

ANALYSE SYSTÉMIQUE

Diagnostic de territoire et modélisation

- **Réalisation** : Bastien PETIT et Fabien JEAN
- **Thème** : Biodiversité
- **Territoire** : Clermont Auvergne Métropole
- **Problématique** : Comment conserver et développer une riche biodiversité à proximité immédiate des secteurs urbanisés au sein d'une métropole ?



© Photothèque Arnaud Frich | Parc Montjuzet – Clermont-Ferrand



© Le parc Montgroux et l'Espace naturel – Clermont Auvergne Tourisme

Le Parc Montjuzet (en haut) et l'Espace naturel du Parc Montgroux (en bas) : deux réservoirs de biodiversité au cœur de la métropole clermontoise.

1 – Introduction

• Définition du thème, des enjeux et de la problématique :

Selon le **glossaire** de la **Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES)**, la **biodiversité** (abréviation de **diversité biologique**) est la « **variété de la vie sur Terre**. La **variabilité** entre les **organismes vivants** de toutes les sources, y compris les **écosystèmes terrestres, marins** et autres **écosystèmes aquatiques** et les **complexes écologiques** dont ils font partie ». De plus, selon l'**Office français de la biodiversité (OFB)**, la **biodiversité** désigne **l'ensemble des êtres vivants** (animaux, végétaux, champignons, bactéries, etc.) ainsi que les **milieux naturels dans lesquels ils vivent**. La **biodiversité actuelle** est le **fruit de la lente et longue évolution du monde vivant sur l'ensemble de la planète**. C'est le « **tissu vivant de la planète** ». Et **l'humanité**, en tant qu'**espèce animale**, constitue l'un des fils de ce tissu.

La **biodiversité** comporte **trois niveaux interdépendants** :

- la **diversité écosystémique** (les différents **milieux de vie**) ;
- la **diversité spécifique** (les différentes **espèces** au sein de chaque milieu) ;
- la **diversité génétique** (les différents **individus** au sein de chaque espèce).

Plus spécifiquement, la **biodiversité** recouvre également les **relations et interactions** qui existent, d'une part, entre les **organismes vivants eux-mêmes**, d'autre part, entre ces **organismes et leurs milieux de vie**. La **biodiversité** renvoie donc à la **diversité des formes de vie** (végétaux, animaux, micro-organismes...) présentes dans un **milieu** qui en assurent son **équilibre**. La **biodiversité** est ainsi **essentiel** pour assurer **l'équilibre des écosystèmes**.

Les **sociétés humaines** sont **dépendantes de la biodiversité** pour assurer leur **subsistance**. La **biodiversité** est à la source **de nombreux biens et services** pour les **êtres humains**. La **biodiversité** apporte, en effet, des **services écosystémiques**. Ces derniers désignent **l'ensemble des bénéfices matériels et non-matériels que retirent les sociétés humaines des écosystèmes**.

Les **services écosystémiques** (rendus par la **biodiversité** aux **sociétés humaines**) sont au nombre de **quatre** :

- Les **services d'approvisionnement** : La **biodiversité** fournit des **ressources biotiques renouvelables** qui approvisionnent les humains en **matières** (afin de fabriquer des biens utiles aux besoins et aux activités des humains (ex : bois, tissu, papier, cuir, laine, etc.)) et en **sources d'énergies** (afin de transformer la matière en énergie directement par la nourriture (**l'alimentation**) ou indirectement par le transport de personnes et de biens, les travaux agricoles, les travaux industriels, le sport et les loisirs (la **traction animale**)).
- Les **services de régulation** : La **biodiversité** fournit des **ressources productives** qui régulent les **processus naturels** (afin de produire les biens et services dont les humains ont besoin comme les **abeilles** qui pollinisent pour produire les fruits, les **arbres** qui améliorent la qualité de l'air dans une ville pour les habitants ou encore la **forêt** qui régule les pluies pour l'agriculture).
- Les **services culturels** : La **biodiversité** fournit des **ressources non productives** qui cultivent les humains en leur apportant des **aménités environnementales** (c'est-à-dire tous les aspects esthétiques, spirituels, récréatifs, éducatifs qu'apportent la nature, source d'inspiration et d'agrément pour les sociétés humaines (ex : les **paysages**)).
- Les **services de soutien à la vie** : La **biodiversité** fournit des **ressources vitales** qui permettent le fonctionnement optimal de l'ensemble de la **biosphère** (afin de garantir les grands **cycles naturels biogéochimiques** (ex : le cycle de l'eau, de l'azote, de l'oxygène, du carbone...), la **formation des sols** et la **production primaire** (ex : la fabrication de matière

organique à partir de matière minérale). Ces services de soutien à la vie sont à la base des autres services écosystémiques et leurs propriétés de fonctionnement se forment sur un temps long.

En somme, du fait de sa **présence** et de son **bon fonctionnement**, la **biodiversité** apportent des **bénéfices matériels et immatériels** aux sociétés humaines.

Bien qu'indispensable pour la vie humaine, la **biodiversité** est la **proie de nombreuses menaces**. En effet, de **nombreuses espèces et milieux naturels régressent ou disparaissent**, ce qui **perturbe l'équilibre des écosystèmes**. Certaines **causes naturelles** peuvent expliquer ces régressions et ces disparitions. Cependant, le **rythme d'érosion actuel de la biodiversité** est largement attribuable aux **activités humaines**.

Il y a **cinq facteurs anthropiques majeurs** qui causent **l'érosion de la biodiversité** :

- les **pollutions** de l'air, de l'eau et des sols mais aussi sonore et lumineuse ;
- la **surexploitation** d'espèces sauvages (déforestation, braconnage, surpêche...)
- la **fragmentation** et la **destruction** des milieux naturels liées, notamment, à l'étalement urbain et au développement des infrastructures de transport ;
- l'**introduction** volontaire ou involontaire d'espèces exotiques envahissantes ;
- le **changement climatique** qui contribue à modifier les conditions de vie des espèces en les forçant à migrer ou à adapter leur mode de vie. Ce phénomène peut s'ajouter aux autres causes et les aggraver.

L'**enjeu principal** est donc de **préserver la biodiversité** pour **conserver ses services écosystémiques vitaux pour l'humanité**. Cela passe par **la bonne gestion et la bonne régulation des écosystèmes au niveau des territoires**.

À l'échelle de la **France** et de **ses territoires**, il y a **six grands types d'écosystèmes** :

- Les **écosystèmes rocheux et de haute montagne** qui couvrent les milieux naturels terrestres non forestiers des étages alpins et subalpins, notamment dans les Alpes, les Pyrénées et la Corse en France métropolitaine.
- Les **écosystèmes marins et côtiers** qui couvrent les milieux maritimes et littoraux, notamment les côtes rocheuses, les plages et dunes et les marais salants et maritimes en France métropolitaine.
- Les **écosystèmes humides et aquatiques** qui couvrent un ensemble très varié de milieux, naturels ou artificiels, tous caractérisés par la présence d'eau permanente ou temporaire, notamment les retenues d'eau, les cours d'eau, les étangs, les marais et les prairies humides en France métropolitaine.
- Les **écosystèmes forestiers** qui couvrent l'ensemble des massifs forestiers notamment dans les plaines et collines boisés en France métropolitaine.
- Les **écosystèmes agricoles** qui couvrent l'ensemble des parcelles cultivées ou en herbe exploitées majoritairement pour l'agriculture, notamment les plantes cultivées comme adventices, les animaux d'élevage comme sauvages et les éléments semi-naturels (haies, arbres isolés, bords de parcelles, réserves d'eau, etc.) en France métropolitaine.
- Les **écosystèmes urbains** qui couvrent les milieux urbanisés avec des réalités diverses (densité de population, périmètre, gouvernance, etc.) et avec des espaces de nature de formes très variées, notamment les jardins publics ou privés, les parcs, les squares, les bois, les potagers, les étendues d'eau, les toitures végétalisées, les arbres d'alignement en France métropolitaine.

En **France métropolitaine**, **plus de 70 % de la population** vit dans des **milieux urbanisés**. Un **dixième du territoire métropolitain** est **artificialisé**. Les **espaces urbanisés** continuent de

s'étendre et constituent une **menace pour la biodiversité**. Les **écosystèmes urbains** cristallisent les **enjeux en matière de préservation de la biodiversité** car ce sont dans ces écosystèmes où vivent la majorité des humains et c'est donc là où ces derniers ont le plus besoin des services rendus par la biodiversité. Cependant, c'est aussi dans les écosystèmes urbains où la biodiversité est la plus sous pression. En effet, de **nombreuses pressions pèsent sur la biodiversité des écosystèmes urbains** : émissions de polluants dans les sols, l'air et l'eau, fragmentation des milieux naturels, imperméabilisation des sols et des sous-sols, introduction d'espèces exotiques envahissantes, perturbations des habitats naturels et des espèces (notamment liées à des surfréquentations)...

Néanmoins, le **constat de l'érosion rapide et massive de la biodiversité** s'est traduite par une **prise de conscience de sa nécessaire préservation dans les territoires**. Ainsi, en raison de la mise en place de **règlementations environnementales** et d'une **demande conséquente de la part des citoyens pour un meilleur cadre de vie**, les **territoires** s'adaptent et cherchent à développer des **modèles de durabilité et de résilience**. Cela passe notamment par des **démarches de planification** afin de **réduire les pressions qui s'exercent sur la biodiversité** ou encore par des **dispositifs de protection des espaces pour l'intérêt de leur biodiversité**.

En cela, il convient de voir **comment une collectivité territoriale se saisit de la question de la biodiversité**. Pour cela, il est alors possible d'**étudier le cas de Clermont Auvergne Métropole** afin de faire **l'état des lieux de la préservation de la biodiversité** dans cette **métropole française** constituée autour de la ville de **Clermont-Ferrand**, en région **Auvergne-Rhône-Alpes**.

Cela amène à s'interroger sur : **comment conserver et développer une riche biodiversité à proximité immédiate des secteurs urbanisés au sein d'une métropole ?**



clermont
auvergne
métropole

• Présentation des indicateurs de biodiversité pour les collectivités territoriales :

Dans un rapport publié en 2014 et intitulé *Indicateurs de biodiversité pour les collectivités : cadre de réflexion et d'analyse pour les territoires*, le Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), dans le cadre de son accompagnement des collectivités locales, a proposé un **cadre commun d'analyse et de réflexion** dont l'objectif est d'identifier un **jeu commun et synthétique d'indicateurs de biodiversité adaptés aux échelons territoriaux infranationaux**. Pour l'UICN, les **collectivités territoriales** ont un **rôle croissant dans la préservation de la biodiversité**. C'est donc à **l'échelle locale** qu'il semble pertinent d'agir pour conserver la nature. Ainsi, il est nécessaire que les collectivités territoriales mettent en place des **politiques publiques efficaces** et les évaluent régulièrement afin de renforcer leurs actions en matière de protection de la biodiversité et de mesurer leurs progrès dans une perspective d'amélioration continue. Les **indicateurs** constitue en cela des **outils très pertinents**.

Pour donner une **définition des indicateurs**, le Comité français de l'UICN retient celle de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) : « **Un indicateur est une mesure, généralement quantitative, qui peut être utilisée pour illustrer et faire connaître de façon simple des phénomènes complexes, y compris des tendances et des progrès dans le temps.** ». Un **indicateur** peut donc être appliqué pour « **mesurer la biodiversité** » dans un territoire. Les **indicateurs de biodiversité** sont donc **utiles aux collectivités territoriales** pour :

- mieux connaître et suivre l'état de la biodiversité sur leur territoire (caractéristiques de la biodiversité, pressions qui s'exercent sur elle, impacts sur les services qu'elle fournit), et ses enjeux ;
- suivre et évaluer les dispositifs et moyens qu'elles mettent en œuvre pour y répondre ;
- rapporter et communiquer sur leur implication pour préserver la biodiversité et les progrès accomplis.

Plusieurs **typologies** sont utilisées pour catégoriser les **indicateurs environnementaux**, en général, et les **indicateurs de biodiversité**, en particulier.

De façon générale, le **cadre analytique** retenu pour déterminer les **indicateurs environnementaux** est le **modèle « Pression-État-Réponse » (PSR)** proposé par l'**Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE)**. Ce modèle repose sur la notion de **causalité** : les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement (P) et modifient ainsi son état (S) ; la société répond alors à ces changements par des politiques environnementales et sectorielles (R) agissant rétroactivement sur les pressions.

Il est possible d'**appliquer ce modèle pour les indicateurs de biodiversité sur un territoire** :

- **Les indicateurs de pression :**

Les **indicateurs de pression** décrivent les pressions pesant sur la biodiversité du territoire, c'est-à-dire les principales causes directes et indirectes d'érosion (dégradation de l'état qualitatif et/ou quantitatif) de la biodiversité du territoire en lien avec les activités humaines s'exerçant sur le territoire.

Exemples d'indicateur de pression sur la biodiversité :

PRESSIONS	INDICATEURS
Artificialisation du territoire	Part de la surface territoriale artificialisée
Exploitation des ressources naturelles	Part de bois mort dans les zones forestières

	territoriales
Pollution des masses d'eau	Part des masses d'eau de surface du territoire en mauvais état chimique
Caractérisation des espèces exotiques envahissantes	Nombre d'espèces exotiques envahissantes sur le territoire

Source : Comité français de l'UICN

- Les indicateurs d'état :

Les **indicateurs d'état** décrivent l'état de la biodiversité sur le territoire, c'est-à-dire l'état qualitatif et quantitatif des différentes composantes de la biodiversité du territoire.

Exemples d'indicateur de pression sur la biodiversité :

ÉTATS	INDICATEURS
Diversité des habitats et des écosystèmes	Part des habitats nationaux présents sur le territoire
État de conservation et fonctionnalité des habitats et des écosystèmes	Part des surfaces d'habitats d'intérêt communautaire en sites Natura 2000 évalués en bon état de conservation Part des cours d'eau du territoire en très bon état écologique
Connectivité des habitats et des écosystèmes	Mesure de l'état de fragmentation des espaces naturels du territoire
Diversité des espèces sauvages	Nombre d'espèces de la faune et de la flore indigènes au territoire
État de conservation des espèces sauvages	Part des espèces en catégories éteintes ou menacées dans les Listes rouges régionales Abondance des populations d'oiseaux communs spécialistes sur le territoire
Diversité génétique des espèces domestiques et cultivées	Nombre de variétés végétales cultivées et de races animales domestiques sur le territoire

Source : Comité français de l'UICN

- Les indicateurs de réponse :

Les **indicateurs de réponse** décrivent les réponses apportées par les acteurs du territoire pour préserver la biodiversité, c'est-à-dire les politiques, les actions individuelles et collectives définies et menées par les acteurs du territoire dans le but d'améliorer l'état de la biodiversité du territoire.

RÉPONSES	INDICATEURS
Plans, politiques, programmes et stratégies existants en faveur de la biodiversité	Dynamique autour d'une stratégie territoriale pour la biodiversité
Implication des décideurs et moyens alloués à la préservation de la biodiversité	Part des sommes mobilisées par le territoire en faveur de la biodiversité
Gouvernance, processus de concertation et partenariats mis en place	Nombre de consultations relatives aux sujets de la biodiversité menées auprès des acteurs

	du territoire
Acquisition et mise à disposition des connaissances	Volume de données disponibles sur la biodiversité dans le territoire
Sensibilisation du grand public	Part de la population du territoire ayant vécu une expérience de sensibilisation dans la nature
Éducation du jeune public	Part de jeunes du territoire participant à des activités éducatives sur la biodiversité
Création et gestion d'aires protégées	Part de la surface territoriale couverte par des aires protégées
Préservation de la biodiversité ordinaire et restauration des continuités écologiques	Nombre de projets en faveur des continuités écologiques
Protection des espaces menacés.	Part des Plans nationaux d'actions déclinés dans le territoire
Prise en compte et contribution à la préservation de la biodiversité par les acteurs socioéconomiques	Part de de la surface agricole utile territoriale cultivée en agriculture biologique Part des sites d'entreprises implantés sur le territoire dotés d'un plan d'actions pour la biodiversité
Prise en compte et intégration de la biodiversité dans les politiques publiques sectorielles et intersectorielles	Part de la surface territoriale couverte « ScoT Grenelle »

Source : Comité français de l'UICN

Il est aussi possible de rajouter à ces trois indicateurs du **modèle PSR** des **indicateurs d'impact** mesurant **l'évolution de l'état de la biodiversité du territoire sur les services fournis par celle-ci** (les **services écosystémiques**) aux acteurs présents sur un territoire.

Cependant, le **Comité français de l'UICN** préfère privilégier un cadre d'analyse des indicateurs environnementaux plus global et moins contextuel que le modèle PSR, à savoir la **méthodologie de l'AEE**.

La **typologie de l'AEE** distinguent **quatre types d'indicateurs environnementaux** selon les objectifs qu'ils doivent remplir :

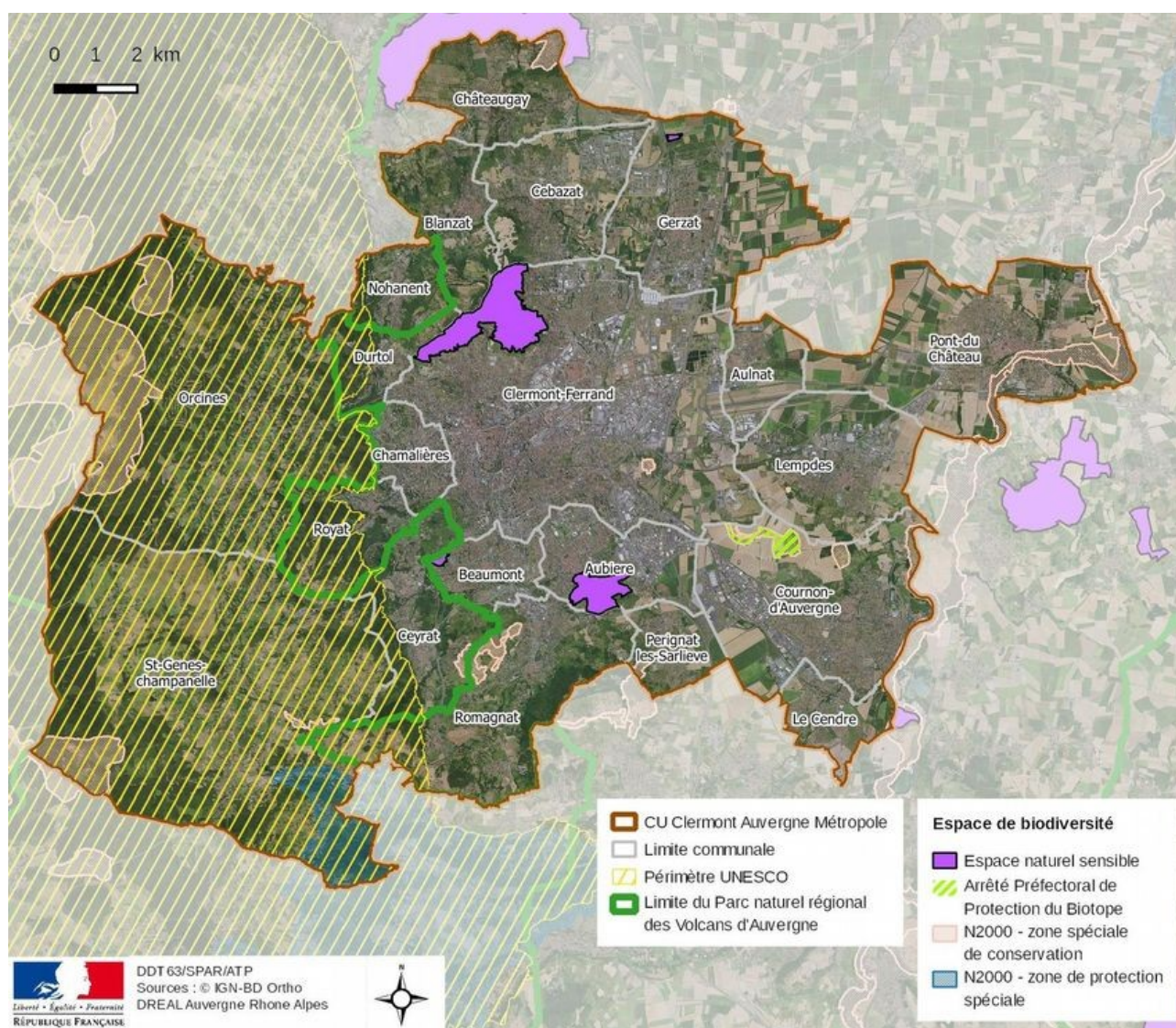
- Les **indicateurs d'état de situation** : Ils donnent des indications permettant de décrire la situation environnementale en lien avec celle de la société.
- Les **indicateurs de performance** : Ils évaluent l'écart entre la situation actuelle et la situation désirée. Ils sont généralement utilisés pour évaluer la performance des stratégies et actions mises en œuvre.
- Les **indicateurs d'efficacité environnementale** : Ils évaluent les ressources naturelles utilisées et les pollutions induites par les activités humaines par unité de production.
- Les **indicateurs de bien-être** : Ils évaluent le bien-être des sociétés et la durabilité du système Homme-Nature.

2 – Diagnostic de territoire

• Présentation des caractéristiques territoriales de la métropole en matière de biodiversité :

Clermont Auvergne Métropole regroupe 21 communes et se développe sur une superficie de plus de 30 000 hectares pour près de 300 000 habitants. Le territoire de la métropole clermontoise est caractérisé par des paysages naturels variés et vallonnés qui se trouvent au cœur d'un ancien massif volcanique. Les écosystèmes de la métropole sont ainsi marqués par une géographie de moyenne montagne. Ces écosystèmes sont de quatre types : écosystèmes humides et aquatiques, écosystèmes forestiers, écosystèmes agricoles et surtout écosystèmes urbains.

Protections environnementales de la métropole clermontoise :

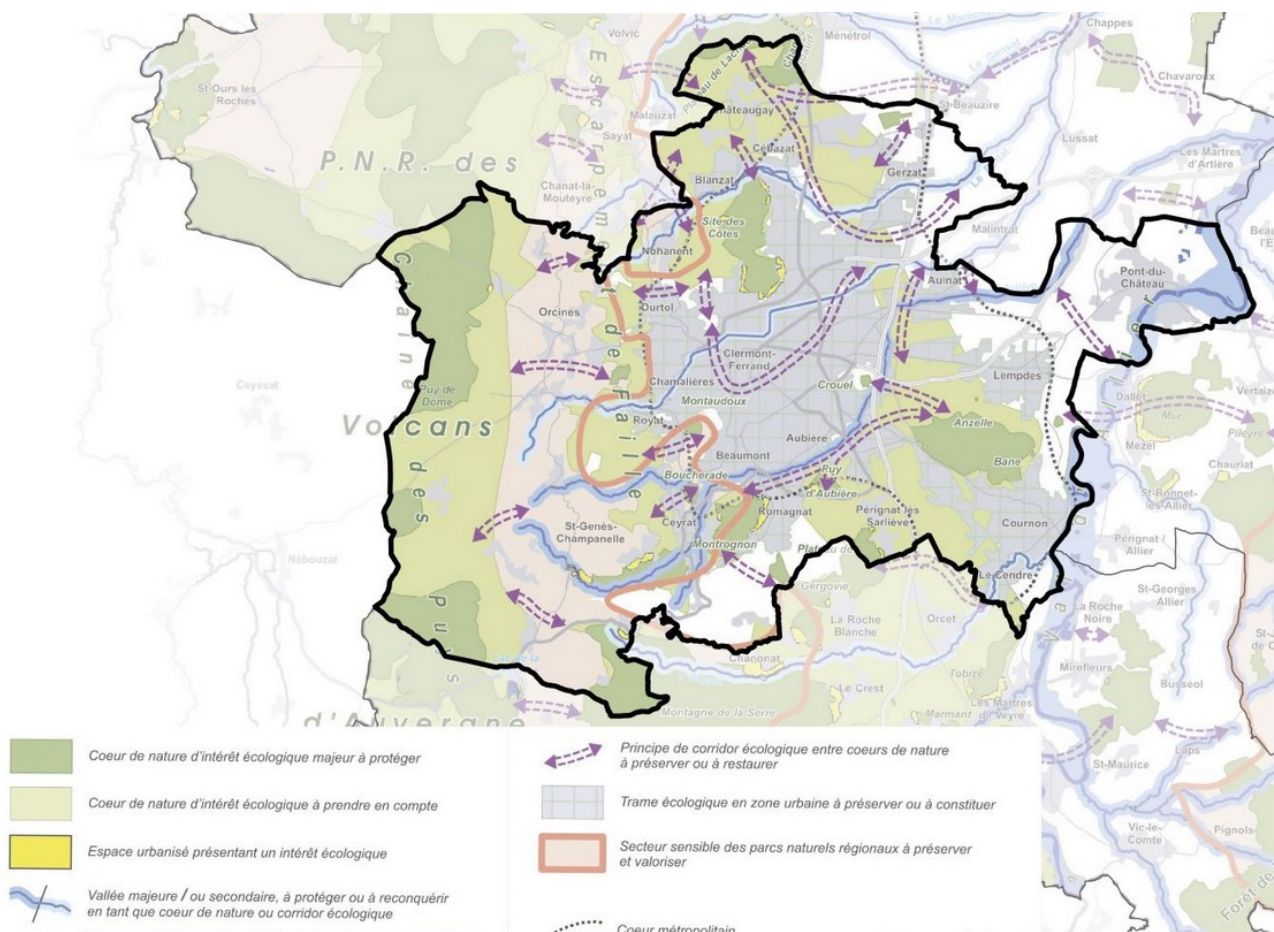


Source : Portrait de territoire Clermont Auvergne Métropole – DDT du Puy-de-Dôme

- 5 sites Natura 2000 (Vallées et coteaux xérothermiques des Couzes et Limagne, Vallées et coteaux thermophiles au nord de Clermont, Val d'Allier Alagnon, Chaînes des Puys et Pays des Couzes).
- 1 Arrêté Prefectoral de Protection du Biotopie (Puy d'Anzelle et plateau des Vaugondières).
- 4 Espaces Naturelles Sensibles (Marais de Lambre, Site des Côtes de Clermont, Puy d'Aubière et La Châtaigneraie).

La partie ouest du territoire métropolitain est incluse dans le **Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne** et dans le **périmètre UNESCO** (la chaîne des Puys associée à la faille de Limagne ont été inscrite en 2018 sur la liste des sites naturels du patrimoine mondial de l'UNESCO).

Biodiversité et trames écologiques dans la métropole clermontoise :



Le **territoire de la métropole clermontoise** comporte des **cœurs de nature d'intérêt écologique majeurs** à conserver et d'autres à prendre en compte comme des milieux ouverts (**zones agricoles et prairiales**) et fermées (**zones boisés**). Le territoire métropolitain comporte également de nombreuses **zones humides**. Ces dernières permettent d'accueillir une importante biodiversité.

En tant qu'importante **agglomération urbaine**, le territoire de la métropole clermontoise comprend aussi de nombreux **espaces urbanisés d'intérêt écologique**. En effet, de nombreux espaces au cœur des villes ont un intérêt écologique non négligeable et accueille une certaine biodiversité comme les jardins publics ou privés, les parcs, les squares et autres espaces verts. La métropole clermontoise offre plus de **150 hectares de parcs, jardins publics et espaces verts** répartie dans chaque commune membre. Ces espaces verts constituent des **réservoirs de biodiversité** car ils servent de refuge aux animaux tels que les oiseaux, les écureuils, les hérissons et les insectes.

Pour maintenir la biodiversité, la métropole doit donc protéger ou constituer des **corridors écologiques** pour relier les habitats naturels entre eux. La politique de la **trame verte et bleue (TVB)** est une démarche qui vise à préserver la biodiversité à travers le maintien et la reconstitution de réseaux d'échanges pour que les espèces animales et végétales puissent circuler, se reposer, se reproduire interagir, et de manière générale, assurer leur cycle de vie, librement.

• Présentation des actions mises en œuvres par la métropole clermontoise :

Le territoire de **Clermont Auvergne Métropole** concentre un **habitant du Puy-de-Dôme sur deux**. L'enjeu pour la métropole est donc aujourd'hui d'opérer une mutation vers un **développement économique durable** qui prend en compte de son **impact sur les écosystèmes**. L'objectif pour Clermont Auvergne Métropole est de préserver la nature en ville. Pour cela, il est nécessaire de préserver les cœurs de nature et corridors écologiques ainsi que la qualité des eaux des rivières.

Afin de mieux évaluer la biodiversité présentes sur son territoire, **Clermont Auvergne Métropole** a créé en 2015 un **Observatoire de la biodiversité communautaire (OBCAM)**. L'OBCAM – présidé par le muséum Henri-Lecoq et composé des principales associations naturalistes locales – vise ainsi à réaliser un état des lieux et un suivi de la biodiversité sur le territoire métropolitain.

Dans la lignée de la création de l'OBCAM, Clermont Auvergne Métropole a mis en place un **Plan biodiversité** dans le but de **protéger la diversité de la faune et de la flore sur le territoire de la métropole**. Les objectifs sont de :

- Regrouper, coordonner et enrichir la connaissance de la biodiversité sur le territoire, à travers l'OBCAM, en associant les associations et structures naturalistes du territoire.
- Développer des outils opérationnels de prise en compte de la biodiversité notamment dans les opérations d'aménagement menées par la métropole clermontoise,
- Faire de l'OBCAM une structure de conseil et d'accompagnement dans le développement du territoire communautaire, mais aussi la mise en place de trames vertes et bleues, c'est-à-dire prenant en compte les processus naturels dans le cadre de l'aménagement du territoire,
- Sensibiliser les acteurs et le grand public aux enjeux de la préservation de la biodiversité.

• Présentation de la matrice SWOT (Forces – Faiblesses – Opportunités – Menaces) pour la biodiversité dans la métropole clermontoise :

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">• Paysages naturels variés et vallonnés au cœur d'un ancien massif volcanique.• Présence de quatre types d'écosystèmes (humides, forestiers, agricoles, urbains) qui s'inscrivent dans une géographie de moyenne montagne.• Présence d'espaces naturels protégés dont de nombreuses zones humides.• Présence d'un parc naturel régional dans la partie ouest (PNR Volcans d'Auvergne).• Présence d'un site naturel reconnu nationalement (Puy de Dôme labellisé Grand site de France) et internationalement (Chaîne des Puys labellisé patrimoine mondial de l'UNESCO).• Présence de plus de 150 hectares de parcs, de jardins et autres espaces verts.• Engagement sur la définition de trames vertes et bleues (avec notamment la présence d'un corridor écologique important lié à la rivière Allier).	<ul style="list-style-type: none">• Régression conséquente de la biodiversité due à l'urbanisation ancienne, la surfréquentation touristique et la déprise agricole.• Fragmentation importante des espaces naturels par le développement et l'étalement urbain.• Existence de secteurs fragiles simplement inventoriés mais non protégés (4 espaces naturels sensibles).• Méconnaissance des zones humides du fait de l'absence d'un inventaire.• Qualité moyenne des cours d'eau.

OPPORTUNITÉS

- Présence de cœur de nature d'intérêt écologique majeur à conserver.
- Présence de cœur de nature d'intérêt écologique à prendre en compte.
- Présence d'espace urbanisé présentant un intérêt écologique.
- Présence de vallées majeures ou secondaires à protéger ou à reconquérir.
- Présence de corridor écologique entre cœurs de nature à protéger ou à constituer.
- Trame écologique en zone urbaine à préserver ou à constituer.
- Secteur sensible du parc naturel régional à préserver et à valoriser.

MENACES

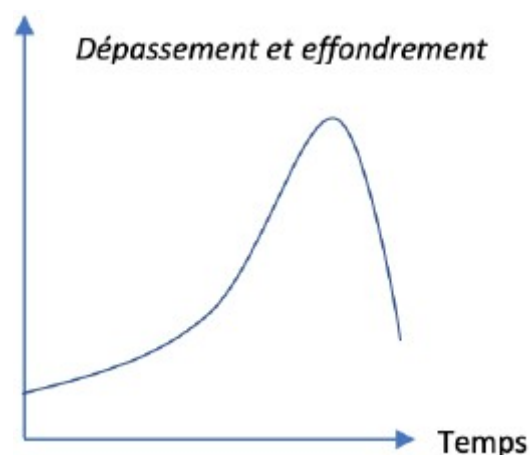
- Risque important de pollutions de l'air, de l'eau et des sols due aux activités économiques, industrielles et agricoles (notamment en raison de l'agriculture intensive pratiquée au Nord, dans la plaine de Limagne).
- Risque de poursuite de la fragmentation et de la destruction des milieux naturels dues à la périurbanisation qui entraîne l'étalement urbain voire le mitage (c'est-à-dire l'implantation d'édifices dispersés dans un paysage naturel, notamment sur les collines avoisinants Clermont-Ferrand).
- Risque d'extension d'espèces exotiques envahissantes (comme le ragondin, le raton laveur ou des espèces d'écrevisse introduite tel que l'écrevisse de Louisiane) au détriment d'espèces locales comme le castor d'Eurasie, la loutre d'Europe ou l'écrevisse à pattes blanches).
- Risque induit par le changement climatique qui modifie les conditions d'existence des espèces et les oblige à s'adapter.

3 – Modélisation

- Identification des modèles de comportement relatif à la biodiversité :

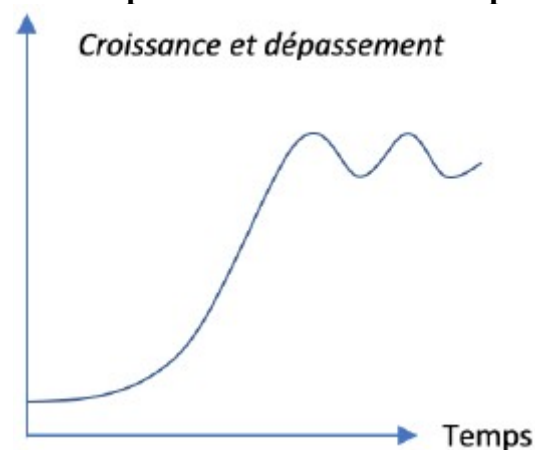
Le **principal risque avec la biodiversité sur un territoire** est celui de son **effondrement**. En effet, en raison de toutes les menaces qui pèsent sur la biodiversité, le risque est que son érosion mène à un effondrement des populations des espèces. Par conséquent, l'effondrement populationnel peut se traduire par l'extinction d'une ou plusieurs espèces sur un territoire. À terme, si une ou plusieurs espèces disparaissent d'un écosystème, cela pourrait compromettre son équilibre et donc cela pourrait avoir des effets très néfastes pour la survie des autres espèces dont l'être humain. De manière globale, certains scientifiques craignent actuellement une **sixième extinction de masse** qui provoque un effondrement du nombre d'espèces présentes sur la Terre.

Modèle de comportement du dépassement et effondrement



À terme, la biodiversité pourrait suivre le **modèle de comportement du dépassement et de l'effondrement**, c'est-à-dire qu'après avoir atteint un certain seuil sur un temps long, la diversité biologique pourrait brutalement s'effondrer sur un temps relativement court.

Modèle de comportement croissance et dépassement

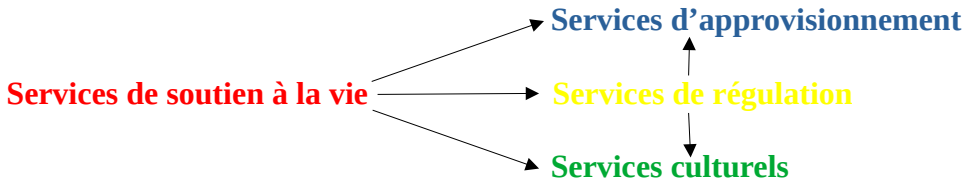


Pour éviter l'effondrement, il est nécessaire de mettre en place à l'échelle territoriale des **mesures pour enrayer l'érosion de la biodiversité**. Ceci afin que la biodiversité suive plutôt un **modèle de comportement de croissance et dépassement**, c'est-à-dire qu'après avoir atteint un certain seuil sur un temps long, la diversité biologique pourrait se stabiliser en ayant de légères fluctuations.

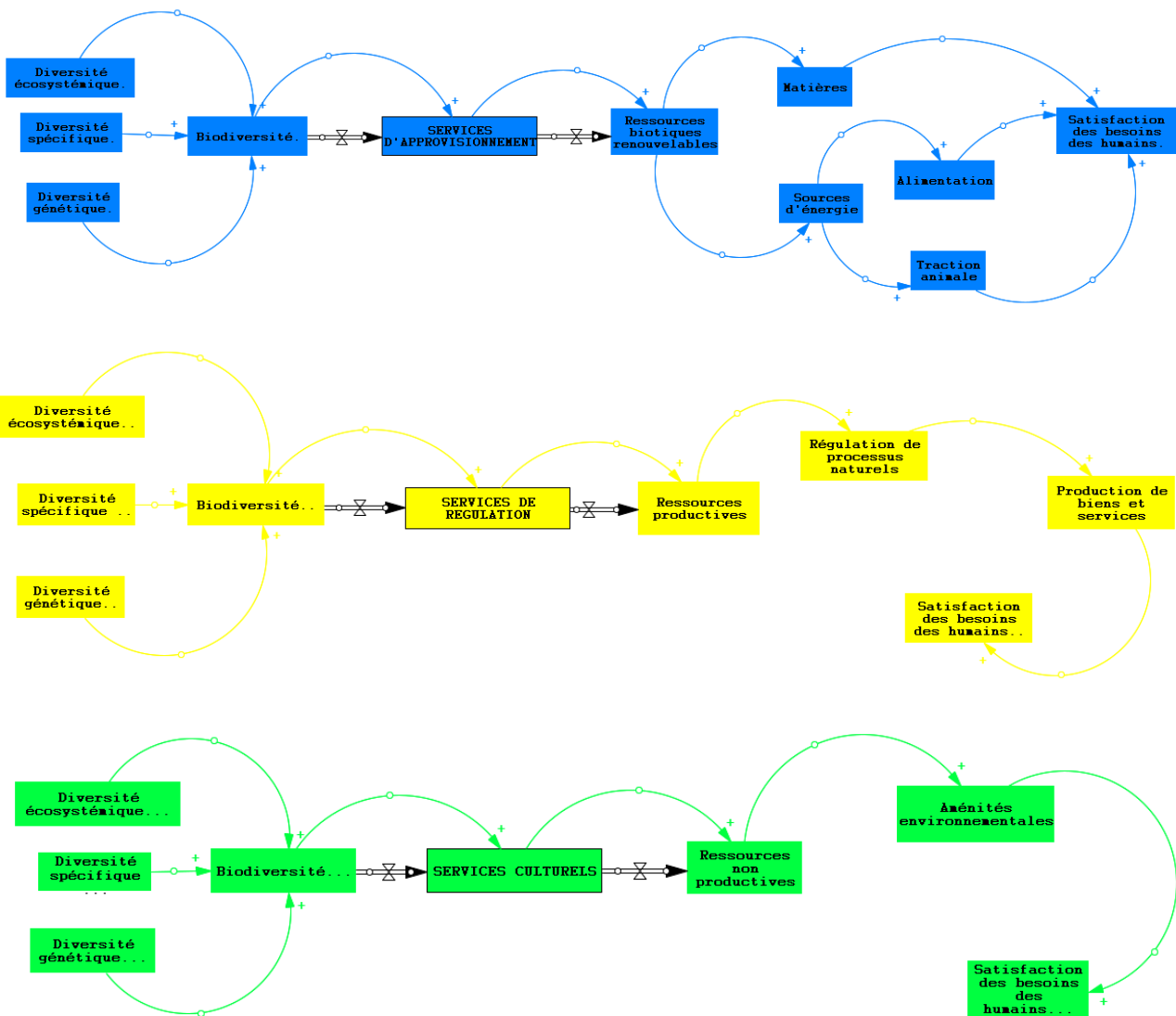
• **Identification de la structure du modèle :**

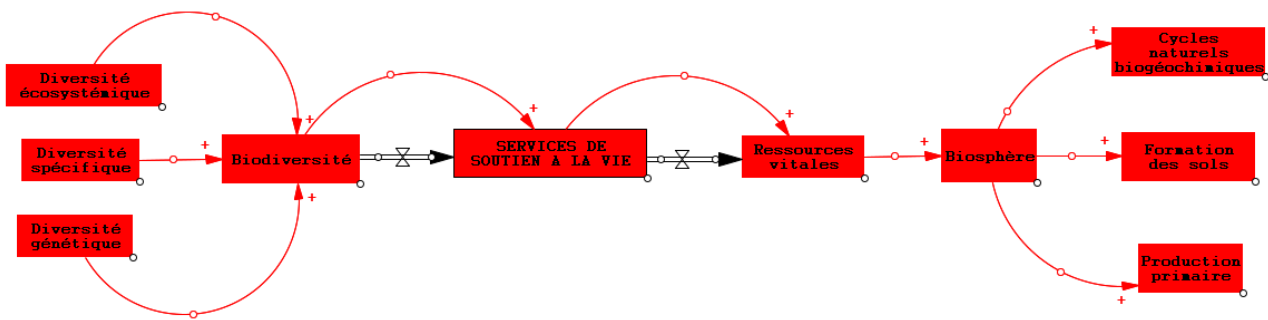
Pour saisir les enjeux liés à la préservation de la biodiversité dans un territoire, il est possible de structurer le modèle en prenant en compte les quatre services écosystémiques rendus par la biodiversité : les services d’approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et les services de soutien à la vie.

Ces services écosystémiques sont liés entre eux car les services de régulation sont essentiels pour assurer les services d’approvisionnement et les services culturels. Et surtout, les services de soutien à la vie sont à la base de tous les autres services.



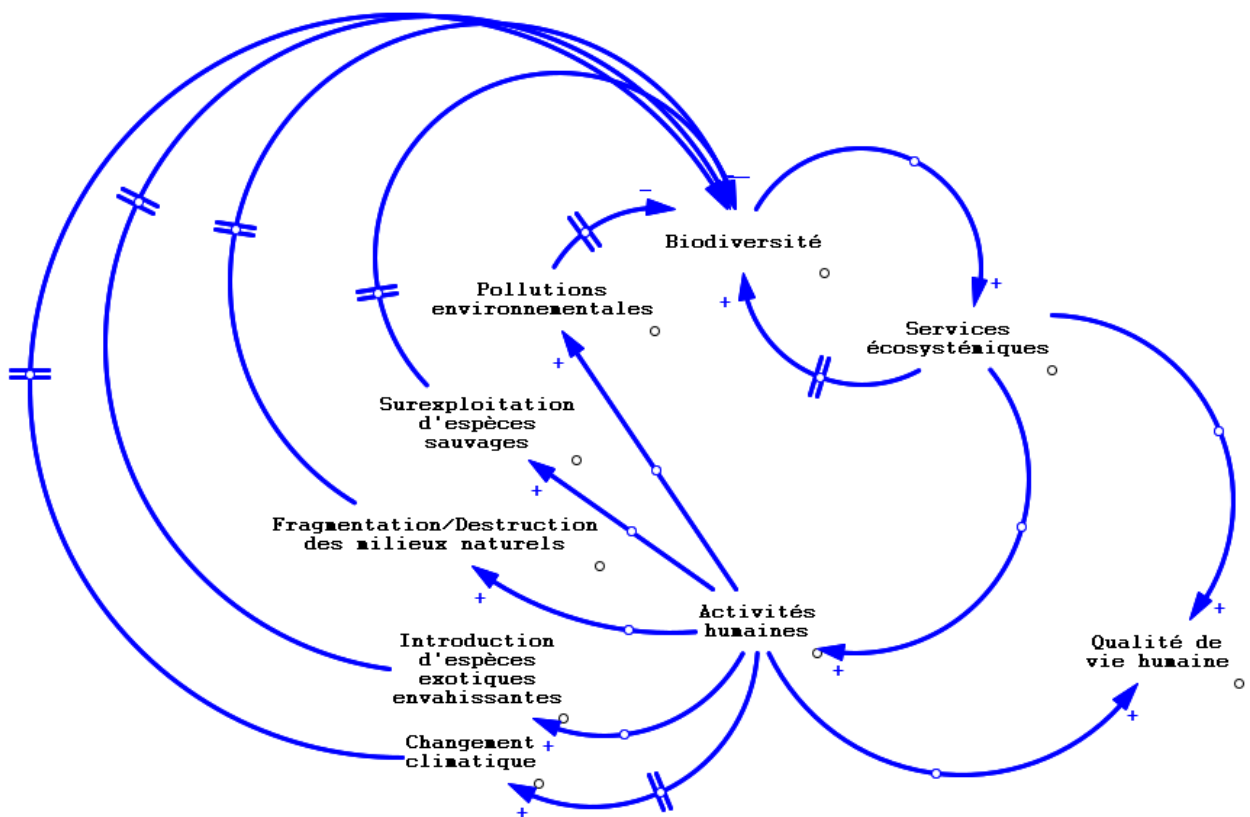
• **Diagrammes des stocks et des flux pour les services écosystémiques :**





• **Diagrammes des boucles causales pour la relation biodiversité – services écosystémiques – activités humaines :**

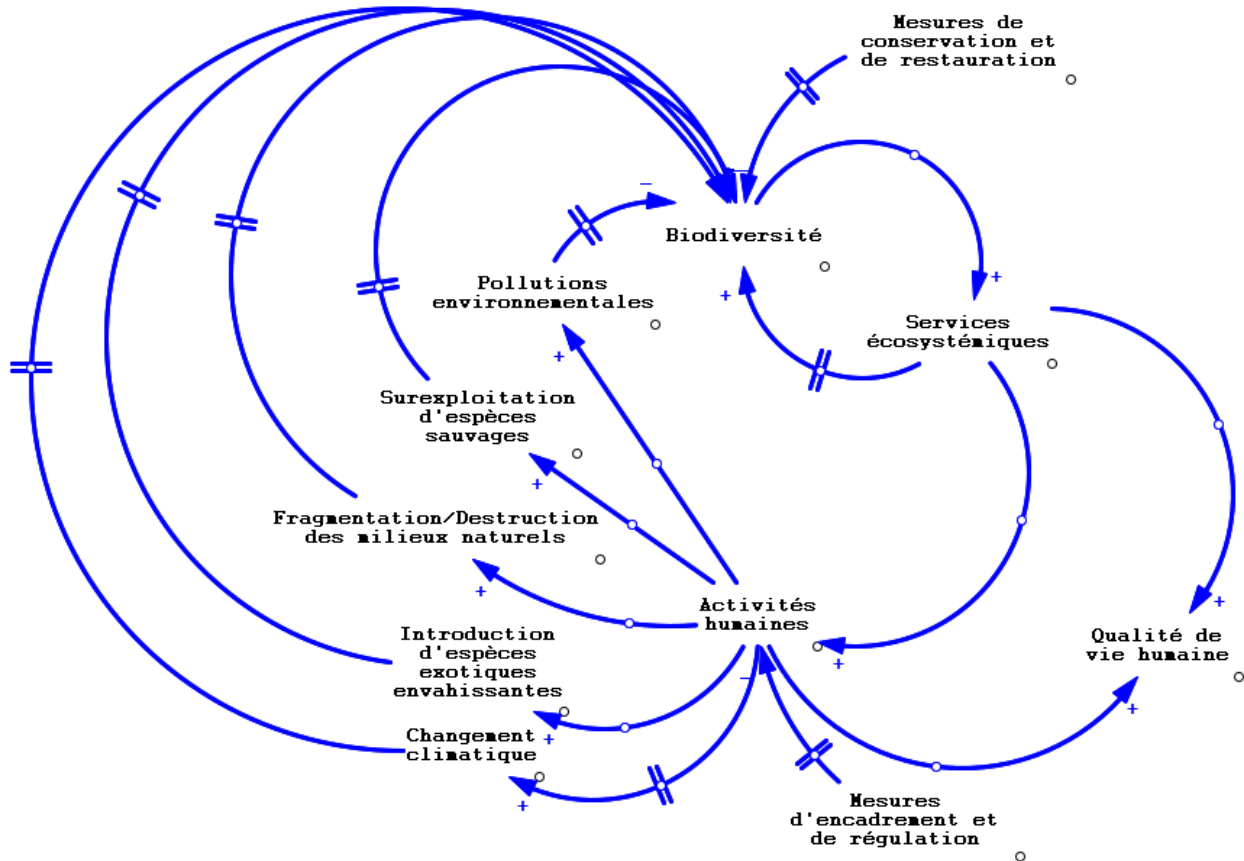
- Diagramme des boucles causales mettant en avant les pressions pesant sur cette relation :



Plus il y a de biodiversité, plus il y a de services écosystémiques ; plus y a de services écosystémiques fournis, plus cela permet d'opérer des activités humaines ; en revanche, les activités humaines ont pour conséquence de nombreuses pressions (pollutions environnementales, surexploitation des espèces sauvages, fragmentation/destruction des milieux naturels, introduction d'espèces exotiques envahissantes, changement climatique) qui causent, à terme, une érosion de la biodiversité. Tout cela forme une **boucle de rééquilibrage (B)**. Cependant, il peut y avoir un **effet d'emballement** où des pressions trop grandes provoquent un effondrement de la biodiversité. Par conséquent, l'érosion de la biodiversité diminue les services écosystémiques fournis et donc les activités humaines, mais aussi, par extension, la qualité de vie des humains. En effet, celle-ci dépend de la fourniture des biens et services apportée par les activités humaines et les services écosystémiques. À noter que la biodiversité augmente les services écosystémiques fournis, qui, à son tour et à terme, augmente la biodiversité (ex : les abeilles pollinisent les fleurs des arbres qui permettent alors de fournir des fruits aux humains mais les fleurs fécondés par le pollen apporté par

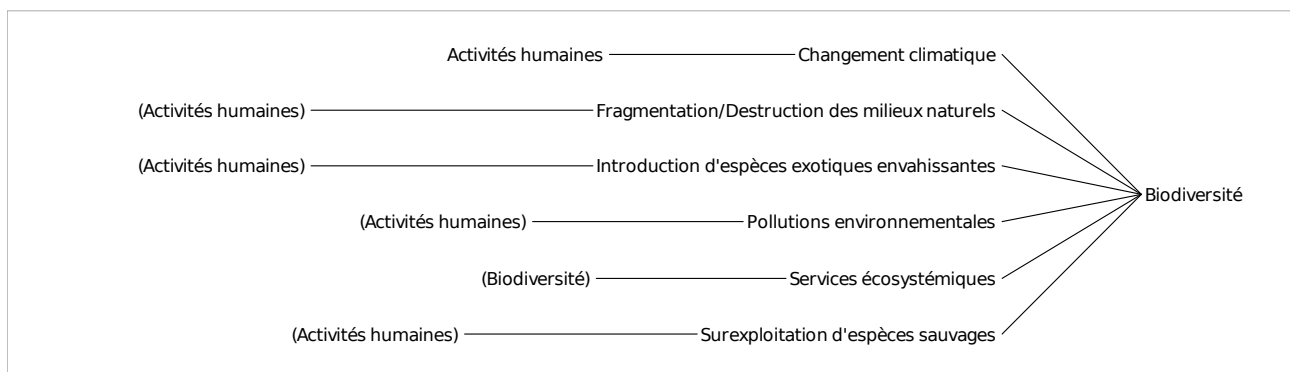
les abeilles permettent la reproduction des arbres et donc l'augmentation de leur population). Cela forme donc une **boucle de renforcement (R)**.

- **Diagrammes des boucles causales mettant en avant les mesures afin de diminuer les effets néfastes des pressions exercées sur la biodiversité :**

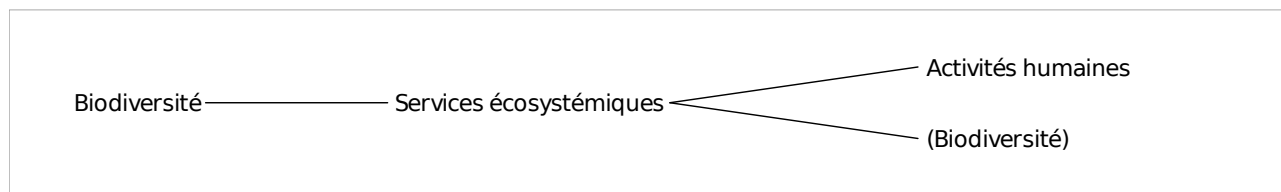


Il est possible d'apporter des corrections aux effets des perturbations engendrées par les nombreuses pressions s'exerçant sur la biodiversité en agissant sur les variables **biodiversité** et **activités humaines**. En effet, il est possible de mettre en place, en aval, des **mesures de conservation et de restauration de la biodiversité** et, en amont, des **mesures d'encadrement et de régulation des activités humaines** afin d'éviter ces conséquences néfastes pour la biodiversité. Ces mesures peuvent être prises à l'échelle d'une collectivité territoriale comme Clermont Auvergne Métropole.

- **Arbre des causes de la biodiversité :**



• **Arbre des conséquences de la biodiversité :**



• **Présentation de tableaux avec toutes les variables du modèle :**

• **Tableau des variables – Diagramme des stocks et des flux des services écosystémiques :**

Services écosystémiques	Variables	Stock/Flux	Qualitatif/Quantitatif
Services d’approvisionnement	• Diversité écosystémique	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Diversité spécifique	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Diversité génétique	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Biodiversité	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Services d’approvisionnement	Stock	Qualitatif et Quantitatif
	• Ressources biotiques renouvelables	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Matières	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Sources d’énergie	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Alimentation	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Traction animale	Flux	Qualitatif et Quantitatif
• Satisfaction des besoins des humains	Flux	Qualitatif	
Services de régulation	• Diversité écosystémique	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Diversité spécifique	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Diversité génétique	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Biodiversité	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Services de régulation	Stock	Qualitatif
	• Ressources productives	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	• Régulation de processus naturels	Flux	Qualitatif
• Production de	Flux	Qualitatif et Quantitatif	

	<ul style="list-style-type: none"> biens et services Satisfaction des besoins humains 	Flux	Qualitatif
Services culturels	<ul style="list-style-type: none"> Diversité écosystémique 	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Diversité spécifique 	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Diversité génétique 	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversité Services culturels 	Flux Stock	Qualitatif et Quantitatif Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Ressources non productives 	Flux	Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Aménités environnementales Satisfaction des besoins humains 	Flux Flux	Qualitatif Qualitatif
Services de soutien à la vie	<ul style="list-style-type: none"> Diversité écosystémique 	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Diversité spécifique 	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Diversité génétique 	Flux	Qualitatif et Quantitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversité Services de soutien à la vie 	Flux Stock	Qualitatif et Quantitatif Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Ressources vitales 	Flux	Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Biosphère 	Flux	Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Cycles naturels biogéochimiques 	Flux	Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Formation des sols 	Flux	Qualitatif
	<ul style="list-style-type: none"> Production primaire 	Flux	Qualitatif et Quantitatif

• **Tableau des variables – Diagramme des boucles causales sur la biodiversité :**

Variables	Renforcement/Rééquilibrage	Points-leviers	Endogène/Exogène
Biodiversité	Renforcement	Point-levier	Endogène
Services écosystémiques	Renforcement	Point-levier	Endogène
Activités humaines	Renforcement	Point-levier	Endogène

Pollutions environnementales	Rééquilibrage		Endogène
Surexploitation d'espèces sauvages	Rééquilibrage		Endogène
Fragmentation/ Destruction des milieux naturels	Rééquilibrage		Endogène
Introduction d'espèces exotiques envahissantes	Rééquilibrage		Endogène
Changement climatique	Rééquilibrage		Endogène
Qualité de vie humaine	Renforcement		Exogène
Mesures de conservation et de restauration	Renforcement		Exogène
Mesures d'encadrement et de régulation	Rééquilibrage		Exogène

5 – Conclusion

Pour conclure, le **constat de l'érosion rapide et massive de la biodiversité** dans les territoires oblige les collectivités locales à prendre des mesures pour assurer sa **préservation** voire sa **restauration**. En effet, la biodiversité fournit des **services écosystémiques essentiels** pour assurer les activités et les besoins des humains. Une **chute de la biodiversité** pourrait avoir des **conséquences dramatiques sur l'équilibre des écosystèmes**. Cela se répercutera alors sur les activités humaines qui dépendent de ses services. Sans les services écosystémiques apportés par la biodiversité, les humains ne pourraient même plus garantir leurs besoins essentiels (se nourrir, se vêtir, se loger...).

Les **enjeux liés à la préservation de la biodiversité** doivent se traduire par une **prise de conscience** de la part des territoires, surtout à l'échelle des **villes** et des **agglomérations urbaines** car c'est là où les pressions qui s'exercent sur la biodiversité sont les plus fortes. C'est aussi là où la demande pour un meilleur cadre de vie est la plus importante. Il est donc essentiel que les territoires s'adaptent et cherchent à **améliorer la richesse de leur biodiversité**.

Pour cela, une **métropole** telle que **Clermont Auvergne Métropole**, doit réunir ses communes membres autour d'**objectifs communs** afin de **conserver et de développer une riche biodiversité à proximité immédiate des secteurs urbanisés**. En **amont**, il est possible de mettre en place des **démarches de planification** dans le but de **réduire les pressions pesant sur la biodiversité**. Cela peut se faire grâce à des **mesures d'encadrement et de régulation des activités humaines** (ex : mise en place de filières économiques écoresponsables et mise en œuvre de réglementations environnementales). En **aval**, il est possible de mettre en place des **dispositifs de protection voire de restauration des espaces pour l'intérêt de leur biodiversité**. Cela peut se faire grâce à des **mesures de conservation et de restauration des écosystèmes** (ex : mise en place d'espaces naturels protégés et mise en œuvre de la trame verte et bleue). Enfin, cela passe par la **sensibilisation du public aux enjeux de la préservation de la biodiversité**.

En cela, **Clermont Auvergne Métropole** dispose de nombreux **atouts** et de nombreuses **opportunités** avec un **patrimoine naturel reconnu nationalement et internationalement** ainsi que de nombreux **cœurs de nature riches en biodiversité à conserver et à développer**.

6 – Références

- **Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES)**
- **Office français de la biodiversité (OFB)**
- **Biodiversité.gouv.fr**
- **Ministère de la Transition écologique – Biodiversité**
- **Observatoire national de la biodiversité – Nature France**
- **Comité français de l’UICN, *Indicateurs de biodiversité pour les collectivités : cadre de réflexion et d’analyse pour les territoires*, 2014**
- **Clermont Auvergne Métropole – Biodiversité**
- **Observatoire de la biodiversité communautaire (OBCAM)**
- **Cours de Transition territoriale et écologique de M. Sébastien Marchand**
- **Cours d’Analyse systémique de M. Arnaud DIEMER et de Cécile BATISSE**