identification des continuités écologiques et de leurs fonctionnalités requiert de connaître les types d'éléments du paysage utilisés par l'espèce (habitat), la surface minimale d'habitat nécessaire au maintien d'une population, sa capacité de déplacement et les éléments du paysage qui font obstacle à ses déplacements.

II. LA FONCTIONNALITÉ D'HABITAT, UNE QUESTION DE TAILLE ET D'ACCESSIBILITÉ

La fonctionnalité d'habitat d'une continuité écologique dépend à la fois de la qualité et de la taille des taches d'habitat considérées, de leur nombre et de leur accessibilité.

Continuité d'habitat



 Tache habitat

Un habitat (4) dont les taches sont de grandes tailles, nombreuses et permettant le déplacement des individus d'une espèce par sa continuité, sera plus fonctionnel qu'un habitat (1) dont les taches sont réduites, peu nombreuses et moins continues. Les stades intermédiaires 2 et 3 permettent plus facilement le déplacement par leur accessibilité (2) ou par la taille des taches d'habitat (3).

Le maintien des espèces nécessite que ces habitats soient de bonne qualité. L'évaluation de cette qualité s'effectue sur différents critères, qui peuvent être d'ordre morphologique (cours d'eau sinueux versus cours d'eau canalisés) ou chimique (cultures conventionnelles versus biologiques). La **diversité interne** à l'habitat est également un critère permettant de rendre compte de sa qualité. Ainsi, un milieu forestier diversifié, composé de différentes essences végétales à différents stades de croissance, accueillera une plus grande diversité d'espèces qu'une forêt monospécifique peuplée d'arbres du même âge.

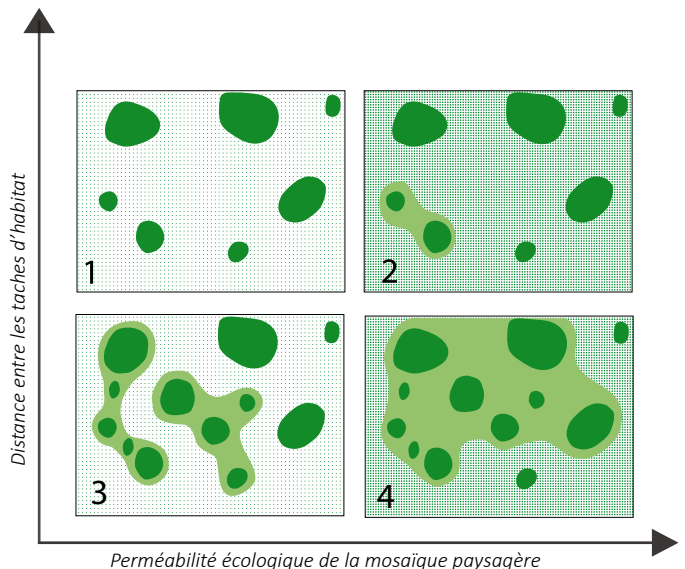
Outre la nécessité d'un habitat de bonne qualité, les espèces ont également besoin d'un habitat de **taille suffisante** en fonction de la taille du domaine vital qui leur est nécessaire (proportionnelle à la taille des espèces et à leurs capacités de déplacement). Or, du fait de la modification des paysages par les activités anthropiques sur les territoires, ces habitats sont morcelés, fragmentés et réduits à l'état de tache. Ainsi, un habitat décomposé en de nombreuses petites taches accueillera moins d'espèces qu'un habitat d'une surface plus importante. Toutefois la présence de ces petites taches dans un paysage est importante pour assurer les déplacements des espèces entre les habitats de plus grande surface.

Pour que les espèces puissent se maintenir dans ces taches d'habitats réduites, il est important que celles-ci soient suffisamment nombreuses et facilement accessibles par les individus. Cette accessibilité est étroitement liée à la fonctionnalité de déplacement et dépend de facteurs (distance, perméabilité) que nous développons dans la partie suivante.

III. LA FONCTIONNALITÉ DE DÉPLACEMENT, UNE QUESTION DE PERMÉABILITÉ DE LA MOSAÏQUE PAYSAGÈRE ET DE DISTANCE

La fonctionnalité de déplacement d'une continuité écologique dépend de la distance entre les taches d'habitat et de la perméabilité de la mosaïque, définie par la diversité en éléments paysagers.

Continuité de déplacement



 Tache d'habitat

 Continuité de déplacement

Perméabilité de la mosaïque

 Faible

 Forte

Une distance importante entre les taches d'un même habitat (stades 1 et 2) réduit la possibilité de déplacement des espèces. À l'inverse lorsque les taches d'habitat sont géographiquement proches (stades 3 et 4), ces déplacements sont facilités. La perméabilité importante de la mosaïque favorise d'autant plus les déplacements des espèces en offrant des potentialités de déplacement variées.

La fonctionnalité de déplacement est une condition importante à remplir pour le maintien des espèces sur un territoire donné. L'habitat d'une espèce, réparti en taches dans un paysage, nécessite que celles-ci soient accessibles par les individus et connectées. On parle ici de la **notion de connectivité** qui traduit le degré de connexion entre différents éléments paysagers.

La fonctionnalité de déplacement d'une continuité écologique est déterminée par plusieurs critères :

/ D'une part par la **distance qui sépare les taches d'habitat**. Pour que les déplacements des individus entre taches soient possibles, il faut que la distance qui les sépare soit franchissable (cf. chapitre précédent « la fonction d'habitat »). Ainsi, en pratique il y a continuité pour une espèce donnée si la distance entre deux fragments d'habitat favorable est inférieure à la distance que les individus peuvent parcourir lors de leurs déplacements (quotidiens, annuels ou ponctuels). Cette distance, propre à chaque espèce, dépend de la capacité de déplacement des individus, souvent dépendante de plusieurs critères biologiques, comme la taille, la morphologie, le mode de reproduction...

/ D'autre part, la fonctionnalité de déplacement dépend également de la **perméabilité de la mosaïque**. Cette perméabilité est définie par le degré d'hétérogénéité spatiale du paysage, autrement dit par la diversité en éléments paysagers présents dans le territoire. En règle générale, plus un territoire est diversifié (ou hétérogène), plus la biodiversité est importante. Un paysage constitué de milieux diversifiés offrira de meilleures potentialités de déplacement qu'un paysage homogène. Cette perméabilité est également grandement influencée par l'intensité des activités humaines s'exerçant sur le territoire (cf. chapitre « naturalité et intensification »).

Certains éléments paysagers, une autoroute par exemple, peuvent entraîner un effet barrière total aux mouvements de certaines espèces en les empêchant de traverser. Ces obstacles aux déplacements des espèces entre les taches d’habitat peuvent nécessiter de prendre un chemin détourné, qui peut être trop long pour que deux éléments paysagers soient connectés. L’artificialisation des milieux engendre la destruction, le fractionnement, la dégradation et la banalisation des habitats. Ce phénomène, qui tend à s’intensifier, impacte le bon fonctionnement des continuités écologiques et des processus qui en découlent.

La notion de continuité écologique revêt ici toute son importance. La fonctionnalité d’habitat d’une continuité (cf. chapitre précédent) sera d’autant plus importante que les taches d’habitat utilisées par les espèces seront de bonne qualité, nombreuses et formant une continuité écologique adéquate permettant le déplacement des individus dans le paysage.



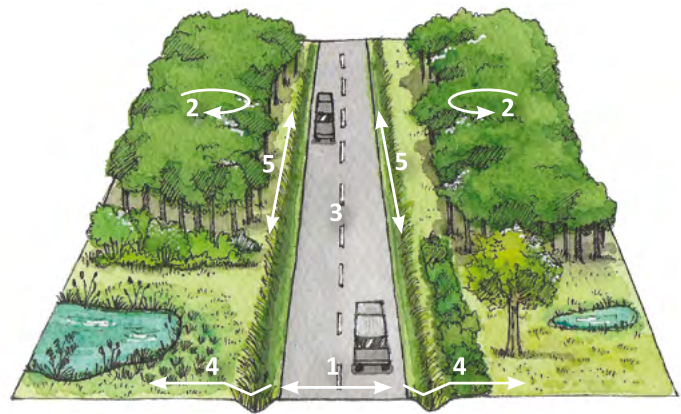
Effet de fragmentation par les infrastructures routières et ferrovières et par l’urbanisation

L’ EFFET BARRIÈRE

Comme nous l’avons vu précédemment, les paysages peuvent être plus ou moins perméables au déplacement selon le type d’espèces. Un paysage cultivé ouvert constituera un effet barrière pour les espèces forestières qui ne pourront pas le traverser. Il en est de même pour les éléments qui composent ces paysages. Par exemple, située au bord d’une prairie, une haie dense et haute formera un obstacle infranchissable pour un papillon. Un paysage ou un élément paysager peut donc constituer à la fois un habitat pour une espèce donnée et une barrière pour une autre.

Si l’agriculture intensive et l’urbanisation sont les principales causes de la fragmentation des habitats, il faut également rester vigilant quant aux aménagements plus légers. Étudié séparément, la construction d’une maison individuelle ou l’aménagement d’un petit sentier, aura un impact considéré comme limité. Mais un ensemble de petits aménagements peut conduire, au final, à une érosion forte de la biodiversité.

Impacts d’une infrastructure routière sur la biodiversité



- 1/ Perte d’habitat pour la faune et la flore
- 2/ Effet barrière
- 3/ Mortalité animale (effet « puits »)
- 4/ Perturbation et pollution
- 5/ Réorientation des flux, habitat, corridors biologiques

* Référence : travaux du SETRA

Pour certaines espèces, en particulier les plus petites (batraciens) ou les espèces spécialistes nécessitant de grands espaces (grands gibiers), l’augmentation de la densité du réseau routier, même diffuse, est un facteur réellement impactant. Il est également assez fréquent que le développement d’infrastructures de transport serve de support à une artificialisation du territoire (urbanisation linéaire, installation de zones d’activité). L’impact en termes de discontinuité écologique de l’axe de transport en lui-même est alors multiplié par la création ou l’augmentation des espaces urbanisés adjacents. De même, une infrastructure très fréquentée et large a un impact plus fort en termes de coupure qu’un axe peu fréquenté.

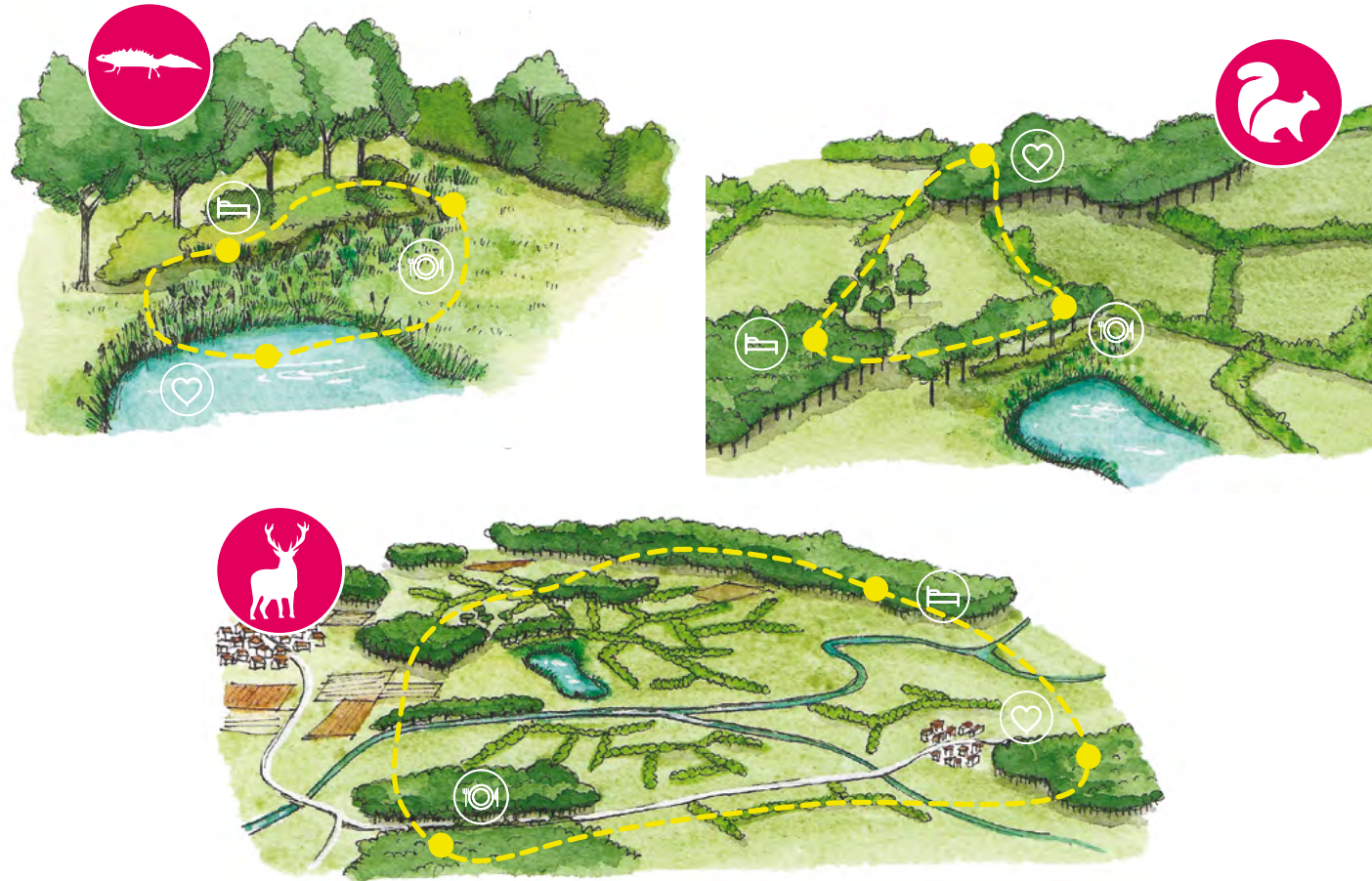
Les barrières peuvent être à l’origine d’une mortalité importante, liée directement aux collisions. Localement, cela peut devenir la première cause de mortalité d’une population, comme les amphibiens. Cette mortalité peut également être issue de la fragmentation de l’habitat qui prive les individus de ressources nécessaires. Au-delà de la barrière physique, les infrastructures s’accompagnent aussi souvent de perturbations annexes (sonores, lumineuses) et de pollutions (gaz, particules polluantes) dont l’impact peut avoir une influence sur les animaux et la végétation sur plusieurs dizaines de mètres.

Les routes, autoroutes, voies ferrées,... sont des éléments linéaires qui vont jouer le rôle de barrière dans les déplacements des espèces. Accompagnés de nombreuses nuisances (bruit, pollution...), ils peuvent être à l’origine de chutes démographiques. Plus l’effet barrière (largeur, trafic) est grand, plus les traversées sont difficiles et les flux le long de la route importants.

IV. LA PRISE EN COMPTE DES DIFFÉRENTES ÉCHELLES DE DÉPLACEMENT

L'utilisation des espaces et les déplacements des individus au sein d'un territoire diffèrent selon le type d'espèce considérée. Les déplacements des espèces dépendent de leur domaine vital qui est nécessaire pour se nourrir, se reposer, se reproduire... La prise en compte des continuités écologiques à différentes échelles spatiales est donc primordiale pour une gestion écologique cohérente sur un territoire et entre les territoires.

À chaque espèce son échelle de territoire



Les continuités écologiques sur un territoire donné sont donc à évaluer en fonction de l'habitat des espèces considérées, de la capacité de déplacement des individus et des relations entre les milieux qui leur sont plus ou moins favorables.

De la capacité de déplacement d'une espèce dépend la taille de son territoire vital. Il faut donc envisager ces déplacements à différentes échelles, car la taille d'habitat nécessaire et la distance à parcourir à considérer varient en fonction des espèces. Celles-ci ont une perception du paysage à différentes échelles, qui sont à prendre en compte dans la gestion et l'aménagement du territoire. Les espèces présentes dans un paysage n'ont donc pas la même sensibilité aux modifications anthropiques du territoire. La suppression d'une haie ne sera peut-être pas impactante pour de grands mammifères, en revanche elle aura de lourdes conséquences sur les insectes et les oiseaux l'utilisant comme habitat. Sur un territoire, il est donc nécessaire de réfléchir et d'articuler une gestion écologique multi-échelles cohérente afin de prendre en compte l'intérêt de l'ensemble des espèces présentes.

Bien que les continuités écologiques soient multi-échelles, les continuités régionales et les continuités locales ne concernent pas les mêmes espèces. Il faut redéfinir les continuités à chaque échelle, en prenant soin de vérifier que les conditions soient favorables pour les continuités des niveaux englobants. Les processus écologiques se déroulant sur un territoire ne sont pas limités par les frontières administratives. Par ailleurs, les habitats présents peuvent être utilisés par des espèces dont le domaine vital varie. C'est le cas d'un bois, qui peut abriter de grandes espèces de mammifères comme le chevreuil,



L'état écologique d'une zone humide, par exemple, dépend du bon fonctionnement global du bassin versant

mais également des écureuils ou des insectes qui n'ont pas les mêmes capacités de déplacement. Ces interrelations entre espèces sont importantes pour leur maintien dans le paysage, car leur présence dépend de l'action des autres espèces.

V. QUATRE TYPES DE PAYSAGES COMMUNS EN FRANCE

PAYSAGES FORESTIERS

La biodiversité présente au sein d'un paysage forestier est d'autant plus favorisée lorsque les peuplements végétaux sont diversifiés. La présence de milieux intraforestiers ouverts (prairies, zones humides, landes, ...) favorisent les zones d'interface entre les différents milieux et donc la présence d'espèces inféodées à ces habitats. Le maintien de la dynamique de changement de ces paysages est important pour permettre le déplacement des espèces.



① Mosaique d'habitats boisés avec des peuplements diversifiés pluristratifiés et âgés.



② Différents stades d'évolution de la végétation, peuplements diversifiés pluristratifiés et âgés, présence de micro-habitats.



③ Milieux intraforestiers ouverts ou semi-ouverts qui participent à l'augmentation de la richesse spécifique globale.

Les grandes surfaces boisées constituent des espaces de biodiversité souvent remarquables. Cette diversité est favorisée par une mosaïque d'habitats boisés où se juxtaposent différents stades d'évolution de la végétation (1), par des peuplements diversifiés pluristratifiés et âgés, et par la présence de micro-habitats tels que les cavités ou le bois mort (2). La présence d'autres milieux intraforestiers ouverts ou semi-ouverts (3) au sein de ces paysages forestiers, comme les lisières, les prairies, les zones humides ou les landes, participent à l'augmentation de la richesse spécifique globale du territoire.

Les perturbations d'origine naturelle (tempête) ou plus communément d'origine anthropique (coupe) entretiennent une mosaïque changeante de végétations différentes avec leurs cortèges d'espèces animales spécifiques. De par cette dynamique, la présence d'une grande diversité d'espèces et leurs déplacements au sein du paysage sont favorisés.

La biodiversité des milieux boisés est influencée par la gestion sylvicole. Les forêts exploitées abritent une biodiversité plus faible du fait de la simplification des peuplements forestiers, de l'abattage des arbres bien avant l'âge de leur longévité naturelle, de la présence moindre d'arbres morts et de micro-habitats, et de la perturbation des sols. Gérer durablement une forêt consiste donc à concilier la production de bois et la protection de la biodiversité et des sols. Les mélanges d'essences et la présence de bois mort améliorent la structure, la stabilité et la fertilité du sol, favorisant ainsi le renouvellement de l'humus forestier et la régénération naturelle. Les espèces autochtones et les peuplements riches en essences végétales abritent une biodiversité plus importante que les boisements monospécifiques. La présence de boisements diversifiés permet le déplacement des espèces forestières et notamment celles à faible capacité de déplacement comme les insectes.

Les milieux boisés de bonne qualité et de grande surface abritent

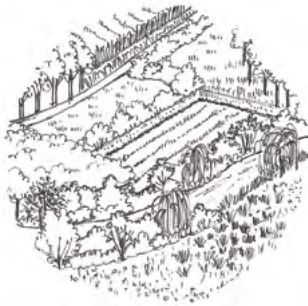
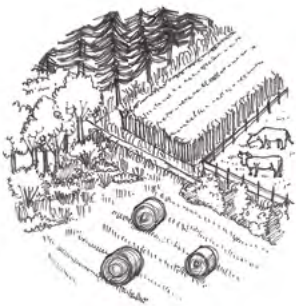
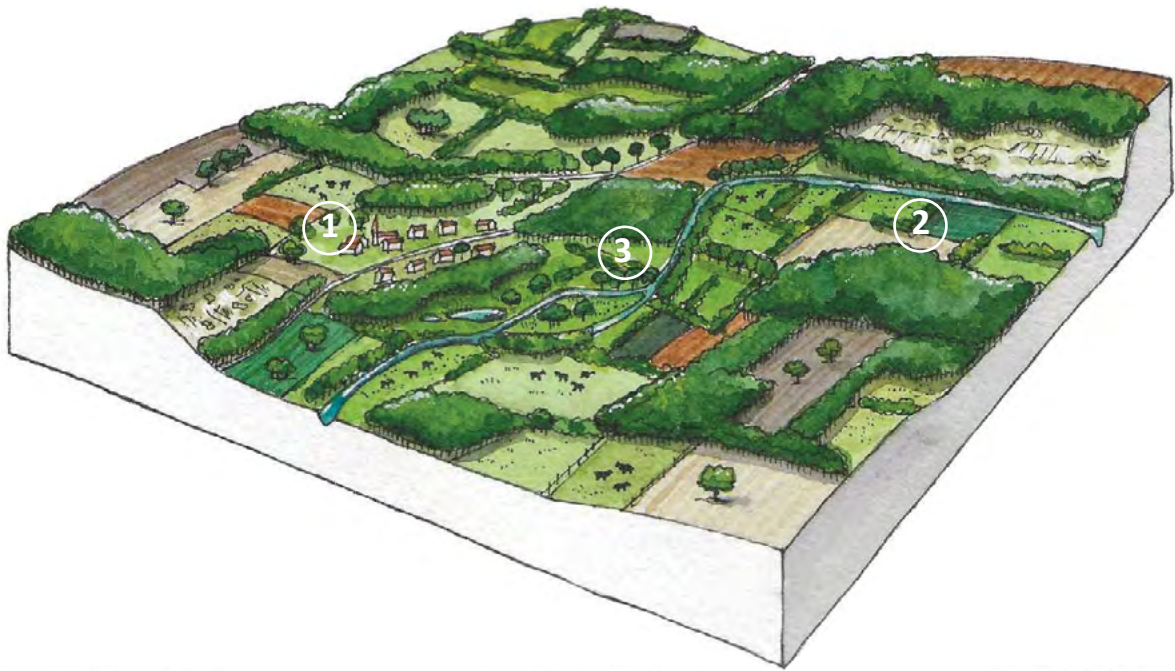
une biodiversité plus abondante que les milieux boisés de petite surface. Toutefois, ces petites taches boisées (bois, friche, bosquet) ont un rôle très important dans la fonctionnalité de la continuité, car elles permettent aux espèces inféodées à ces milieux de se déplacer à travers le paysage et d'y trouver de la nourriture (éléments relais).



Forêt de feuillus (Lot et Garonne)

PAYSAGES AGROFORESTIERS ET/OU BOCAGERS

L'association de différents milieux (boisements, prairies, cultures, haies, zones humides...) et de leurs interfaces favorisent une diversité d'habitats, source de biodiversité importante. La proximité d'éléments paysagers diversifiés facilite le déplacement des espèces au sein du paysage. Ces échanges biologiques entre les différents milieux contribuent à la dynamique et au bon fonctionnement écologique du paysage, permettant la réalisation des services écosystémiques associés.



① L'association de cultures, de prairies, de milieux aquatiques et de boisements constitue des habitats pour de nombreuses espèces.

② Les lisières de forêt, les bords de chemin ou de route, les fossés et les haies sont des éléments très favorables à la présence et aux déplacements d'espèces vivant en interface avec les milieux environnants.

③ La présence d'une mosaïque hétérogène de boisements denses et de milieux ouverts contribue fortement à la biodiversité.

Un espace agroforestier présente une diversité et une richesse en habitats semi-naturels favorables à la biodiversité. L'association de cultures, de prairies, de milieux aquatiques et de boisements constitue des habitats pour de nombreuses espèces (1). Les lisières de forêt, les bords de chemin ou de route, les fossés et les haies sont des éléments très favorables à la présence et aux déplacements d'espèces vivant en interface avec les milieux environnants (2). Certains insectes auxiliaires fréquentent par exemple les parcelles cultivées pour se nourrir et se reproduire, mais ont besoin d'éléments boisés à proximité pour se réfugier après la récolte et durant l'hiver. Ces déplacements sont favorisés par de courtes distances entre les éléments paysagers. Il est donc important de conserver une mosaïque hétérogène de boisements denses et de milieux ouverts (cultures, prairies, milieux aquatiques).



Insectes auxiliaires à faible capacité de déplacement (Carabe à gauche et Syrphe à droite)



Paysage agroforestier (Dordogne)

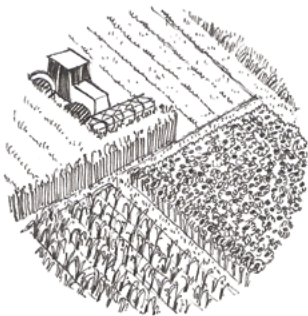
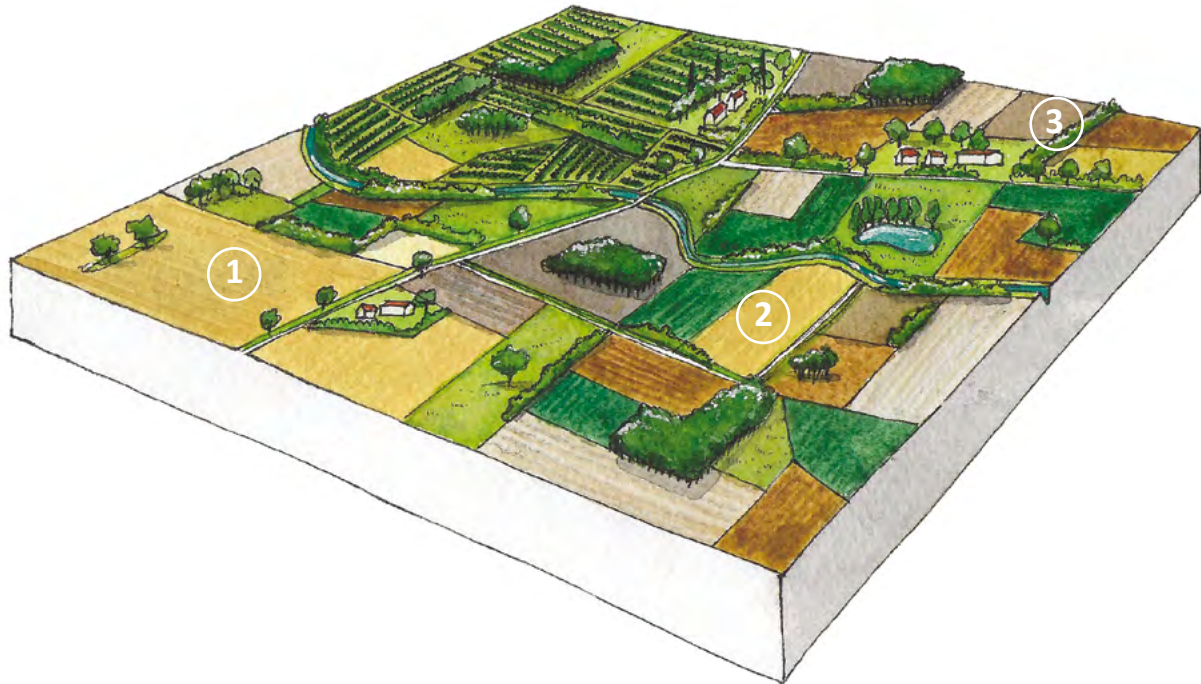
/ Forêts : selon leur taille et leur qualité, les boisements peuvent constituer des habitats à part entière et jouer également un rôle de corridors permettant aux espèces de se déplacer. La qualité de ces habitats forestiers (peuplements diversifiés et étagés, vieux boisements et arbres morts) contribue fortement à la biodiversité de ce milieu. Les éléments boisés peuvent héberger des espèces utiles à l'agriculture, telles que des insectes auxiliaires, qui peuvent réguler les populations de ravageurs de façon efficace et constituent une alternative intéressante aux insecticides. Ces derniers ont un impact négatif sur l'environnement et la santé, ainsi qu'un coût économique important pour les agriculteurs.

/ Cultures : les mélanges de variétés de cultures ou l'utilisation de fertilisants organiques favorisent la présence de ces insectes auxiliaires et maintiennent une bonne qualité écologique et par conséquent la santé des cultures. La biodiversité présente dans le sol rend de nombreux services à l'agriculture. Elle augmente la fertilité, limite la propagation des maladies et des ravageurs, freine l'érosion des sols, dégrade les polluants... Des parcelles de petite surface et diversifiées favorisent le déplacement des espèces en augmentant les interfaces avec d'autres milieux, offrant ainsi potentiellement plus de zones favorables.

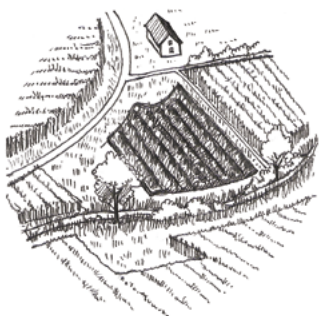
/ Prairies : la qualité des espaces de prairies est fortement dépendante des pratiques agricoles. Plus la gestion est extensive, plus la biodiversité sera favorisée. La présence d'espèces inféodées à ces milieux prairiaux est favorisée par le maintien de la continuité de prairies dans le paysage, leur permettant de se déplacer plus facilement. Ces milieux prairiaux assurent un rôle écologique important, notamment lors de crues car ce sont des zones tampons efficaces pour les milieux aquatiques et les zones humides.

PAYSAGES OUVERTS DE CULTURE

La fonctionnalité écologique des paysages cultivés est assurée par la taille réduite des parcelles, la nature diversifiée des cultures implantées (donc les interfaces entre cultures différentes) et les pratiques agro-écologiques utilisées. Les interactions entre les cultures et les éléments semi-naturels favorisent également les interfaces entre ces milieux, permettant les déplacements et le maintien d’une biodiversité importante et utile à l’agriculture.



① La taille des parcelles, la nature des cultures implantées et la façon dont elles sont agencées sont des facteurs prépondérants pour le déplacement et le maintien des espèces dans les territoires cultivés.



② Une mosaïque diversifiée de cultures favorisant les interfaces entre différents types de cultures et les autres milieux (boisés, aquatiques, prairiaux etc.) permet à une diversité d’espèces de s’installer durablement.



③ La biodiversité des paysages cultivés est favorisée par la proximité d’éléments non cultivés tels que des arbres isolés, des linéaires d’arbres, les haies, les bosquets, les bandes enherbées ou les bords de route.

Les espaces cultivés sont des espaces dynamiques où la biodiversité est soumise à des perturbations régulières (travaux des sols, récoltes, traitements...). La biodiversité de ces espaces est fortement influencée par la qualité de l’infrastructure agro-écologique du territoire et des pratiques agricoles. Celles-ci constituent des perturbations importantes pour les espèces. Plus leur intensité est importante (labour profond, traitements phytosanitaires fréquents), moins la biodiversité est riche. Les espèces adaptées à ces perturbations deviennent alors très abondantes.

Au sein d’un territoire agricole, la taille des parcelles, la nature des cultures implantées et la façon dont elles sont agencées sont des facteurs prépondérants pour le déplacement et le maintien des espèces (1). Une mosaïque diversifiée de cultures favorisant les interfaces entre différents types de cultures et les autres milieux (boisés, aquatiques, prairiaux...) permet à une diversité d’espèces de s’installer durablement sur le territoire en générant des continuités pour les espèces de culture au sein des paysages agricoles (2). Cette diversité favorise également les interactions entre espèces et leurs déplacements, ce qui permet de rendre des services à l’agriculture notamment.

Les pesticides, les fertilisants minéraux ou le labour profond doivent être dans la mesure du possible remplacés par des pratiques plus agro-écologiques (mélanges de variétés, fertilisation organique, recours aux insectes auxiliaires...). La biodiversité des sols (vers, micro-organismes) permet de maintenir leur structure et leur fertilité. Pour maintenir leur qualité, il faut éviter les intrants chimiques, apporter régulièrement de la matière organique et éviter le tassement et l’érosion des sols. La biodiversité des paysages cultivés peut, par ailleurs, être favorisée par la proximité d’éléments non cultivés dans le paysage, tels que des arbres isolés, des linéaires d’arbres, les haies, les bosquets, les bandes enherbées ou les bords de route (3). Pour constituer des habitats de bonne qualité, ces éléments doivent présenter une végétation diversifiée et être entretenus de façon adaptée (fauchage tardif, absence d’intrants

chimiques, ...). De la même façon, les boisements de plus grande taille peuvent constituer des zones de refuges intéressantes, notamment au niveau de leurs lisières.



Système de cultures diversifiées (Charente Maritime)



Système céréalier homogène (Charente)

ZONES HUMIDES

Les zones humides sont des espaces pour lesquels il est important de conserver un bon état de fonctionnement écologique afin d’assurer notamment la préservation et la régulation de la ressource en eau. Le maintien de ce bon état passe à la fois par les interactions entre toutes sortes de milieux (boisés, prairiaux, cultivés...), favorisant la présence d’une biodiversité riche et également par une continuité de ces milieux, permettant aux espèces de se déplacer.

Entre terre et eau, les zones humides constituent des écosystèmes uniques. Ces espaces, qui se gorgent d’eau de façon temporaire ou permanente, sont des milieux fragiles et font partie des plus menacés en raison de leur forte régression ces dernières décennies. À titre d’exemple, la mise en culture des zones humides par le drainage altère fortement leur qualité d’habitats pour la biodiversité. Elles doivent être conservées au maximum en l’état. Une trop faible surface et une mauvaise connexion avec d’autres zones humides réduisent leur intérêt écologique et donc leur fonctionnalité.

Les zones humides jouent un rôle essentiel dans la préservation et la régulation de la ressource en eau (stockage pendant les inondations et restitution lors des étiages) et servent de filtre naturel améliorant la qualité de l’eau. Elles se composent d’une mosaïque d’habitats (prairies, bocages, boisements, végétations hautes, cours d’eau...) qui accueillent une biodiversité bien spécifique souvent remarquable (1). Les prairies humides sont des espaces très fertiles d’expansion des crues. Leur entretien par fauche ou pâturage permet de maintenir le développement d’une végétation diversifiée et de conserver leur structure. Les boisements humides maintiennent les berges et filtrent les polluants. Ce sont également de bonnes zones tampons, régulant les crues et limitant la vitesse des cours d’eau (2). Les pratiques agricoles peuvent causer de nombreux dégâts indirects au niveau des milieux aquatiques et des zones humides, particulièrement liés à la diffusion de nitrates et de pesticides par le sol. L’implantation de haies peut permettre de limiter la contamination des eaux et des sols.

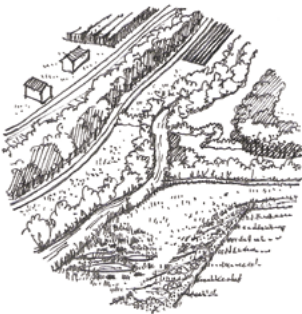
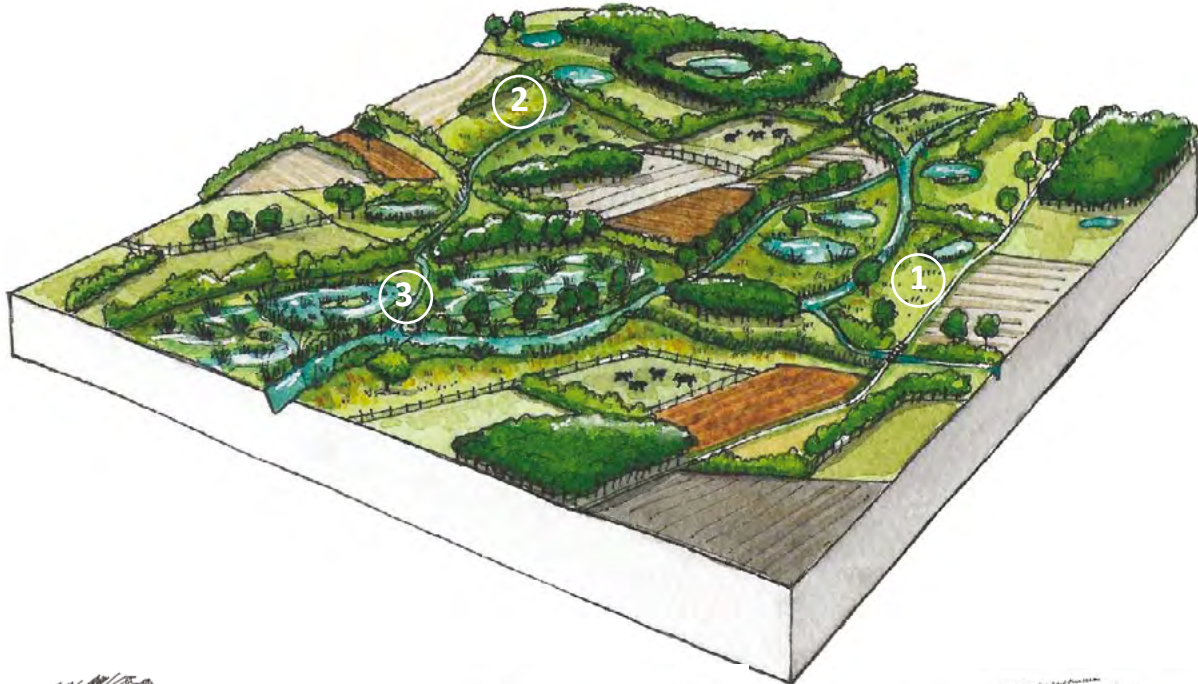
Les zones humides nécessitent d’être intégrées dans un réseau, une continuité écologique en relation avec les milieux aquatiques (rivière, mare, bassin versant) afin d’assurer leur fonctionnalité écologique et leur maintien (3). Leur isolement tend à les faire disparaître. Elles doivent être en interaction avec différents milieux (bois, cultures, prairies) pour favoriser la présence d’espèces utilisant ces milieux comme zone de nourrissage, souvent riches en insectes par exemple.



Zone humide en tête de bassin versant (Haute Vienne)



Les étangs de la Double (Dordogne)



① Cette mosaïque d’habitats : prairies, bocage, boisements, végétations hautes, cours d’eau, etc. accueillent une biodiversité remarquable. Ce sont également de bonnes zones tampons, régulant les crues et limitant la vitesse des cours d’eau.

② Les prairies humides sont des espaces très fertiles d’expansion des crues. Leur entretien par fauche ou pâturage permet de conserver leur structure et de maintenir leur qualité d’habitat.

③ Les zones humides sont des interfaces entre les milieux aquatiques et les différents milieux terrestres (boisés, cultures, prairies). Elles nécessitent d’être intégrées dans une continuité écologique en relation avec les milieux aquatiques (rivière, mare...)



Rivières et gorges en Haute-Vienne



Territoire viticole du Bordelais



Bocages du Limousin



LOGICIEL D'ANALYSE DES MÉTRIQUES PAYSAGÈRES

POURQUOI MESURER LE PAYSAGE ?

Mesurer est une activité commune à toutes les opérations de planification, d'aménagement, de production. Il faut connaître les surfaces disponibles pour un aménagement et les comparer aux surfaces nécessaires à sa mise en œuvre. En agronomie, sont mesurées les quantités de fertilisants nécessaires pour un niveau de production, ainsi que la capacité du sol à stocker de l'eau, mais aussi l'ensoleillement... De la même façon, pour comprendre les fonctionnements écologiques dans un paysage, savoir comment les modifier et procéder à des aménagements, il faut mesurer les variables paysagères. Il faut pouvoir mettre en relation les observations sur la biodiversité (nombre et abondance d'espèces, déplacements...) avec des valeurs d'hétérogénéité, de fragmentation, de densité de boisement, de distance entre les bois ou les prairies.

Ainsi, une métrique paysagère peut être définie comme une mesure issue d'une analyse spatiale des éléments d'un paysage. L'ensemble des métriques paysagères

obtenu sur des paysages permet de les caractériser et d'objectiver leurs différences.

Ces métriques paysagères sont calculées à l'aide d'un logiciel adapté, « Chloé - Métriques Paysagères ». La mise en relation entre les caractéristiques du paysage et la biodiversité se fait en décrivant le paysage autour du point d'observation de la biodiversité. « Chloé - Métriques Paysagères » peut être mis en œuvre pour un ensemble d'applications, parmi lesquelles :

- / échantillonnage de sites en fonction de leurs caractéristiques paysagères,
- / analyse et mise en relation du paysage avec des données biologiques,
- / analyse et observation pour l'aide à la gestion territoriale.

Dans le cadre du travail sur l'ACE Nouvelle-Aquitaine, « Chloé - Métriques Paysagères » a été intégré comme plugin au logiciel d'analyse cartographique QGIS.

I. QUELQUES FONCTIONNALITÉS DE « CHLOÉ - MÉTRIQUES PAYSAGÈRES »

L'objectif principal de « Chloé - Métriques Paysagères »* est de cartographier les propriétés et les fonctions écologiques d'un paysage. Pour cela, le logiciel fournit une gamme de métriques paysagères¹ permettant de caractériser, à partir de cartes qualitatives (occupation du sol) ou quantitatives (naturalité des milieux), la composition et la configuration des paysages.

LES ANALYSES PAR FENÊTRE GLISSANTE

L'analyse d'une carte par fenêtre glissante permet de caractériser la nature de chaque point fixe de cette carte par rapport à son environnement pour mettre en lumière certaines propriétés du paysage : présence d'interfaces, de zones homogènes ou hétérogènes, de continuités, de barrières, de milieux plus ou moins denses...

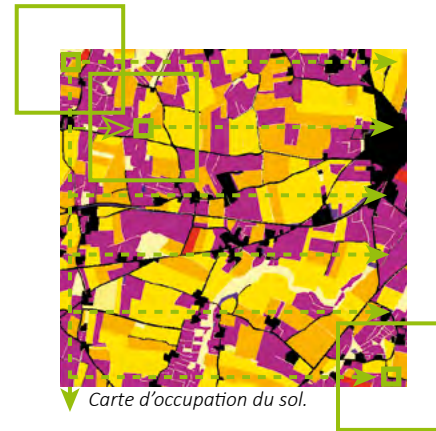
L'outil fonctionne de la manière suivante : sur une carte raster, chaque pixel est qualifié par le calcul d'une métrique paysagère (voir pages suivantes), en prenant en compte son environnement spatial, représenté par une fenêtre centrée sur celui-ci. La fenêtre se déplace de gauche à droite et de haut en bas pour qualifier tous les pixels.

Nous pouvons dire que cette méthode permet de traduire le paysage du point de vue d'une espèce animale ou végétale. Prenons, pour exemple, l'analyse d'une carte après application de la métrique de diversité de Shannon (SHDI), qui évalue la diversité du milieu. Le résultat est une carte de même format, où nous découvrons des zones très homogènes ou, au contraire, des zones très hétérogènes qui peuvent avoir du sens pour certaines espèces, notamment en termes de continuités écologiques.

* logiciel conçu et développé par Jacques Baudry (écologue du paysage) et Hugues Boussard (informaticien) à l'UMR BAGAP de l'INRA de Rennes.

¹ : « La métrique est un mode de mesure et de traitement de la distance entre des unités spatiales (J. Lévy, 2013, Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés). »

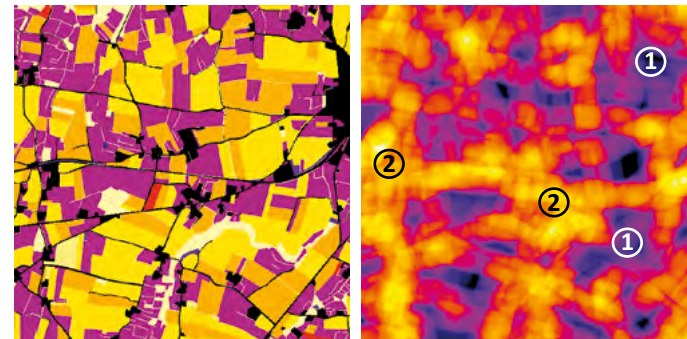
Principe de l'analyse par fenêtre glissante



Carte d'occupation du sol.

Analyse avec la métrique paysagère « diversité de Shannon »

Selon les espèces ou les fonctions écologiques du paysage à étudier, il est important de bien choisir la métrique paysagère utilisée, mais aussi la taille et la forme de la fenêtre.



Carte d'occupation du sol.

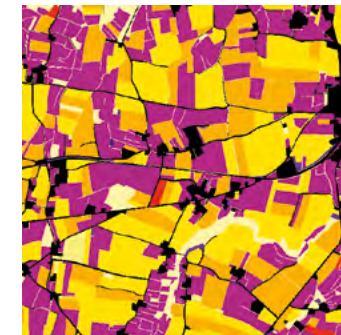
1. Zone homogène 2. Zone hétérogène

LA TAILLE DE LA FENÊTRE

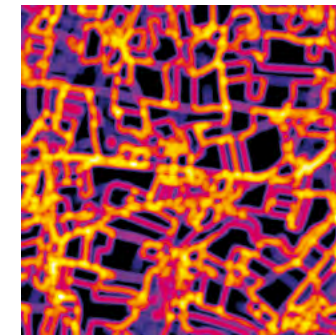
La taille de la fenêtre représente l'étendue spatiale prise en compte. Il convient de la choisir selon les caractéristiques de l'espèce cible, comme sa capacité de dispersion ou bien sa « perception visuelle ». Voici l'exemple de trois cartes résultant de la même métrique (toujours la diversité de Shannon) à partir de trois tailles différentes de fenêtres, respectivement 105m, 255m et 505m de côté.

Nous voyons que la perception du paysage change complètement en fonction de la taille de la fenêtre.

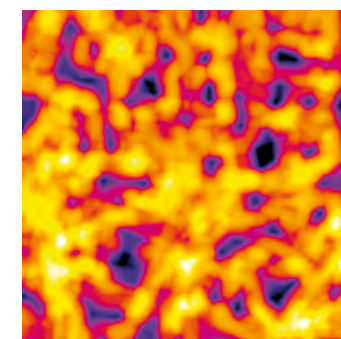
Impact du choix de la taille des fenêtres.



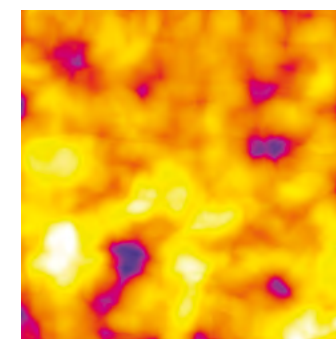
Carte d'occupation du sol.



Fenêtre 105 x 105 mètres.



Fenêtre 255 x 255 mètres.



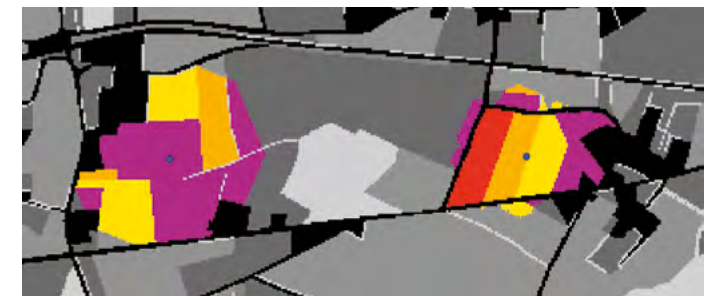
Fenêtre 505 x 505 mètres.

LA FORME DE LA FENÊTRE

Le choix de la forme de la fenêtre d'analyse a également son importance. « Chloé - Métriques Paysagères » propose trois formes de fenêtres : carrée, circulaire ou fonctionnelle.

Dans ce dernier cas, la forme de la fenêtre dépend de l'endroit où se trouve le pixel central à caractériser et des préférences de l'espèce considérée pour les milieux qu'elle rencontre. Par exemple, pour une espèce inféodée aux milieux boisés, mais qui se disperse mal dans les cultures, la forme s'allongera localement à travers les milieux boisés, mais sera faiblement étendue au niveau des cultures.

Principe de la forme de fenêtre fonctionnelle



La fenêtre « fonctionnelle » a une forme variable qui dépend de l'endroit où elle se trouve et des préférences de l'espèce (perméabilité des taches d'habitat présentes).

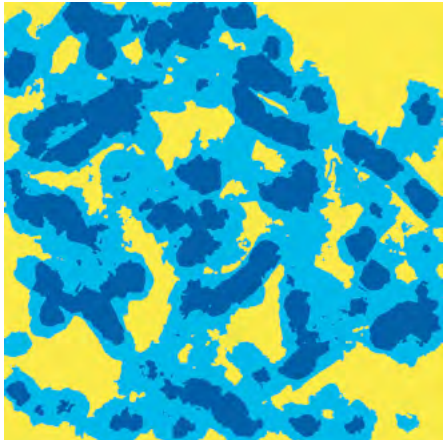
LE CHOIX DES MÉTRIQUES

Le choix des métriques paysagères est évidemment primordial. Une même carte peut être analysée par le filtre de nombreuses métriques, selon le processus écologique à étudier et les caractéristiques particulières que nous souhaitons mettre en avant. Ces métriques concernent différentes classes d’analyses : les métriques de tache d’habitat (nombre, taille), de valeur (proportion de tache d’habitat), de couple (interfaces), de diversité/hétérogénéité, de connectivité, et de grain paysager. Notons également que les cartes produites peuvent être combinées entre elles pour produire des informations spatiales plus riches.

Une même carte analysée selon différentes métriques paysagères

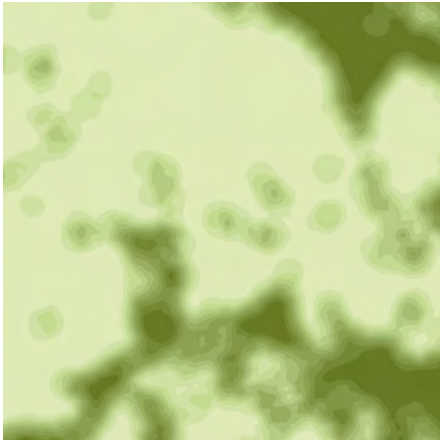


Carte d'occupation du sol



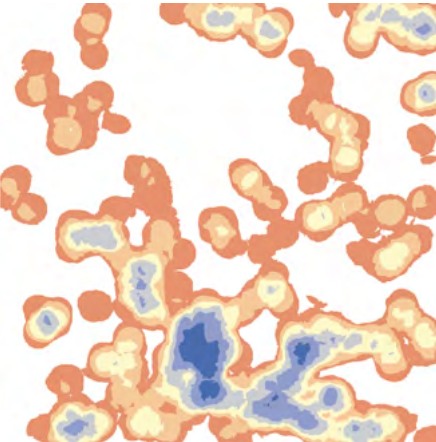
Nombre de tache d'habitats

+ ++ +++



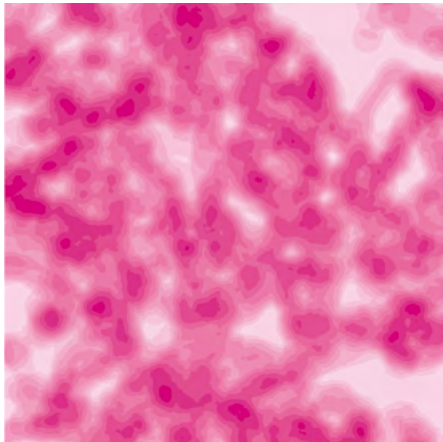
Taux de boisement

100 %



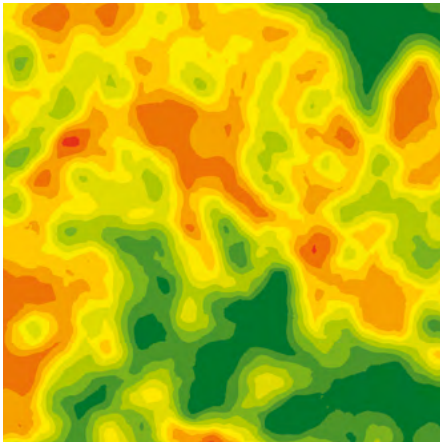
Valeur des interfaces bois / prairie

+++ +



Valeur d'hétérogénéité de configuration

- +



Valeur de naturalité

Faible Moyenne Forte

II. QUELQUES EXEMPLES D'UTILISATION DE « CHLOE - MÉTRIQUES PAYSAGÈRES »

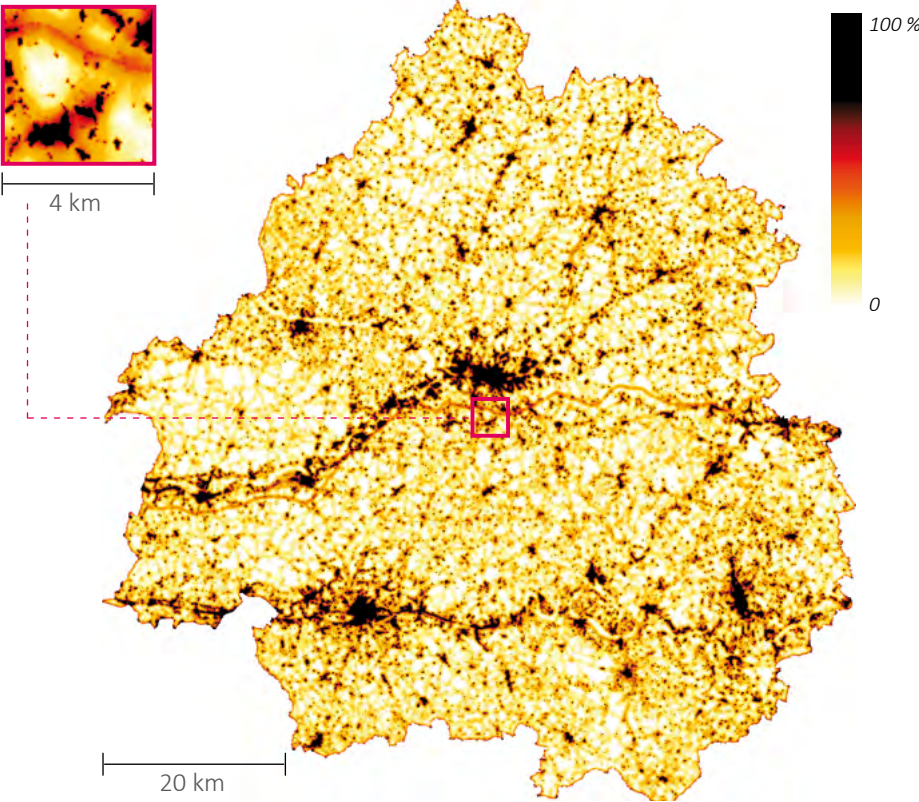
Dans le cadre de l'expérimentation et du développement méthodologique de « l'Assistance Continuités Écologiques » (ACE) Nouvelle-Aquitaine, un ensemble de métriques paysagères à été utilisé afin d'analyser un même territoire sous différents points de vue écologiques, structurels et fonctionnels.

INDICE « EFFET BARRIÈRE DES ESPACES ARTIFICIALISÉS »

Les effets barrières du tissu urbain et des infrastructures linéaires de transport détruisent, fragmentent et altèrent la richesse biologique potentielle de la mosaïque paysagère.

La métrique paysagère nommée « indice de diffusion », appliquée avec des fenêtres de forme fonctionnelle, permet d'identifier les zones de conflit et les différentes continuités écologiques du territoire. L'indice met en avant l'effet barrière des espaces artificialisés que sont les surfaces urbanisées et les voies de transport.

Cartographie de l'effet barrière des espaces artificialisés en Dordogne utilisant la «métrique paysagère de diffusion»



Les milieux forcés représentent cet effet barrière. À l'inverse les zones en clair montrent les espaces ouverts.

INDICE « CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE POTENTIELLE FORESTIÈRE »

La proportion d'éléments boisés, analysée avec la métrique « valeur d'habitat » permet d'identifier les réseaux potentiels de la « trame forestière ».

En utilisant des fenêtres circulaires de tailles différentes, selon les capacités d'accueil et de déplacement des espèces, il est possible de représenter des réseaux écologiques correspondant à ces espèces. Ainsi, une cartographie avec des fenêtres de 200 hectares sera adaptée au cerf et celle avec des fenêtres de 12 hectares concernera l'écureuil.

Cependant, il convient de lier les deux niveaux d'observation, dans une optique d'analyse multi-échelles, support d'une cohérence écologique et de gestion durable du territoire.

L'INDICE DE « GRAIN BOCAGER »

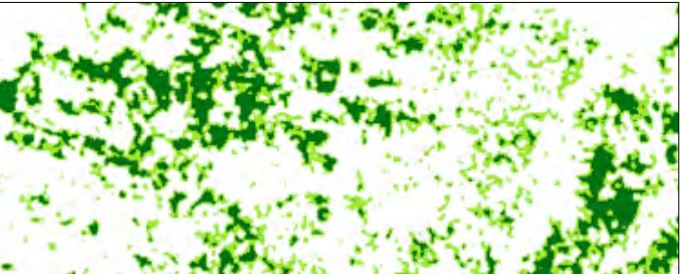
Les plantes et les animaux vivant dans les haies dépendent à la fois de la haie et du bocage. L'effet du contexte paysager joue alors un rôle primordial. Des paysages de même densité de haies peuvent présenter des structures de réseaux différentes plus ou moins fonctionnelles pour les espèces.

L'indice de « grain bocager » prend en compte cette notion de fonctionnalité en analysant la nature des surfaces à proximité des haies et leur éloignement vis-à-vis de ces dernières. L'existence de prairies adjacentes aux haies est, par exemple, un facteur positif dans le maintien de la biodiversité dans les haies. Le « grain haie/prairie » s'avère alors fort utile dans l'identification des continuités écologiques bocagères.

Continuités forestières calculées à différentes tailles de fenêtres



Fenêtre 200 hectares



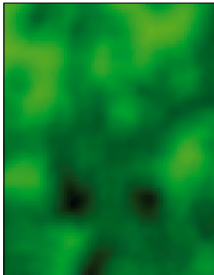
Fenêtre 12 hectares



Grain bocager calculé dans des fenêtres de 250m



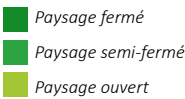
Carte des bois et haies (en vert)



Carte du grain bocager



Grain classé



5

LA TRAME VERTE ET BLEUE, UN OUTIL POUR AGIR

I. QU'EST-CE QUE LA TRAME VERTE ET BLEUE ?

La Trame verte et bleue (TVB) est un outil d'aménagement du territoire qui a pour objectif premier de contribuer à enrayer le déclin de la biodiversité à travers la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

UN OUTIL D'AMÉNAGEMENT DURABLE DU TERRITOIRE

La prise en compte des continuités écologiques est une obligation réglementaire des collectivités, établie dans les codes de l'Environnement et de l'Urbanisme : au niveau régional pour le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE), maintenant sous-partie du SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires). À chaque niveau, des Trames vertes et bleues doivent être définies dans ces documents de planification. Cette TVB est un choix parmi les continuités écologiques les plus structurantes du territoire et des territoires englobants.

En ce sens, la TVB constitue un outil majeur en matière d'aménagement durable du territoire et **repose sur le croisement entre un diagnostic des continuités écologiques et les enjeux (ou les pressions) socio-économiques d'un territoire donné.**

La TVB est un outil de planification qui vise à maintenir et à reconstituer un réseau de continuités écologiques. Elle a pour ambition de réduire la fragmentation des habitats afin :

- / de faciliter le déplacement des espèces et les échanges entre elles,
- / de relier les espaces à forte naturalité (réservoirs de biodiversité) par l'établissement et la protection des corridors écologiques,
- / d'améliorer la qualité et la diversité écologiques des paysages.

Les continuités sont rarement définies par des observations de mouvement d'individus d'une espèce ou d'une autre. Ce sont, la plupart du temps des modélisations à dire d'expert ou informatiques qui mettent les continuités en évidence, comme nous l'avons présenté dans les chapitres 3 et 4.

UN RÉSEAU DE CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Un réseau écologique comporte deux dimensions principales : la diversité des trames et la diversité des échelles.

La diversité des trames : la pluralité des taches d'habitats amène à définir des trames de différentes natures. Selon les territoires, il pourra exister des trames forestières, des trames de milieux ouverts, des trames de zones humides, des trames aquatiques... L'ensemble des trames, et leurs connexions, forme le réseau écologique global d'un territoire. Il peut exister des synergies mais aussi des antagonismes entre ces trames. Par exemple, les trames pour les espèces de milieux ouverts peuvent être des barrières pour des espèces utilisant des trames forestières. Cette définition des trames induit une obligation de faire des choix, ne serait-ce que pour gérer les antagonismes. Ces choix, bien qu'éclairés par la science reposent toutefois sur une décision politique et citoyenne locale du moment.

La diversité des échelles : les trames peuvent être déclinées à chaque niveau territorial (régional, départemental, communal, local) pour répondre aux enjeux des territoires en matière de préservation de la biodiversité. Les trames de chaque territoire doivent prendre en compte celles des niveaux supérieurs et inférieurs pour s'articuler de façon cohérente.

Aussi, chaque territoire établit un diagnostic de son réseau de continuités écologiques pour identifier les enjeux qui lui sont propres, en raison des richesses naturelles et des pressions qui peuvent exister, afin de pointer les continuités écologiques stratégiques et les effets barrières qui constitueront sa TVB.

Que dit la loi ?

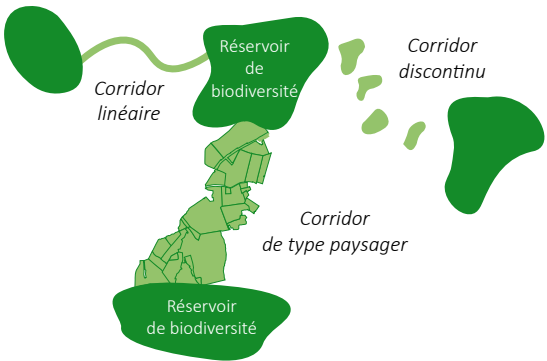
La TVB est composée :

- des **réservoirs de biodiversité** qui sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces.
- des **corridors écologiques** qui assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie.

(Article L 371-1 et R 371-19 du code de l'environnement.)



Analyse de la TVB du document d'urbanisme par les élus locaux



Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers. Ces derniers sont composés de mosaïques paysagères plus ou moins vastes et peuvent constituer des écopaysages où sont identifiées des propriétés écologiques et enjeux spécifiques.

II. LA TRAME VERTE ET BLEUE, UNE DÉMARCHE DE PROJET CONCERTÉ

La détermination de la TVB et sa traduction dans les documents d'urbanisme nécessite de mobiliser les différents acteurs, bien au-delà des spécialistes, et d'intégrer la biodiversité au cœur de nos différentes réflexions d'aménagement. Il s'agit bien d'intégrer une approche écologique fonctionnelle avec ses dynamiques dans la politique TVB.

ADOPTER UNE DÉMARCHE INTÉGRATRICE DE LA BIODIVERSITÉ

La préservation des continuités écologiques est un concept nouvellement intégré dans le droit. Il implique un changement de paradigme dans les politiques environnementales : le maintien de la biodiversité ne doit plus correspondre à la conservation et à la « sanctuarisation » de certains espaces naturels remarquables, mais être assuré par la prise en compte de la biodiversité au sein de toutes les actions publiques d'aménagement du territoire (gestion forestière, agricole, urbaine...).

Dans cette nouvelle vision de la préservation de la biodiversité, on ne cherche plus à faire cohabiter l'Homme et la nature côte à côte sur un même territoire, mais à trouver le juste mélange des deux composantes en chaque point du territoire.

Cette nouvelle démarche soulève de grandes difficultés de méthodes et de savoir-faire. Il faut pouvoir retranscrire un concept scientifique, fondé sur les déplacements et les interdépendances des espèces (que l'on ne voit pas toujours), dans le droit, qui « fixe des objectifs » (règles juridiques, spatialisation...).

Ce guide a notamment pour objectif d'accompagner cette démarche et de fournir des méthodes permettant l'identification et la spatialisation des continuités écologiques.



Atelier «TVB» multi-acteurs dans le cadre de l'élaboration d'un SCoT

UNE QUESTION DE SOLIDARITÉ ÉCOLOGIQUE

Cette vision intégratrice de la biodiversité suppose de passer d'une politique impliquant quelques personnes notamment des spécialistes, à une politique s'appuyant sur une large participation des gestionnaires de l'espace et des citoyens. Elle implique par là une démarche de cohérence multi-échelles et de solidarité écologique : en plaçant la préservation de la nature au sein de toute action publique, mais aussi citoyenne. Elle pousse tout un chacun à prendre conscience de son implication dans les socio-écosystèmes, à mesurer son impact et à reconnaître ses responsabilités vis-à-vis de la nature.

La solidarité écologique repose sur la prise de conscience des interdépendances des êtres vivants entre eux et avec leurs milieux.

« Les sciences écologiques concernant les interdépendances écologiques sont fondamentales pour la protection de la nature. Mais nos relations avec la nature ne sont jamais neutres. Le terme même de nature renferme un ensemble de valeurs lié à nos perceptions, nos usages des espèces et leurs milieux. Le concept de solidarité écologique nous pousse à s'entre aider pour prendre soin de la nature, ses dynamiques, son évolution future. Il engage notre responsabilité, de ne rien plus détruire en détournant le regard. » John Thompson



A chaque territoire, ses spécificités, ses richesses et ses responsabilités

III. LA TRAME VERTE ET BLEUE, UN INSTRUMENT POUR AGIR

Un document d’urbanisme est avant tout un projet d’avenir qui doit impérativement être construit avec les différentes parties prenantes du territoire. La qualité de vie du territoire de demain dépend de notre capacité à porter une vision partagée et respectueuse de la biodiversité.

LES FONDEMENTS D’UNE DÉMARCHE TVB

De manière pratique, une démarche de projet TVB opérante sur un territoire, notamment dans un document d’urbanisme, repose sur trois dimensions qui doivent être nécessairement mobilisées*.

La connaissance naturaliste faisant appel à des experts (faune/flore/habitats), issue de la discipline de la conservation de la nature. Concrètement, elle concerne la sauvegarde de certaines fractions de populations et des milieux de vie qui leur permettent de se maintenir. Elle privilégie la prise en compte d’espèces et d’habitats naturels d’intérêt écologique. Cette approche est dépendante des observations (inventaires naturalistes) qui sont encore souvent lacunaires à une échelle fine. Le dire-d’expert joue alors un rôle important dans la compréhension des relations qui unissent les espèces à leur environnement. Il permet de définir des enjeux, des priorités et des espaces sensibles. L’Atlas de la Biodiversité Communale (ABC) élaboré à partir d’un inventaire précis, avec l’appui d’une équipe d’experts, cartographie les habitats de la faune et de la flore. Il constitue un outil de sensibilisation et de mobilisation citoyen innovant et facilite la prise en compte d’enjeux spécifiques de biodiversité dans les politiques publiques.

L’approche « écopaysagère » et ses réseaux écologiques dans les paysages. Cette approche est issue de l’écologie du paysage qui associe les sciences naturelles et celles dédiées à l’Homme (interdisciplinarité). Des analyses permettent de décrire les écopaysages et de produire des « métriques paysagères et

écologiques » utiles à l’identification et la spatialisation des réseaux écologiques. La pratique de cette science étant récente, elle ne fait pas encore preuve de grands développements méthodologiques et opérationnels dans l’élaboration actuelle des TVB et des documents de planification. L’objectif de cet ouvrage est justement de diffuser des connaissances scientifiques et méthodologiques de base, ainsi qu’un savoir-faire en Système d’Information Géographique (SIG).

L’aspect multifonctionnel des réseaux écologiques. Elle concerne la prise en compte de la pluralité des usages dans un même milieu. Un espace forestier, par exemple, peut à la fois être l’habitat naturel de plusieurs espèces, un espace de production de bois et un espace de loisirs. Cette multifonctionnalité de la TVB, entraîne la nécessité de s’appuyer sur une concertation espaces/usages avec les acteurs, notamment à l’échelle locale. Dans cette démarche de projet, plus que la connaissance écologique, il s’agit de promouvoir une véritable cohésion sociale autour des objectifs de la TVB. Une telle cohésion sociale est le coeur même de la solidarité écologique. Ainsi la démarche TVB se base sur une solidarité entre acteurs autour des enjeux écologiques. Ce sont les décisions prises par les acteurs locaux et les décideurs qui apporteront ou non de l’ambition à la prise en compte de la biodiversité dans le projet.

* D’après les travaux de Catherine Mougenot.

LES OUTILS DE PLANIFICATION

Dans la vision actuelle de l’aménagement du territoire, c’est l’approche environnementale qui guide le projet urbain et les outils de planification. La définition de la TVB amène à appréhender l’aménagement du territoire sous un nouveau jour, à comprendre et à valoriser les espaces naturels et agricoles. L’objectif est d’inverser le regard en s’intéressant d’abord au fonctionnement et à la structure des espaces naturels et agricoles, afin d’en optimiser les atouts et de développer un projet d’aménagement durable du territoire.

Concrètement, la préservation des continuités écologiques structurantes du territoire, identifiées par la TVB, passe aujourd’hui par des efforts contre l’étalement urbain et le mitage des territoires. Cela se traduit au niveau des documents d’urbanisme (PLU notamment) par des zonages adaptés, pouvant être accompagnés de prescriptions ou de réglementations précisant les modalités de préservation des continuités écologiques.

Parfois, la diversité ou l’importance des enjeux nécessite l’utilisation de plusieurs outils réglementaires dans les PLU, tels que les zonages indicés écologiques, les secteurs boisés classés, la protection d’éléments naturels ponctuels, la prescription en aménagement des clôtures ou encore des orientations d’aménagement et de programmation (OAP*)

Dans un Plan Local d’Urbanisme (PLU), **l’OAP Thématique TVB**, est sûrement l’outil le plus approprié pour la mise en œuvre de la trame verte et bleue sur un territoire. Il permet de poser des

* Les OAP sont des pièces obligatoires dans les PLU, qui définissent la gestion de l’espace sur des quartiers ou des thématiques à enjeux spécifiques.

principes et des stratégies de gestion générale, qui ne pourraient pas être retranscrits à travers les zonages, et de les soutenir par une réglementation cohérente (exemple : protection et gestion particulière des haies d’un territoire). Elle peut aller au-delà du champ de compétences strict du PLU en confortant la mise en œuvre de la TVB par la définition d’actions et d’opérations concrètes en faveur des continuités : objectif chiffré, budget envisagé, démarche contractuelle, ... Elle doit être une formidable opportunité de concertation entre les élus, les acteurs locaux et les citoyens, dans le cadre de l’élaboration du document d’urbanisme.



Carte TVB du SCoT du pays de Rennes (mai 2015)

- | | |
|--|--|
| Préserver la grande armature écologique | Favoriser la fonctionnalité écologique |
| Massifs forestiers et principaux boisements à préserver | Perméabilité écologique à encourager |
| Fonds de vallée et grandes liaisons naturelles à conforter | Continuité naturelle à favoriser en espace urbain |
| | Principe de connexion écologique à assurer |
| | Franchissement écologique à améliorer ou à prévoir |

LA MISE EN ŒUVRE DE LA TVB *

Les notions de réseaux écologiques à l’échelle locale et de gestion de la nature ordinaire viennent donner un nouvel élan à l’aménagement et à la gestion durable des territoires. En parallèle des mesures de planification et d’urbanisme, la mobilisation accrue des acteurs locaux permet la mise en place d’outils complémentaires en faveur de la TVB. Ces outils peuvent porter sur la contractualisation, les mesures de protection réglementaires, les actions foncières, ou encore les dispositifs d’accompagnement technique et financier.

Les outils contractuels

Il peut s’agir des mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC), des chartes de Parc National ou Parc Naturel Régional (PNR), des contrats Natura 2000, des baux emphytéotiques... Ces outils permettent de mettre en œuvre une gestion adaptée pour des espaces dont la biodiversité a été reconnue : entretien, aménagements, mesures agro-environnementales. Ils peuvent être mis en œuvre sur des espaces de biodiversité ordinaire ou remarquable, aussi bien sur le domaine public que privé, et comportent des obligations de moyens et de résultats.

Les outils de maîtrise foncière

La maîtrise foncière peut passer par l’achat à l’amiable, l’expropriation, le droit de préemption urbain (DPU), les zones agricoles protégées (ZAP)... Elle a l’avantage de garantir une protection pérenne des milieux remarquables ou à forts enjeux pour l’implantation de corridors écologiques (zones humides, espaces naturels). Cette mesure vient fréquemment en complément d’actions de restauration ou de gestion (outils contractuels) et peut être menée par les collectivités locales ou les acteurs impliqués dans la préservation de l’environnement (agences de l’eau, PNR, EPCI...). En Nouvelle-Aquitaine, les conservatoires des espaces naturels ont recours à l’acquisition foncière, tout comme les Départements dans le cadre de leur politique des Espaces Naturels Sensibles (ENS).

Les outils juridiques

Ils désignent les mesures de protection réglementaires : réserve naturelle (RN), réserve de pêche (RP), Arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), site classé, grand site de France... Ils s’appliquent sur des espaces qui présentent des enjeux de protection très forts, que ce soit sur la flore, la faune ou les écosystèmes. Selon le type de protection choisi, la réglementation est plus ou moins forte et s’accompagne, ou non, de mesures de gestion et d’animation du site.

Les outils financiers

Les financements, pour accompagner la mise en œuvre de la TVB, peuvent être mobilisés à différentes échelles selon les lignes politiques : fonds européens pour l’installation de systèmes agro-forestiers, financements liés aux zones humides des agences de l’eau, « appels à projets TVB » financés par les région, financement local, voire financement participatif. Dans le cadre des travaux de restauration des continuités écologiques, ils sont affectés aux actions prioritaires : suppression des obstacles majeurs aux continuités, restauration de réservoir de biodiversité, remise en bon état d’une continuité écologique structurante sur un territoire...

IV. LA CARTOGRAPHIE DE L’OCCUPATION DU SOL

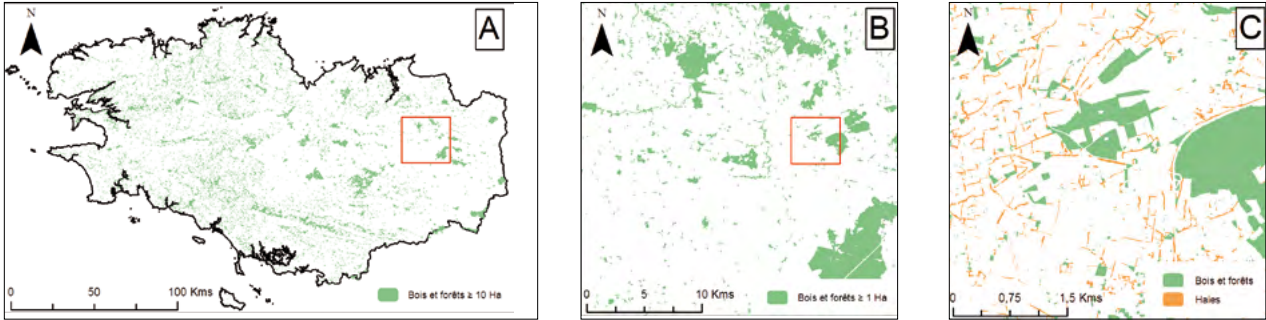
L’identification des continuités écologiques à intégrer dans les réseaux de trames vertes et bleues conduit à la production de cartes pour aider à la décision ou la planification. Chaque carte est une représentation graphique construite pour un objectif spécifique : en cela, la carte ne présente qu’une partie de la réalité du terrain. Elle couvre des territoires de différentes étendues, du planisphère au plan cadastral. La production d’une carte doit donc être mûrement réfléchie, car elle impose de faire des choix de représentation, qui ont des conséquences importantes sur les résultats obtenus.

CARTOGRAPHIE DE L’OCCUPATION DU SOL : QUELLE ÉCHELLE ET QUELS ÉLÉMENTS ?

La trame verte et bleue doit être conçue et mise en place à différentes échelles de gouvernance territoriale : région, schéma de cohérence territoriale (SCoT), intercommunalité ou commune (plan local d’urbanisme), ... L’identification des continuités écologiques propres aux différents niveaux d’intervention est réalisée à partir de cartes d’occupation du sol à plusieurs échelles. Ces cartes doivent tenir compte de cet effet d’emboîtement d’échelle et nécessitent d’être de plus en plus détaillées à mesure que l’on se focalise sur des territoires plus restreints. Les éléments à cartographier pour identifier

les continuités écologiques dépendent des enjeux locaux. Doivent figurer notamment les modes d’occupation du sol, qui contribuent aux continuités écologiques, et les obstacles liés aux activités humaines (espaces bâtis, infrastructures de transport, ...) qui constituent des ruptures de continuités. La cartographie des continuités porte généralement sur les éléments semi-naturels plus ou moins permanents dans les paysages (bois, haies, landes, ...). Elle doit également inclure les espaces cultivés, qui abritent des espèces d’intérêt patrimonial variable et rendent des services écosystémiques (contrôle des ravageurs,

recyclage de la matière organique, épuration des eaux, de l’air, ...). Il est également nécessaire d’adapter le niveau de précision et le nombre d’éléments à cartographier, selon les objectifs. Par exemple, représenter uniquement les forêts sans faire de distinction entre les différents types d’essences végétales forestières peut suffire pour étudier certaines espèces généralistes, mais des espèces plus spécialistes nécessiteront de faire la distinction entre les conifères et les feuillus qui présentent deux habitats différents.



Cartographie de boisements en Bretagne à des résolutions de plus en plus fines. A - vue d’ensemble des masses boisées, B - ensemble des bois d’une surface supérieure à 1 ha et C - les haies.

* Référence : des outils pour la mise en œuvre de la TVB. Montpellier, AFB, 2017. coll. « Cahiers techniques » n°91

CARTES D'OCCUPATION DU SOL : COMMENT ET À PARTIR DE QUELLES DONNÉES ?

Les cartes d'occupation du sol nécessaires à l'identification des continuités écologiques et à la production de cartographie des trames vertes et bleues peuvent être réalisées de trois façons :

Utiliser les cartes existantes

Différentes bases de données cartographiques couvrant le territoire métropolitain sont disponibles (voir tableau). Il est possible de combiner des données de différentes sources. La sélection de ces données dépend de la problématique à traiter, du territoire concerné (localisation, étendue, échelle) et du budget disponible pour les acquérir. Des données régionales sont également disponibles. Des informations sur l'offre de données d'occupation du sol aux échelons régionaux et infra régionaux sont accessibles sur le portail data.gouv.fr. Si ces produits sont faciles d'accès et peu onéreux, ils ne sont pas toujours adaptés pour identifier et cartographier les continuités écologiques (par exemple, l'utilisation de Corine Land Cover à l'échelle communale). Il est donc parfois nécessaire de produire sa cartographie à partir de photographies aériennes ou d'images satellites.

Numériser manuellement des photographies aériennes

Les photographies aériennes sont les données les plus couramment utilisées pour élaborer des représentations du territoire. Ces images peuvent être numérisées manuellement en utilisant un système d'information géographique. L'inconvénient de cette méthode réside dans le coût d'interprétation des images par des experts. De plus, la cartographie finale obtenue peut varier en fonction de l'opérateur. La photo-interprétation nécessite donc la rédaction d'un protocole qui permet aux utilisateurs de comprendre les choix cartographiques faits afin de limiter les possibles divergences d'interprétation.

Produire des cartes à partir d'images satellites

La diversité des images satellites disponibles et des méthodes pour les analyser permet aujourd'hui de produire des cartes au plus près des besoins des utilisateurs, et ce sur de larges étendues.

Des méthodes de traitement plus ou moins automatisées permettent de produire des cartes d'occupation du sol à partir de ces images. Ces méthodes utilisent des logiciels à étalonner avec des données de terrain. Dans tous les cas, ce travail nécessite des compétences spécifiques en géomatique avec un coût d'acquisition et de traitement d'images élevé. Les politiques publiques vont aujourd'hui dans le sens d'un accès plus libre aux données. Par exemple, les images Sentinel 2 à résolution de 10 m sont aujourd'hui disponibles gratuitement sur le site Théia pour l'ensemble du territoire national avec une fréquence de cinq jours, d'autres comme les images pléiades sont également accessibles sous certaines conditions.

Base de données	Classes	Fréquence temporelle	Résolution	Mise à disposition
Registre Parcellaire Graphique	28 groupes de cultures	Annuelle depuis 2007	Îlot de parcelles agricoles	Accès libre via data.gouv.fr
CORINE Land Cover	44 classes d'occupation du sol	6 ans depuis 2000	25 ha	Accès libre via data.gouv.fr
BD Topo®, couche végétation	13 classes (couverts arborés)	3 à 5 ans (sur une même zone) depuis 2007	5 m	Libre ou payant
Theia, Occupation du sol	17 classes	Annuelle à compter de 2017	Pixel 10-20 m	Accès libre via le site de Theia
OCS Aquitain	56 classes	Millésimes 2000, 2009, 2015	1 ha	Accès libre via le site de Pigma

Principaux produits d'occupation du sol disponibles au niveau national.

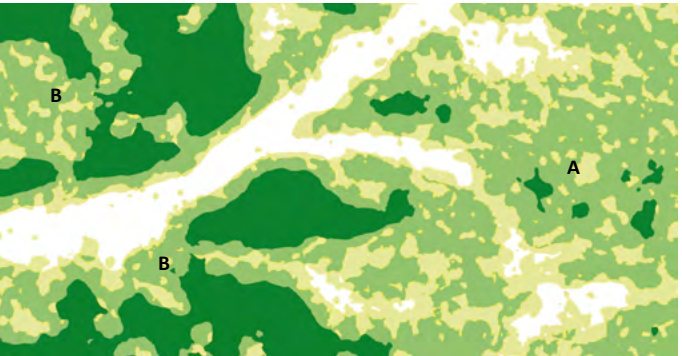
IV. COMMENT CONSTRUIRE LES CARTES DE TRAME VERTE DANS LES TERRITOIRES ?

La loi laisse aux collectivités en charge de la mise en place de la TVB, le choix des méthodes utilisées. La démarche est de mettre en évidence les continuités écologiques présentes sur un territoire et de faire, parmi ces continuités des choix de trames, en prenant en compte les territoires englobants.

MISE EN ÉVIDENCE DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Les continuités structurelles

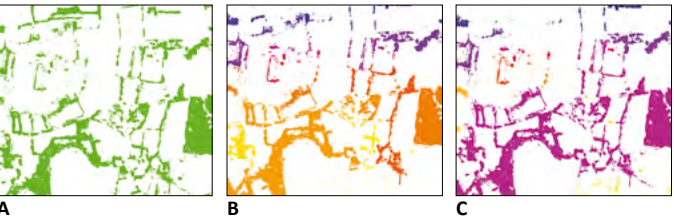
Les écopayages sont des entités définies selon les structures paysagères. Ci-dessous nous utilisons la densité d'un élément de paysage, la forêt. Nous estimons que plus la densité de forêt est élevée dans des fenêtres correspondant au rayon de déplacement d'une espèce forestière (ici, 1km²), meilleure sera la continuité forestière. L'identification et la caractérisation des continuités écologiques nécessitent une expertise scientifique et naturaliste.



Continuité forestière forte moyenne faible très faible

Pour les continuités de surfaces boisées on peut calculer la densité de boisement dans des fenêtres glissantes de 100 ha et définir quatre classes de densité. On fait ainsi ressortir des fragments isolés (A) ainsi que des zones de densification potentielles pour rétablir des continuités (B)

Pour les haies, une façon d'identifier les continuités structurelles est de mettre en évidence les segments de haies continus ou séparés par seulement quelques mètres que peuvent parcourir la plupart des espèces.

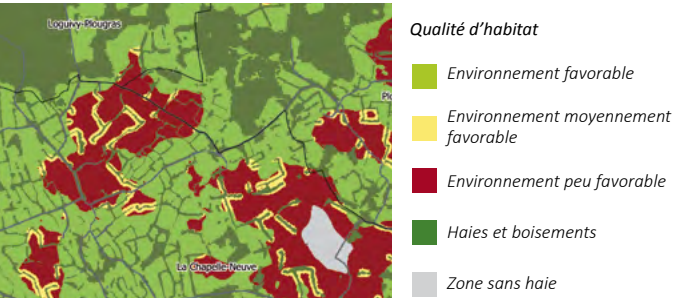


Analyse des continuités d'un réseau de haies. En A, extraction automatique des haies boisées. On note des trouées fréquentes. En B, chaque couleur correspond à un ensemble continu de boisement, on voit apparaître des ensembles continus, en C, chaque couleur correspond à un ensemble de boisement avec des trouées de moins de 10 m. On voit un grand ensemble continu des fragments de réseaux isolés, qu'il conviendra de compléter.

Une simple analyse structurelle donne déjà des indications sur les continuités existantes que ce soit celles d'éléments organisés en réseau ou en taches.

Les continuités fonctionnelles

Il est souvent plus important de mettre en évidence des continuités fonctionnelles, correspondant à des continuités d’habitat de bonne qualité. C’est ce que présente le cas suivant.



Cette carte résulte d’une modélisation prenant en compte différents facteurs assurant la qualité d’habitat des espèces forestières vivant dans les haies. La qualité des haies en tant qu’habitat pour les espèces forestières dépend non seulement de leur structure propre, mais aussi de la structure du réseau qui, entre autre, régule les conditions microclimatiques. Un modèle d’habitat a permis de déterminer trois qualités d’environnement pour les carabes forestiers. (Source: M. Deffourneaux et J. Baudry Projet Bocage Léguer).

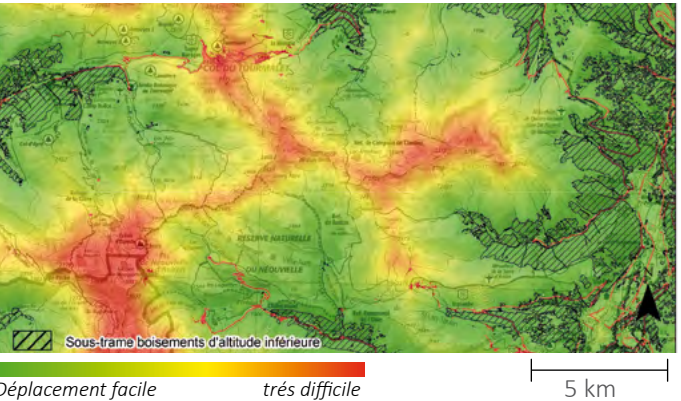
La politique TVB doit lutter contre la fragmentation des habitats, il faut donc évaluer cette fragmentation. Prenons le cas d’un papillon vivant dans les landes à bruyère. Il a une certaine mobilité, mais ses déplacements sont freinés par la présence d’obstacles comme des haies ou des bois.



En A, les taches correspondent aux parcelles de lande. En B, à une distance de 50 m à vol d’oiseau, le papillon peut circuler entre plusieurs fragments de landes et forment des unités fonctionnelles (parcelles de même couleur). En C, on prend en compte la présence de boisements qui empêchent les papillons de circuler (les unités fonctionnelles sont moindres et plus fragmentées).

La méthode de perméabilité des paysages est actuellement la plus utilisée pour modéliser les déplacements des espèces dans les mosaïques paysagères. La méthode consiste de partir d’une mosaïque d’occupation du sol et de vouloir, par exemple, étudier si les bois sont connectés (figure ci-dessous). Ceci dépend 1) de la mosaïque d’occupation du sol qui oppose plus ou moins de résistance au mouvement et 2) de la capacité de déplacement des espèces étudiées.

Le calcul des coûts de déplacements des espèces est soumis aux caractéristiques d’occupation du sol. Chaque type d’occupation peut être caractérisé par un coefficient de résistance au déplacement. C’est un coefficient multiplicateur qui représente « l’effort » fait par les individus d’une espèce pour traverser un milieu plus ou moins hostile. Par exemple, traverser une route est facile pour un oiseau, difficile pour un insecte marcheur. Le coût de déplacement est donc la distance entre deux habitats multipliée par la résistance des autres habitats traversés. Au-delà d’un certain coût de déplacement, les individus ne peuvent pas atteindre un autre habitat qui de ce fait est considéré comme isolé.



Carte de dispersion de la martre (espèce à affinité forestière) (source : CEREMA Sud Ouest)

LES CRITÈRES DE CHOIX DES TRAMES

« La trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique ainsi que par les documents de l’Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements auxquels des dispositions législatives reconnaissent cette compétence et, le cas échéant, celle de délimiter ou de localiser ces continuités. Elle constitue un outil d’aménagement durable du territoire. » (Art. R. 371-16 du code de l’environnement)

Les continuités écologiques de la TVB comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Ces corridors peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers. C’est-à-dire que les «trames» peuvent avoir des formes diverses à condition qu’elles permettent le maintien des populations animales et végétales sur le long terme.

Les éléments à prendre en compte

Les deux premiers éléments de choix sont des obligations juridiques, ils sont prioritaires, même si leur prise en compte n’est pas évidente.

/ Espaces faisant l’objet d’une protection particulière de la biodiversité (exemple : Natura 2000, ENS...).

/ Cohérence par rapport aux trames de niveaux englobants (SRCE). En Bretagne, ce sont les grands ensembles de perméabilité dont il faut maintenir ou restaurer les fonctions.

Les trois critères suivants se rapportent aux évaluations écologiques du territoire concerné. Dès lors, plusieurs points de vue antagonistes peuvent s’exprimer.

/ Responsabilité territoriale à toutes les échelles de la planification. Définir ce qui est important en termes de biodiversité (espèces ou habitats) sur ce territoire en comparaison d’autres territoires englobants ou limitrophes. Par exemple, est-il plus important de mettre une priorité sur la trame boisée (bocage) ou sur les trames de milieux ouverts (prairies, landes etc.) ? Quelles espèces privilégier ?

/ Niveau de fragmentation des habitats d’intérêt. On peut mesurer une fragmentation de couverts végétaux, mais la fragmentation

dépend aussi des espèces cibles, donc, c’est leur habitat qu’il faut regarder.

/ Opportunité des paysages (qu’est-ce que l’on peut faire sur un territoire compte tenu des habitats présents et de leur répartition spatiale ?). La question de la protection ou de la restauration sont posées. Dans un territoire au paysage très ouvert, faut-il tenter de restaurer une trame bocagère ou de construire un réseau de végétation herbacée pérenne ? Lequel aura le plus de chance de servir de continuité, en fonction des espèces présentes ?

Les services écosystémiques sont également des éléments à prendre en compte. Un temps prévus dans le projet de décret sur la TVB, ils sont revenus avec la loi biodiversité.

/ Contribution au concept de services écosystémiques Outre la biodiversité en soi, la TVB peut rendre un certain nombre de services culturels (aspect esthétique du paysage), ou de régulation climatique, hydrologique, biologique etc. C’est donc un critère important pour la société locale ou régionale.

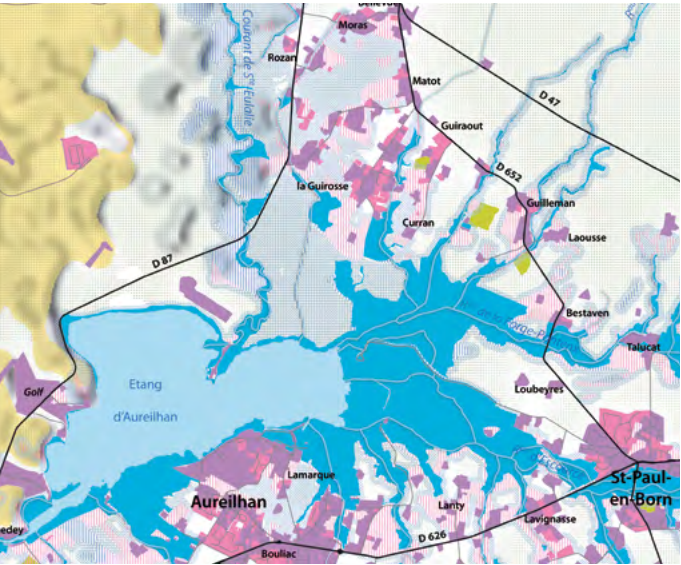
Et enfin, la question de l’intégration des trames aux autres usages du territoire avec une décision importante : la biodiversité est-elle cantonnée à la « place qui reste » ou détermine-t-on les usages à partir de la biodiversité ?

/ Cohérence territoriale (comment les choix possibles s’articulent avec d’autres usages et réciproquement).

LES PRINCIPES DE REPRÉSENTATION D'UNE TVB

C’est à partir des cartes d’occupation du sol réalisées et suite à l’identification et l’analyse des écopaysages et des continuités écologiques par des outils de modélisation spatiale que sont produites les cartes des trames vertes et bleues. Ces cartes permettent d’illustrer et de rendre compte, par un répertoire de sémiologie graphique détaillé ci-contre, des zones de continuités et donc de déplacements potentiels, ainsi que des ruptures de continuités qui fragmentent les milieux. Le principe étant de représenter les fonctionnalités d’habitat et de déplacement des continuités.

Cette grille sémiologique propose trois grands principes fonctionnels. Elle peut être déclinée graphiquement selon la qualité des différents éléments (type d’habitats, de continuités ou de mosaïques) et la valeur hiérarchique des critères (degré de perméabilité écologique, continuité forte à moyenne). L’usage de couleurs (teinte et valeur) et de figurés surfaciques (points ou traits plus ou moins denses ou épais) permet d’élaborer un langage graphique et de construire un vocabulaire fonctionnel, simple et pédagogique d’une cartographie TVB.



Carte SCoT du Born - Trame verte et bleue du DOO - 2017

Éléments	Fonction	Symbole	Critère
Tache	Habitat		Taille (surface)
Mosaïque	Environnement local		Perméabilité
Continuités	Déplacement		Connectivité

Unité du plateau Landais

- Zones humides effectives
- Milieu naturel d'importance écologique
- Milieu naturel d'importance écologique aux abords de zones urbanisées
- Massif de conifères et milieux associés (landes / fourrés)
- Milieu naturel «ordinaire» mais support de continuités

Unité du littoral

- Cordon dunaire
- Arrière dune boisée

Les milieux aquatiques

- Cours d'eau
- Plan d'eau
- Espaces urbanisés, avant et après 2000
- Espace agricole cultivé

Coordination de l’ouvrage
URCAUE Nouvelle-Aquitaine
en partenariat avec
UMR BAGAP-INRA de Rennes

Ont collaboré à cet ouvrage
Jennifer Amsallem
Jacques Baudry
Hugues Boussard
Julie Chaurand
Marie Cipièrre
Philippe Clergeau
Yannick Coulaud
Laurence Hubert-Moy
Camille Puech
Vanessa Rael
John Thompson
Pierline Tournant
Maxime Vitter

Illustration
Justine Lehu
CAUE 24
INRA

Crédit photos de l’ouvrage
INRA
CAUE 24
OSUR
Bernard Dupuy
Air Papillon
Shutterstock

Conception graphique
ATEMIA

Mise en page
Laëtitia Dostes

Impression
IOTA

Imprimerie certifiée
IMPRIM’VERT
Décembre 2017



Assistance Continuités Écologiques en Nouvelle Aquitaine

L'ACE en Nouvelle Aquitaine s'adresse aux collectivités locales porteuses d'un document d'urbanisme (SCoT, PLUi). Elle accompagne les acteurs du territoire dans la prise en compte de leurs Trames vertes et bleues en les dotant d'outils efficaces et de nouvelles compétences.