

PARCOURS DES NOTIONS POUR UNE ÉDUCATION AU CLIMAT ET À LA BIODIVERSITÉ

Construction, progressivité et repères pour les éducateurs

Document coordonné par Éric Guilyardi, Monique Dupuis
et Guillaume Lecointre, rédigé par le groupe de travail
« Climat, biodiversité et développement durable » du CSEN



Ce texte a été coordonné par **Éric Guilyardi, Monique Dupuis** et **Guillaume Lecointre** dans le cadre des travaux du groupe de travail « Climat, biodiversité et éducation au développement durable » et rédigé par **Gilles Bœuf, Angela Barthes, Béatrice Cheutin, Delphine Cuny, Monique Dupuis, Anne-Françoise Gibert, Myriam Gaujoux, David Guillaume, Eric Guilyardi, Mathieu Lombard, Guillaume Le Cam, Guillaume Lecointre, Serge Morand, Didier Mulnet, Coralie Noël, Bertrand Pajot, Elena Pasquinelli, Serge Planton, Stefania Rosolen, Béatrice Salviat, Éric de Saint-Léger, Mathilde Tricoire, Nicolas Vogt, Sylvain Wagnon, David Wilgenbus, Gabrielle Zimmermann.**

Résumé

Ce document vise à guider les éducateurs et formateurs pour l'enseignement des notions liées au climat et à la biodiversité, dans le cadre de l'éducation au développement durable. Il souligne l'importance de construire une culture commune au sein de la communauté scolaire pour assurer une progression cohérente des apprentissages. Il propose une structuration des notions scientifiques essentielles, en insistant sur la nécessité de clarifier les concepts, d'éviter les erreurs de compréhension pour chaque niveau et, en conséquence des déficits d'apprentissage durables. L'objectif est de fournir aux enseignants et formateurs des repères méthodologiques et pédagogiques, en mettant l'accent sur les savoirs, savoir-faire et savoir-être.

Les premières sections du document abordent les enjeux éducatifs et les notions clés à maîtriser à la fin de la scolarité, en identifiant en particulier les points de vigilance associés. Les deuxièmes et troisièmes parties détaillent les concepts liés au changement climatique et à la biodiversité ainsi que leur construction progressive, en illustrant leurs interconnexions et implications pédagogiques. L'objectif est d'aider les enseignants et les formateurs à avoir une compréhension systémique des enjeux climatiques et de biodiversité afin de « former au bon niveau » et d'explicitier les objectifs d'apprentissage. Enfin, le document propose des exemples concrets d'utilisation du parcours.

Sommaire

1. Enjeux éducatifs, notions et leviers à mobiliser et à travailler en classe – une vision globale	8
A. Clés de voute éducatives – intentions des auteurs	9
B. Pistes d'utilisation du document	9
2. Notions scientifiques relatives au changement climatique	10
A. Fondements en physique, maths et en science de la vie et de la Terre (SVT)	11
B. Notions liées au système climatique	12
C. Notions autour des interactions sociétés humaines-biosphère-climat.....	14
3. Notions scientifiques relatives à la biodiversité	16
A. Distinction entre « qu'est-ce que c'est ? » et « qu'est-ce que ça fait ? »	17
B. Qu'est-ce que ça fait ?	19
C. Qu'est-ce que c'est ?	19
D. D'où ça vient ?	21
E. La logique des successions, construction des concepts.....	22
4. Exemples d'utilisation des cartes de notions et de parcours	23
Exemple 1 : « La construction progressive de la notion de système climatique : une éducation scientifique et une éducation au complexe »	23
Exemple 2 : « Une piste d'exploitation du parcours de notions climat : l'exemple duniveau de la mer »	28
Exemple 3 : Une piste d'exploitation du parcours de notions « biodiversité » : le cas de <i>Cepea nemoralis</i> , l'escargot des bois.....	31
5. Références et ressources pour aller plus loin	32
Productions du CSEN	32
Climat	32
Biodiversité.....	33
Ressources pédagogiques climat et transition	33
Ressources pédagogiques biodiversité	33
Annexes	33
Annexe A – Présentation des éléments incontournables de la Figure 1	34
Annexe B – Notions relatives au changement climatique – progression en fonction du niveau des élèves, repères et points de vigilance.....	44
Annexe C – Notions relatives à la biodiversité – progression en fonction du niveau des élèves, repères et points de vigilance.....	49
Annexe D – Une piste d'exploitation du parcours de notions « biodiversité » : le cas naturalise de <i>Cepea nemoralis</i> , l'escargot des bois.....	53
Annexe E – Tableau de ressources en biodiversité associées aux notions du parcours	67

Introduction au parcours des notions

Les thématiques en lien avec le changement climatique et la biodiversité alimentent de façon importante l'éducation au développement durable ou à la transition écologique.

Étant données les caractéristiques de cette éducation et les enjeux associés, la constitution et le partage d'une culture commune au sein de la communauté scolaire apparaissent essentiels. En outre, cette éducation traversant la scolarité, il est important de se poser la question de la progressivité des apprentissages, notamment lorsqu'il s'agit de la construction des concepts-clés. Cette appropriation commune est aussi un moyen d'éviter des incohérences ou de laisser une part importante aux implicites. D'une façon générale, cette éducation transversale est aussi l'occasion de s'approprier un certain registre des valeurs, mais également de contribuer à d'autres éducations transversales (EAS, EMI, EAC, EMC ...) et enjeux éducatifs majeurs (citoyenneté, valeurs de la République, One Health...).

En effet, outre les concepts clés (notamment dans les champs scientifique, économique, littéraire, philosophique, artistique, etc.), il s'agit d'acquérir progressivement des compétences méthodologiques (acquises au sein de démarches d'investigation et d'enquête, de construction de projets, de débats) et cognitives, émotionnelles et sociales renforcées dans le cadre de travail coopératif, ou de dispositifs de simulations ou de jeu de rôle par exemple.

Cette publication a vocation à éclairer les équipes pédagogiques et éducatives de tous les cycles et toutes les disciplines qui abordent des thématiques en lien avec le changement climatique ou la biodiversité. Il s'adresse en particulier à celles et ceux qui développent des activités pédagogiques comme les formateurs, en particulier pour le cycle 1.

Cette publication vise notamment à :

- Clarifier certains concepts scientifiques afin qu'ils soient employés à bon escient,
- Donner à voir les jalons de leur construction progressive tout au long de la scolarité de façon à faciliter la mise en œuvre d'une progressivité effective des apprentissages et de « former au bon niveau » (Teach at the right level – TaRL)
- Éveiller l'attention des formateurs sur certains points de vigilance dont l'absence de prise en compte peut avoir des effets délétères *in fine* sur l'appropriation des enjeux et sur les comportements citoyens,
- Contribuer à outiller les équipes pour la mise en œuvre d'une éducation visant à permettre l'appropriation de phénomènes complexes, leur vision systémique, le repérage des valeurs et enjeux éducatifs.

La première partie présente une vue d'ensemble des grands enjeux éducatifs et des notions à construire tout au long de la scolarité dans les registres du changement climatique et de la biodiversité. Elle liste de façon synthétique les notions-clés à maîtriser à la fin de la scolarité, et propose pour chacune des points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs, ainsi que les impacts d'une mauvaise compréhension.

Les deuxièmes et troisièmes parties proposent une vision intégrée des notions scientifiques relatives au changement climatique et à la biodiversité, respectivement, en spécifiant là aussi des points de vigilance justifiant l'organisation des contenus et l'enchaînement logique et pédagogique des notions. L'objectif est aussi de montrer quelles idées sont fausses et quelles sont les conséquences si on les laisse s'installer.

Enfin, la quatrième partie est consacrée à des exemples destinés principalement à éclairer des usages possibles des repères et éléments proposés dans ce parcours des notions. Cette publication vient donc en complément de ressources pédagogiques existantes, notamment des ressources pédagogiques produites par la DGESCO¹, par le ministère de la transition écologique² ou encore par des partenaires de l'École (OCE³, La main à la pâte⁴,...).

Si ce parcours présente une liste de notions, il faut bien entendu les transformer en apprentissages - une prochaine note du CSEN sera consacrée plus spécifiquement aux enjeux éducatifs multiples de l'éducation relative au changement climatique et à la biodiversité.

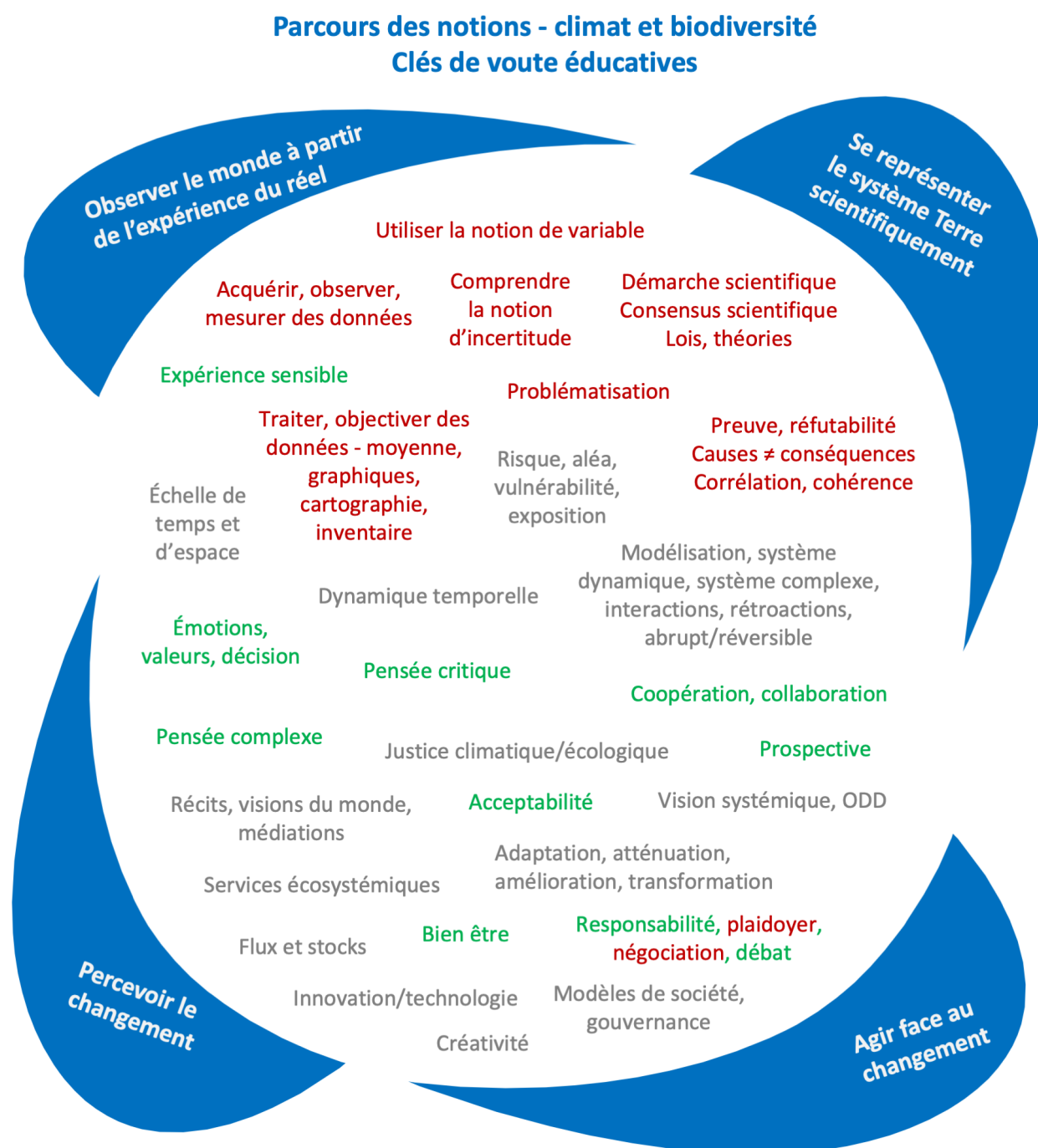
1 <https://eduscol.education.fr/3921/l-education-au-developpement-durable-dans-le-cadre-des-enseignement>

2 <https://www.ecologie.gouv.fr/ressources-education-developpement-durable>

3 <https://www.oce.global/fr/ressources>

4 <https://fondation-lamap.org/>

1. Enjeux éducatifs, notions et leviers à mobiliser et à travailler en classe – une vision globale



Éléments « incontournables » (notions, concepts, valeurs, principes) à mobiliser et à travailler en classe : savoirs généraux, **savoir-faire**, **savoir-être**

Figure 1. Clés de voute éducatives climat et biodiversité et éléments « incontournables » (notions, concepts, valeurs, principes) à mobiliser et à travailler en classe : savoirs généraux (gris), savoir-faire (rouge), savoir-être (vert). Ces éléments, et les points de vigilance associés, sont détaillés dans le tableau en Annexe A. La version interactive est aussi disponible sur : <https://view.genially.com/682c500fe8909713cafb6ae2>

En cohérence avec les publications antérieures du GT-10 du CSEN⁵, le cadre européen des compétences en matière de durabilité (GreenComp⁶) et le Partenariat pour une éducation verte (Greening Education Partnership⁷) et les ressources pédagogiques élaborées par la DGESCO⁸, cette publication du CSEN vise à constituer une référence et à apporter des repères utiles aux formateurs et aux équipes enseignantes et éducatives. Bien que mettant l'accent sur les notions et concepts scientifiques, il est destiné à l'ensemble des champs disciplinaires et des contextes d'apprentissages de l'EDD (enseignements disciplinaires, transdisciplinaires, projets éducatifs), et peut concourir à la construction d'une culture commune et à la montée en compétences des équipes.

A. Clés de voute éducatives – intentions des auteurs

La **Figure 1** propose une vue d'ensemble des grands enjeux éducatifs et des notions à construire tout au long de la scolarité dans les registres du changement climatique et de la biodiversité :

- 4 clés de voûte, ou piliers majeurs (figurant sur fond bleu) : des questions de société complexes liées au changement climatique et à la biodiversité, ainsi qu'à l'exercice d'une citoyenneté informée, raisonnée, assumée;
- Au centre de la figure sont mentionnés des « éléments » de nature variée (notions, concepts, valeurs, compétences) travaillés au cours de la scolarité et qui vont permettre de constituer un socle solide d'acquis sur lesquels vont reposer les 4 piliers évoqués précédemment. Certains de ces éléments reposent sur des apprentissages qui se renforcent du cycle 1 à la fin de la scolarité, d'autres ne sont abordés que plus ponctuellement à certains moments de cette scolarité (ainsi certaines approches nécessitent l'apport de disciplines telles que la littérature, la philosophie, l'économie, etc.). L'importance de chacun de ces éléments est explicitée dans le tableau proposé dans l'Annexe A.

Pour chaque élément, ou groupe d'éléments, une description succincte est proposée ainsi que les principaux risques si l'élément n'est pas maîtrisé en fin de scolarité, qui forment autant de points de vigilance pour les équipes éducatives. Les éléments sont organisés en 3 catégories :

- Savoirs – notions/concepts généraux;
- Savoir-faire – lien avec référentiel de compétence scientifique, déclinaison pédagogique, mise en œuvre;
- Savoir-être – compétences sociales et comportementales.

B. Pistes d'utilisation du document

Ce document a vocation à être utilisé du cycle 1 à la fin du lycée, dans des contextes variés :

- **Contexte d'enseignement disciplinaire** : il aide à l'identification des enjeux et des notions et leviers importants lorsqu'il s'agit de concevoir les objectifs et scénarios pédagogiques d'une séance ou d'une séquence d'enseignement; si ce document repère est utilisé tout au long de la scolarité il peut constituer un appui intéressant pour la réflexion pédagogique au service de la progressivité des apprentissages;

5 [Publications du GT 10 du CSEN](#) « climat, biodiversité et développement durable »

6 [Green Comp](#)

7 [Greening Education Partnership - version française](#)

8 [Ressources EDD DGESCO](#) : référentiel de compétences EDD – repères de progression EDD du cycle 1 au lycée – attendus EDD de fin de cycle 4

- **Contexte de travail d'équipe pluridisciplinaire** : outre les intérêts évoqués ci-dessus, ce document repère peut être l'occasion d'échanges entre disciplines concernant notamment des termes, notions, concepts, manipulés dans divers contextes mais parfois dans des acceptions différentes pouvant être source de confusion pour les élèves; il concourt alors à accroître la culture commune et à attirer l'attention sur des points de vigilance particuliers;
- **Contexte de projet éducatif dans l'établissement** : dans le cadre d'un projet réunissant des acteurs éducatifs variés (enseignants, direction, vie scolaire, personnels de restauration, agents de maintenance, de propreté, d'accueil, ou autre, partenaires, ...), il peut là encore permettre d'identifier collectivement les objectifs, enjeux, leviers, etc. sur lesquels l'accent va être mis, tant dans un souci de montée en compétences des équipes et de consolidation d'une culture commune que dans un souci de choix d'activités pertinentes pour les élèves au regard du sujet choisi, du contexte de l'établissement, du niveau scolaire, de ce qui a été déjà réalisé auparavant, etc.
- **Contexte de projet au niveau territorial** : dans le cadre d'un projet en lien direct avec un projet territorial, et réunissant de fait des acteurs éducatifs variés, il peut là encore permettre d'identifier collectivement les objectifs, enjeux, leviers, etc. sur lesquels l'accent va être mis, tant dans un souci de montée en compétences des équipes et de consolidation d'une culture commune que dans un souci de choix d'activités pertinentes pour les élèves au regard du sujet choisi, du contexte de l'établissement, du niveau scolaire, de ce qui a été déjà réalisé auparavant, etc.

Plusieurs modalités d'utilisation de ce document sont envisageables en fonction des besoins des équipes pédagogiques et éducatives. Ainsi, il est possible par exemple d'identifier sur cette figure :

- Les éléments se rapportant plus spécifiquement à chacun des 4 piliers en fonction du sujet, du niveau scolaire et du contexte (projet, enseignement, ...);
- Les éléments qui ont déjà été travaillés au cours de la scolarité précédente et dont il va s'agir de renforcer la maîtrise, mais également ce qui est nouveau pour les élèves, l'objectif étant le choix d'activités le mieux adaptées aux objectifs identifiés;
- Les éléments se rapportant plus spécifiquement à un champ disciplinaire et pour lesquels il est utile d'avoir un partage de compétences entre membres de l'équipe pédagogique.

Nous détaillons dans la suite du document les notions scientifiques plus spécifiques qui se rapportent au climat (partie 2) et à la biodiversité (partie 3) avant de donner des exemples d'utilisation au sein de parcours précis (partie 4).

2. Notions scientifiques relatives au changement climatique

Dans le contexte des 4 clés de voutes et des élément « incontournables » (notions, concepts, valeurs, principes) les notions relatives au climat et au changement climatique sont proposées ici (**Figure 2**) pour offrir une vision globale en lien avec les programmes scolaires du cycle 1 au lycée, à travers trois familles (fondements, climat, actions humaines). Les fondements scientifiques en physique, mathématiques et en SVT sont en *violet*. Les notions plus spécifiques en physique, biologie ou chimie du climat sont présentées en *gris*. Enfin, celles relatives aux actions humaines (français/lettres, histoire-géographie, langues, technologie/STI2D, arts...) et leurs interactions avec le climat sont en *saumon*. Chaque notion ou groupe de notions peut bien sûr être développé par des notions scientifiques plus précises (comme Océan ou Adaptation) et quelques pistes sont données à cet effet. Pour les deux dernières familles de notions, nous proposons deux niveaux (« base » et « pour aller plus loin ») en laissant l'appréciation de la frontière entre les deux aux équipes éducatives. Des exemples d'utilisation sont proposés dans la section 4.

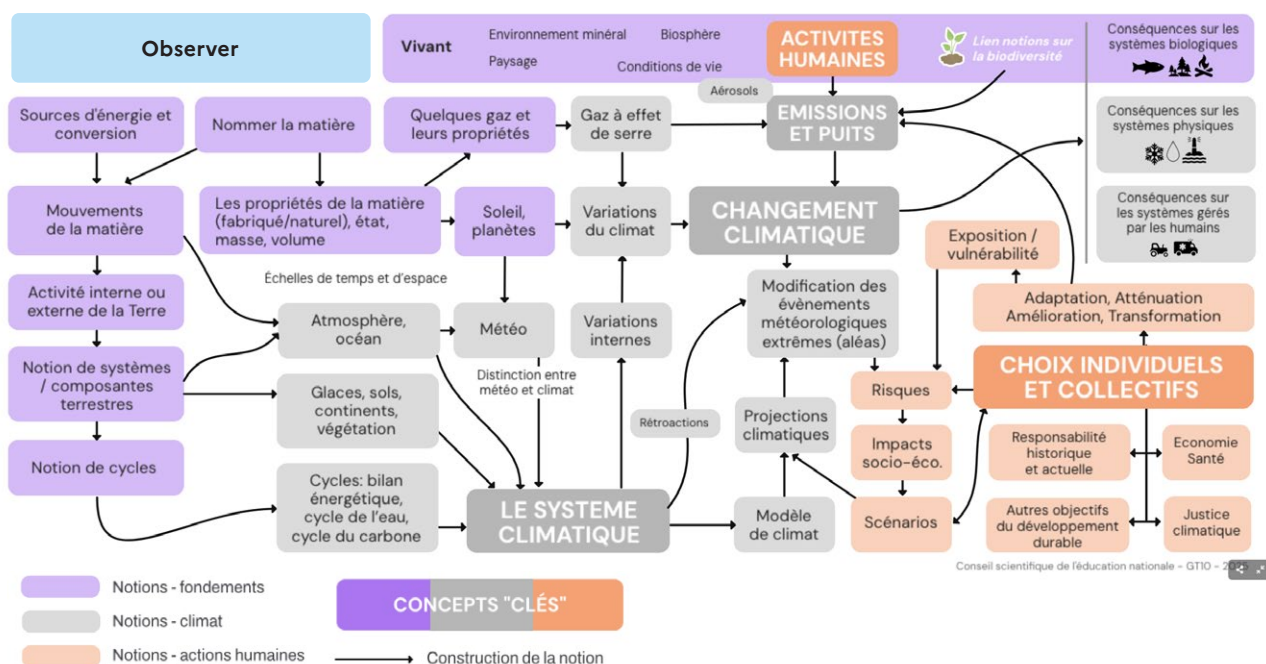


Figure 2. Notions relatives au changement climatique – les flèches correspondent à la construction de la notion. La progression en fonction du niveau des élèves est en Annexe B. Une version interactive est aussi disponible sur <https://view.genially.com/67a072ac3e79fd8db2d2346c>

A. Fondements en physique, maths et en science de la vie et de la Terre (SVT) (zone en violet)

L'observation du monde qui nous entoure peut se faire à travers 3 entrées, liées à l'expérience sensible des élèves : la matière, le vivant, l'énergie.

Apprendre à **nommer la matière** et ses différentes propriétés permet de comprendre la notion de ressources naturelles et de différencier le « fabriqué » du « naturel ». Les conditions de vie d'un lieu (lien avec notions relatives à la biodiversité) dépendent de son environnement minéral et de ses conditions climatiques moyennes. La notion de **paysage** peut aussi être abordée dans ce cadre.

Les **formes d'énergie** (mécanique, chaleur, rayonnement...) et les notions de température, chaleur, puissance, la distinction intensif/extensif vont former un socle mobilisable tout au long de la scolarité pour comprendre les enjeux climatiques. Les conversions entre ces formes permettent de comprendre les mouvements de la matière, la vitesse (et donc les vents atmosphériques, les courants océaniques).

Le **soleil** est la source d'énergie principale du système climatique (rayonnement solaire) et les variations de cette source de chaleur sont responsables de certaines variations du climat (exemple des saisons, des cycles glaciaires/interglaciaires dits « de Milankovitch »...).

La distinction **interne – externe** permet de différencier les notions de géophysique interne (noyau en fusion, croûte terrestre, tectonique des plaques, dérive des continents, éruptions volcaniques) de celles liées aux enveloppes fluides et de surface (cf. ci-dessous).

Cette distinction est l'occasion de commencer à différencier les **échelles de temps et d'espace** et leur **mise en perspective**, notions fondamentales dont la bonne acquisition est nécessaire pour éviter des confusions plus tard dans la scolarité.

L'étape suivante, qui pose les bases de la notion de système climatique, consiste à aborder les notions de système, de composante terrestre puis de cycle. La notion de **cycle** est fondamentale et permet de mobiliser ensemble les notions de flux, de réservoir et d'échelles de temps. Elle sera à la base de la compréhension des cycles de l'énergie, de l'eau et du carbone, et donc de l'influence humaine sur le climat et des mécanismes et constantes de temps associés. Pour les termes scientifiques plus avancés, une consultation du glossaire du CSEN pourra être utile (voir références).

B. Notions liées au système climatique (zone en gris)

B.1 Notions de base

Le **système climatique** est l'assemblage de plusieurs composantes (atmosphère, océan, cryosphère, sols, continents, végétation, chimie atmosphérique, biogéochimie océanique...) à travers des cycles (échanges d'énergie, d'eau, de carbone...) qui mettent en jeu une multitude d'échelles de temps et d'espace.

La notion de **météorologie** (le temps qu'il fait) est une brique fondamentale pour construire la notion de climat (moyenne temporelle de la météo) et de « dynamique » (cela bouge en permanence, à distinguer des « climats » locaux/régionaux).

L'ensemble de ces notions permet ensuite de comprendre les **variations du système climatique**, qui ont deux sources à l'échelle de 1 ou 2 siècles : des sources externes (soleil, volcans, gaz à effet de serre - GES) et des sources internes (liées aux échanges entre les composantes du système climatique, comme le phénomène El Niño).

Enfin la notion de **rétroaction** (positive ou négative) permet de comprendre comment une source de variation est amplifiée ou amortie (par exemple l'amplification polaire via la rétroaction positive glace – albédo (la fraction d'énergie réfléchie) – rayonnement ou le rôle de la vapeur d'eau comme GES). Une variation « de longue durée » du climat devient un « changement du climat » (là encore la notion d'échelle de temps est fondamentale).

Le changement climatique est un changement rapide (une vie humaine) et de longue durée du climat (plusieurs siècles) dû aux rejets de GES liés à l'activité humaine, en particulier depuis la révolution industrielle (émissions de CO₂ liées à la combustion des énergies fossiles – charbon, pétrole, gaz).

B.2 Pour aller plus loin, quelques méconceptions et points de vigilance

Plus de détails sur certaines de ces notions sont disponibles dans le Glossaire climat et biodiversité du CSEN (voir page 32).

Climats du passé. Le climat varie à de nombreuses échelles de temps. Au-delà de l'échelle de 1 ou 2 siècles, d'autres sources de variation entrent en jeu, comme les paramètres de l'orbite de la Terre autour du soleil ou l'océan profond. Bien les distinguer les sources responsables des variations actuelles (1-2 siècles) des celles mise en jeu dans le passé plus lointain (milliers à millions d'années - paléoclimats) évitera les confusions (**Figure 3**).

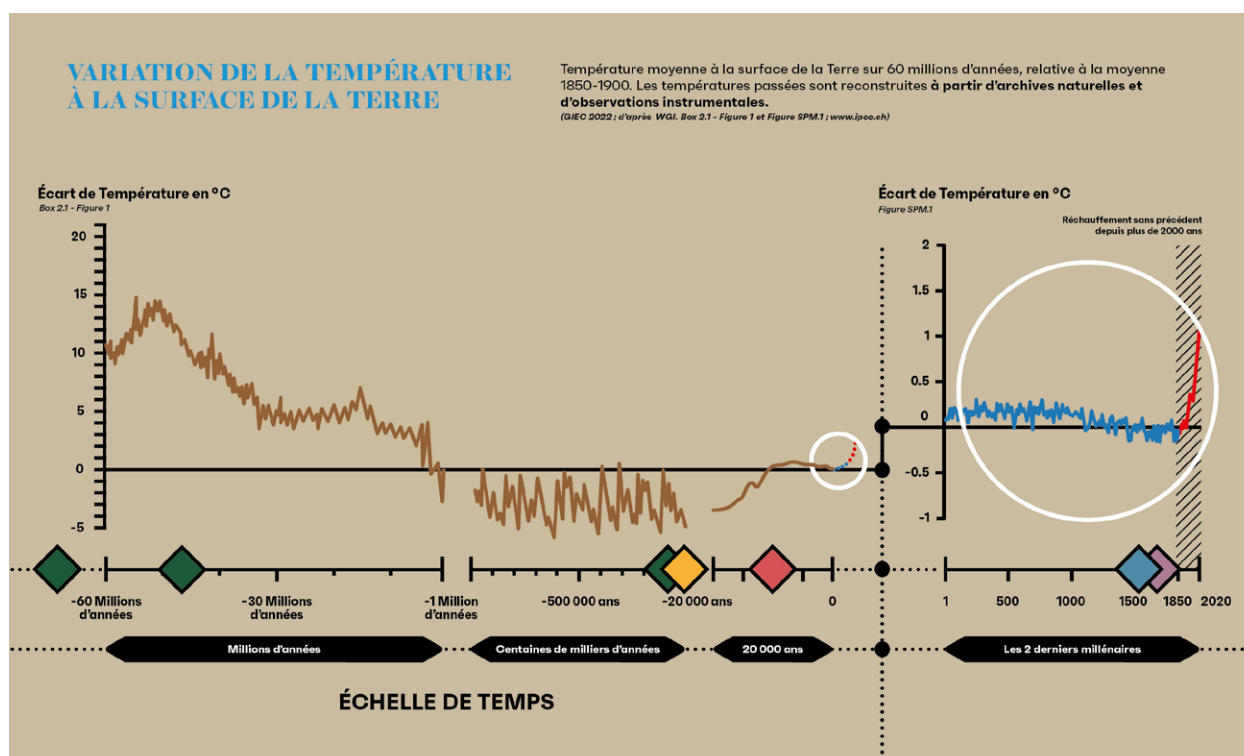


Figure 3. Les variations de la température de la Terre à différentes échelles de temps, qui permettent de distinguer les variations du passé lointain (millions ou centaines de milliers d'années) et celles du passé récent (deux derniers millénaires et derniers 150 ans). Source : La tournée du climat et de la biodiversité – visite virtuelle sur <https://www.v36.fr/visite-virtuelle/240126-ExpositionClimatBiodiversite/>

Statistiques, significativité, attribution. Une bonne maîtrise des notions de base en statistiques est essentielle pour :

- Ne pas confondre un événement et une moyenne (sur-attribuer un événement au changement climatique) ;
- Ne pas confondre les caractéristiques d'un événement et les caractéristiques d'un ensemble d'événements, comme la fréquence ou le temps de retour ;
- Bien caractériser les événements extrêmes en prenant correctement en compte la notion d'anomalie (écart à la moyenne calculée sur une période de référence, par exemple 30 ans) ;
- Bien maîtriser la notion de corrélation spatiale ;
- Ne pas attribuer trop de confiance dans une donnée issue d'observation (biais de généralisation).

Observations. Comprendre leurs limites, la source des erreurs et comment sont reconstruites les variables climatiques à partir des données observées⁹.

Mauvaise attribution des causes. Quelques erreurs classiques :

- L'effet de serre attribué au trou d'ozone plutôt qu'aux gaz à effet de serre (CO₂, méthane...);
- La notion de rétroaction et celle d'effet direct (par exemple pour les nuages) ;
- La notion de point de bascule, terme vague qui peut avoir une réalité au niveau local (pour un massif de corail ou une forêt) mais qui n'en a pas au niveau global ;
- Confusion météorologie et climat ;
- Notion de climat « géographique » et de climat « physique et dynamique ».

⁹ <https://meteofrance.com/comprendre-climat/etudier-climat-passe/traiter-et-mettre-disposition-les-donnees-climatiques-anciennes>

C. Notions autour des interactions sociétés humaines-biosphère-climat (zone en saumon)

C.1 Notions de base

La notion première est que **les sociétés humaines, depuis la révolution industrielle pour le climat et bien avant pour la biodiversité (disparition des gros mammifères en Océanie) ont un impact significatif sur le climat (changement climatique) et le vivant (perte de biodiversité)** et sont elles-mêmes impactées par ces changements. Le changement climatique entraîne des impacts (conséquences, la plupart du temps négatives) sur les systèmes physiques, les systèmes biologiques et les sociétés humaines. Le principal impact se fait à travers la modification de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (sécheresse, inondations, tempêtes, vagues de chaleur marines...). Cela augmente donc le risque pour les sociétés humaines. Le risque dépend lui-même de l'aléa (l'occurrence d'un événement extrême), et de l'exposition (sous la menace de l'aléa) et de la vulnérabilité (degré de protection face à la menace) des populations confrontées à l'aléa.

Les **projections climatiques**, qui sont une forme de prospective mais pas la seule (récits, cultures, façons d'habiter le monde), sont basées sur des scénarios sociaux économiques (qui reflètent différents choix de société) et utilisent des modèles informatiques de climat pour explorer les différents futurs possibles et les modifications des aléas potentiels en fonction de ces choix. Ces modèles utilisent des algorithmes très complexes et nécessitent une puissance de calcul élevée.

Il existe plusieurs leviers pour réduire les risques pour les sociétés humaines lié au changement climatique :

- L'atténuation (réduire les émissions de GES au niveau global), pour ne pas augmenter la fréquence et l'intensité des aléas;
- L'adaptation, pour limiter l'exposition ou la vulnérabilité. Les choix de société associés (le choix politique, issu du vote en démocratie, les choix individuels, etc.) dépendent eux-mêmes de nombreux autres facteurs comme la justice climatique, les autres objectifs du développement durable (ODD), l'économie, la santé ou encore les responsabilités historiques et actuelles de pays et acteurs;
- Ainsi que l'amélioration ou la transformation qui peuvent se combiner pour agir sur les deux premiers leviers.

C.2 Pour aller plus loin, quelques méconceptions et points de vigilance

Prévision et projection. Ces deux termes sont souvent confondus, ce qui a des conséquences sur la capacité à se projeter dans l'avenir et sur celle à élaborer des scénarios, et sur le développement de l'éco-anxiété. La prévision est *déterministe* (modulo les incertitudes liées au chaos) alors que la projection *dépend d'un scénario*. Bien maîtriser ces notions va permettre de ne pas confondre :

- Le rôle des conditions initiales et le rôle du forçage externe (distinction associée à la notion de chaos);
- La prévision météo, la prévision saisonnière et la projection climatique (échelle de temps et rôle des scénarios);
- Les sources d'incertitude (ou de degré de certitude) des projections (scénario lié au choix de société, variabilité interne liée au chaos et limites des modèles informatiques de projection). L'importance relative de ces sources d'incertitude dépend de l'échéance temporelle (20 ans ou siècle) et de la variable considérées (par exemple température ou précipitations).

Les registres des savoirs. La confusion des registres des savoirs est un écueil classique. Voici des registres à bien distinguer à la fin de la scolarité (voir aussi les encadrés du Glossaire du CSEN) :

- Les faits mesurables (hausse de la température, modification du régime des précipitations, fonte de la cryosphère, hausse du niveau de la mer, etc.);
- Une théorie scientifique et sa construction, liens avec les faits;
- Les consensus scientifiques (travaux du GIEC : attribution anthropique du CC, lien CO₂, température...);
- Les hypothèses de compréhension du monde par les scientifiques qui ne font pas consensus (anthropocène, limites planétaires, habitabilité, etc. – voir définitions et statut scientifique dans glossaire du CSEN);
- Les politiques institutionnelles (ODD, plan climat, Transition Écologique, Sobriété économie verte/circulaire...);
- Les perceptions/actions/réactions humaines (mouvements sociaux, réponses possibles, les communs, le *buen vivir*, etc.);
- Les opinions, les récits, les visions du monde, les postures;
- Les savoirs empiriques (locaux/autochtones).

Vision systémique. Une vision systémique du défi climatique doit mettre en avant les multiples facteurs qui le constituent :

- Les facteurs biogéochimiques du climat (par exemple les émissions de GES);
- Les facteurs liés à l'organisation des sociétés humaines;
- Les inégalités et la part de chacun dans le changement climatique, dont la responsabilité historique;
- Les grandes controverses sociétales et économiques (association du PIB et de la croissance comme indicateur bien être dans un pays, etc.).

Actions face au changement. Pour bien comprendre les leviers d'action face à la crise climatique, il faut éviter les écueils suivants :

- Mauvaise compréhension des différences d'impact entre des actions pour limiter le changement climatique par rapport à celles pour réduire la pollution (complexité des impacts);
- Confusion sur l'impact d'une augmentation du taux de CO₂ dans l'air (dans une classe par rapport à l'atmosphère globale par exemple);
- Absence de distinction entre les pratiques amélioratrices adaptatives (e.g. éco-gestes) et les pratiques plus transformatrices (choix de société). Là encore c'est l'attention à l'échelle considérée qui doit être soulignée (échelle spatiale et échelle temporelle);
- Vision étroite des possibles par exemple issue de la non prise en compte (ou prise en compte partielle) de la dimension systémique (cf. vision systémique ci-dessus).

3. Notions scientifiques relatives à la biodiversité

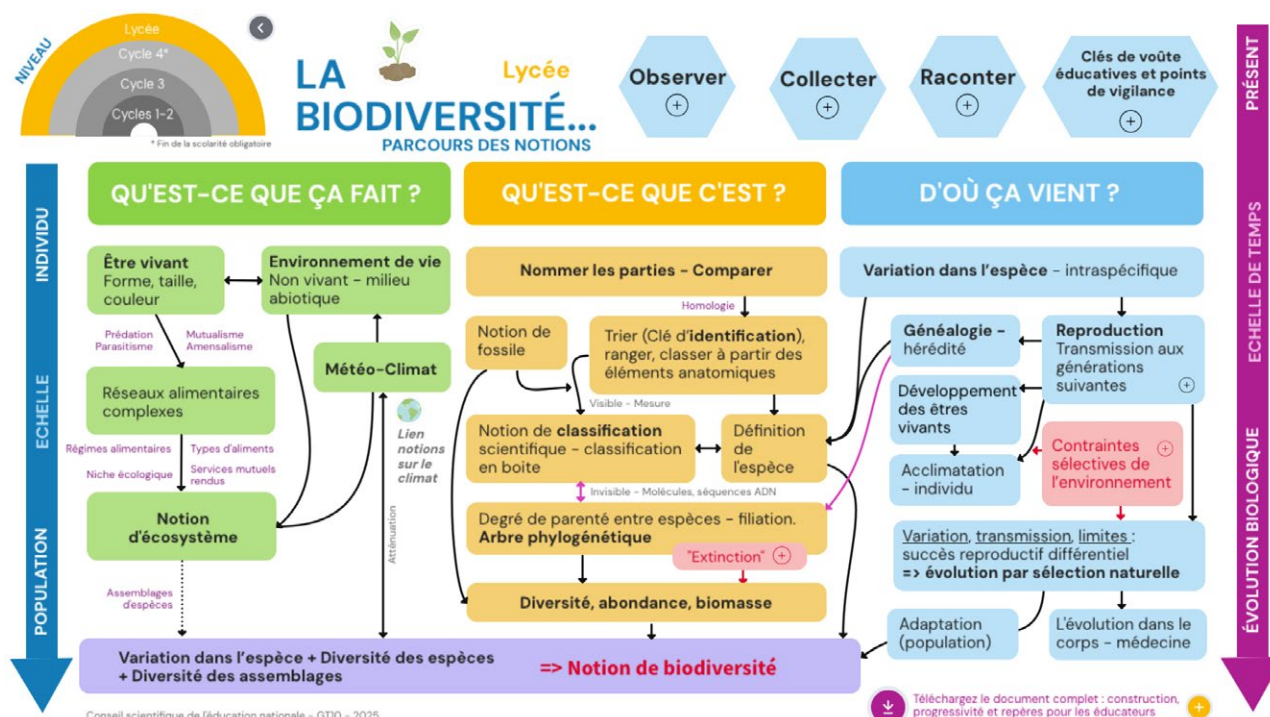


Figure 4. Notions relatives à la biodiversité – les flèches correspondent à la construction de la notion. Les étoiles renvoient à des ressources spécifiques listées en Annexe E. La progression en fonction du niveau des élèves est en Annexe C. Une version interactive est aussi disponible sur <https://view.genially.com/679b32eb6504--3b72c1bf07a9>

A. Distinction entre « qu'est-ce que c'est ? » et « qu'est-ce que ça fait ? »

En langage sophistiqué : Distinction entre les régimes explicatifs structuralistes et les régimes explicatifs fonctionnalistes

L'un des enjeux de l'approche scientifique du vivant, depuis les origines de la biologie, réside dans une distinction claire entre l'explication par les fonctions et les mécanismes d'une part, et l'explication par les structures et les origines d'autre part. On retrouve cette dichotomie jusqu'à la controverse à l'Académie des sciences en 1830 entre deux grands anatomistes du début du XIX^e siècle, à savoir Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire le structuraliste (qui invente l'homologie) et Georges Cuvier le fonctionnaliste (et sa « loi » de corrélation fonctionnelle des organes). Encore aujourd'hui, la pédagogie d'une observation du vivant par des élèves de l'école élémentaire est freinée par un vocabulaire scientifique insuffisamment épuré : certains organes sont nommés par la zoologie en vertu de leur fonction (patte, aile, nageoire) tandis que d'autres organes sont nommés en vertu de leur structure (radius, dentaire, vertèbre), ce qui crée de sérieuses incohérences. Autre exemple, la révolution du XX^e siècle en science des classifications a précisément consisté à clarifier les raisons que nous avons de classer le vivant. Elle a consisté à abandonner le programme classificatoire mixte, dit « éclectique » de la théorie synthétique de l'évolution, qui mélangeait mécanismes et structures, pour un programme explicitement axé sur les origines, selon le souhait qu'avait clairement formulé Charles Darwin, endossé et rendu opérationnel par la classification phylogénétique.

Aujourd'hui, dans les médias et les discours politiques, la confusion règne, avec l'entrelacs des notions de biodiversité et d'écosystème. Les ministères s'imaginent qu'il suffit de mettre le préfixe

«éco-» devant un mot pour que celui-ci parle du vivant. La biodiversité en devient une valeur parce qu'elle rend «des services écosystémiques». L'écologie scientifique a le vent en poupe; elle kidnappe le terme de biodiversité en le vidant de son sens, précisément parce qu'il devient un fourre-tout¹⁰. La division du tableau en trois colonnes vise à clairement poser trois grandes approches du monde vivant, toutes légitimes :

- **Qu'est-ce que ça fait?** (régime explicatif fonctionnaliste, qui mobilise des relations, des liens, des mécanismes, des causes et des effets). Ce sont les sciences prioritairement centrées sur les causes proximales : écologie, physiologie, anatomie fonctionnelle, génétique moléculaire, sciences médicales, et hors du vivant, par exemple la géophysique, etc.
- **Qu'est-ce que c'est?** (régime structuraliste) : anatomie comparée, embryologie descriptive, taxonomie, systématique, biochimie structurale, et hors du vivant, stratigraphie, minéralogie, etc.
- **D'où ça vient?** (régime historique) : sciences des causes distales, qui dépassent le temps de l'organisme : biologie évolutionnaire, génétique des populations, phylogénie, taphonomie (la science qui étudie les conditions de l'enfouissement des organismes et de leur fossilisation), et hors du vivant, la géologie, etc.

On visera ainsi à ne pas confondre écosystème et biodiversité. L'écosystème est un système de relations variées, la biodiversité est un système de caractérisations, depuis les individus et leur variété jusqu'aux assemblages d'espèces. Ainsi, la biodiversité n'est pas réduite à des services écosystémiques et peut être valorisée pour elle-même, c'est-à-dire pour la quantité d'histoire qu'elle contient, et le potentiel de variation qu'elle recèle (c'est-à-dire son potentiel évolutionnaire). Ce n'est pas anodin : par exemple, un article paru dans *Science* en janvier 2019 a estimé qu'une cohorte de 44 apoïdes (super-famille des abeilles et des bourdons) pollinisateurs des pommiers perd 230 millions d'années d'histoire cumulée lorsqu'il est situé à proximité d'un champ de monoculture intensive mobilisant des insecticides. Mais surtout, l'article conclut que le temps phylogénétique cumulé (ce qu'on appelle la «phylodiversité») explique mieux les scores de pollinisation que les abondances, ce qui a créé la surprise.

L'enjeu est, en outre, de clarifier le plus possible auprès de jeunes enfants les raisons que nous avons de classer. Si l'on mélange les trois approches citées plus haut dans une seule et même classification, celle-ci devient molle parce qu'elle parle de tout, et donc en réalité elle ne parle de rien précisément. Pire, elle produit des catégories auxquelles on fait dire ce qu'elles ne disent pas, première étape de l'erreur sémantique, de l'erreur conceptuelle, et à terme, de l'erreur scientifique (nous l'avons démontré en 2007 sur la nomenclature des enzymes, par exemple). Par exemple, le terme d'algue est absurde dans une classification phylogénétique moderne. En effet, c'est un concept fonctionnaliste. Symétriquement, les insectes apoïdes sont insuffisants à décrire la fonction de pollinisation dans une prairie puisqu'il existe d'autres pollinisateurs (par exemple des diptères) non embrassés par le groupe monophylétique des apoïdes.

Points de vigilance

D'une manière générale, il existe un nombre important d'obstacles épistémologiques sur la biologie, dont plusieurs peuvent se dresser face à la compréhension de la biodiversité et de son évolution. Nous en donnerons ici une liste non exhaustive (dont six obstacles ont été identifiés par Astolfi) :

- Le primat du perçu sur le conçu – la biodiversité est difficilement perceptible par nos sens;
- La pensée catégorielle qui se construit sur des oppositions binaires;
- La conception fixiste des espèces;
- L'excès de valorisation ou la dépréciation de la fonction négative (difficilement acceptée par l'esprit humain) – par exemple la disparition des espèces;

¹⁰ Le Guyader, Hervé, «La biodiversité : un concept flou ou une réalité scientifique?», *Courrier de l'environnement de l'INRA* 55 (2008), pp. 7-26.

- Le vivant réduit à une entité mécanique ou fabriquée;
- Des difficultés d'appréhension du transformisme généralisé (auquel s'oppose le réalisme de l'espèce), du temps long irréversible, et de l'adaptation lente au milieu;
- Le raisonnement linéaire causal et la causalité intentionnelle plaçant l'homme au centre de l'univers, et son corollaire : le refus du hasard.

Les compétences en matière d'identification des espèces apparaissent comme une condition préalable à la compréhension de la biodiversité. Or les connaissances du monde vivant chez les élèves ou les enseignants relèvent d'une « amnésie générationnelle environnementale ». Cette méconnaissance de la biodiversité locale est symptomatique de la coupure avec l'environnement immédiat, de « l'extinction de l'expérience de nature ». Une « naïveté en matière de biodiversité » qui se manifeste également par une antipathie à l'égard de l'apprentissage et/ou de l'appréciation de certains groupes taxonomiques d'importance critique, en particulier pour la faune et la flore « non charismatiques », c'est-à-dire tous les êtres vivants qui ne sont pas des vertébrés. Plus problématique, il arrive plus souvent qu'on ne le croit que les plantes ne soient pas perçues et comprises comme des êtres vivants.

Les méconceptions associées consistent à confondre biodiversité avec écosystème, réduire la biodiversité au nombre d'espèces sur terre, utiliser le mot race au lieu de celui d'espèce, penser que la biodiversité est seulement à la campagne, confondre mouvement et vivant, réduire le vivant aux plantes et animaux, réduire les animaux aux vertébrés, penser que les graines ne sont pas des plantes, qu'il n'y a pas de fécondation chez les végétaux, méconnaître les espèces marines, être dégoûté par certains organismes, et la liste n'est ici pas exhaustive. Il faut ajouter à celle-ci la fréquente incompréhension du concept d'espèce du côté des élèves comme de celui des adultes.

B. Qu'est-ce que ça fait ? (zone verte)

B.1 Réseaux écosystémiques

L'écosystème est constitué d'au moins trois types de relations :

- Les relations trophiques
- La relation de parasitisme
- La relation mutualiste

C'est sans doute trivial, mais l'image d'Épinal de la « chaîne alimentaire » est insuffisante pour deux raisons : premièrement, il ne s'agit pas d'une chaîne mais d'un réseau, et deuxièmement, cette vision des relations entre vivants est trop réductrice. Il faut insister sur les services mutuellement rendus, surtout si on projette de promouvoir des comportements humains respectueux de la biodiversité. Le merle rend service au cerisier en disséminant ses graines, et le cerisier rend service au merle en le nourrissant de la partie charnue de la cerise. Les exemples abondent.

B.2 Écosystème-milieu abiotique

On oublie trop souvent que l'écosystème est aussi un système de relations entre êtres vivants et milieu abiotique (c'est-à-dire qui inclut ce qui n'est pas vivant). C'est là que l'interface avec le climat intervient. Il est important que l'entrelacs des influences entre biosphère et géosphère trouve ses exemples le plus vite possible dans le cursus, ainsi que l'influence mutuelle climat-biodiversité. La biodiversité joue un rôle dans l'atténuation des effets du changement climatique, et cette influence en retour est souvent oubliée, malgré le fait qu'elle constitue l'une des bonnes raisons de préserver la biodiversité. En outre, le système biosphère-milieu abiotique est en perpétuel évolution, dans une dynamique qui se trouve perturbée par les activités humaines. À ce sujet, l'IPBES (l'équivalent du

GIEC pour la biodiversité) a classé en 2019 le changement d'usage des territoires comme la première cause de menaces sur la biodiversité, changement qui se traduit par une artificialisation et une destruction des milieux naturels. Cela inclut surtout la construction d'infrastructures (routes, voies ferrées, clôtures) et l'emprise agricole. Il en résulte une fragmentation des milieux principalement néfaste aux espèces terrestres de grande taille, et surtout les espèces migratrices. En effet, à différentes échelles selon les espèces, les animaux ont besoin de changer de place pour trouver de la ressource alimentaire ou des partenaires sexuels. Pour limiter ces impacts, l'aménagement du territoire a prévu des ponts animaliers par-dessus les autoroutes, ou des passages pour les amphibiens. Une autre menace importante identifiée par l'IPBES est la pollution (classée en quatrième position) résultant des activités humaines et du régime économique qui les accompagne. Cette pollution peut être particulière (micro-plastiques généralisés, particules fines variées), chimique (pesticides), sonore (bruit de jour comme de nuit, sur terre comme sous la mer), lumineuse (pour les espèces nocturnes).

C. Qu'est-ce que c'est ? (zone orange)

C.1 Distinguer, trier, ranger, classer

C'est capital pour structurer la relation entre les concepts, les mots et la variété des objets, et éviter les concepts trompeurs sur le plan scientifique. La distinction claire entre le tri et la classification permet par exemple d'éviter les absurdités que sont les concepts privatifs du type « invertébrés », « agnathes » ou « achondrites », à l'image des concepts de « banlieue », « province », « extra-terrestres » ou « sans-papiers ». Les concepts privatifs sont des outils de domination.

En effet, la façon dont on classe, trie, ordonne de façon systématique a des conséquences épistémologiques, politiques et éthiques. C'est pourquoi la « raison que nous avons de classer » doit être explicite ; l'intention du classificateur, même scientifique, doit être mentionnée. Elle permet en outre de rappeler, contre tout essentialisme, que c'est l'humain qui classe.

La pensée dualiste qui classe en divisions binaires est un obstacle à la construction des apprentissages de la biodiversité. Si l'éducation moderne a pour finalité l'émancipation, cette émancipation doit être dissociée de la domination sans limite de la nature en la liant avec la responsabilité envers la nature.

À partir d'un examen des programmes école et collège de 2015, Fortin distingue d'un côté le vivant humain pouvant être « hygiénisé, médicalisé, biotechnologisé, biologisé, responsabilisé, normalisé », et de l'autre, le vivant non humain, « domestiqué, industrialisé, biotechnologisé protégé, géré ». Pour elle, le concept de biosphère et les questions de bioéthique sont des points aveugles de ces programmes. Le rapport au vivant y relève d'un « utilitarisme raisonné ». La protection de la biodiversité, se décline en quatre modalités de l'anthropocentrisme – méthodologique, environnemental, hygiéniste et biotechnologique – qui rend difficile la mise en place d'une pensée critique permettant « de penser des modalités éducatives de décentration de l'humain qui ouvriraient de nouvelles perspectives d'altérité dans nos relations aux autres vivants non humains ».

Les humanités environnementales questionnent l'idée de nature, sa place et les défis qu'elle adresse aux sociétés humaines : interdépendance, intégration de la biodiversité dans l'espace urbain, droits de la nature indépendants des intérêts humains. Les écophilosophes développent des approches philosophique et éthique rendant le vivant moins étranger. Les théories du « care » mettent en avant une connexion de l'humain aux autres formes du vivant, et valorisent l'attention et le souci des autres. Elles transforment notre rapport à la nature par une prise de conscience de notre interdépendance et notre vulnérabilité commune. Elles prennent en compte le fait que nous faisons partie de la nature et « sommes à la fois responsables et agents de transformation ». Cette reconnaissance de notre connexion et d'interdépendance de nous-mêmes et des autres dans les systèmes naturels, ainsi que la responsabilité de maintenir la vie sur terre pas toujours perçue par des enseignants scientifiques qui pointent seulement les relations et la préservation.

C.2 Notion d'espèce

Enseigner le nominalisme scientifique sans le dire, c'est couper à la racine les effets pervers de l'essentialisme philosophique rampant dans nos cultures. Cela a des répercussions considérables pour lutter contre les prétentions du créationnisme, mais peut servir de socle pour lutter également contre le sexisme et le racisme, dont les réductions procèdent précisément de l'essentialisation de différences à but dépréciatif. Les catégories essentialisées sont des outils de domination.

Enseigner une définition correcte de l'espèce, dans la diachronie, non seulement ancre la biologie dans l'histoire du vivant, mais permet aussi de lutter contre l'espèce comme essence, le réalisme de l'espèce véhiculé par la définition dite « biologique » de l'espèce, coincée dans le présent, réalisme dans lequel la théorie de l'évolution ne peut pas être cohérente.

L'observation approfondie des variations au sein d'une espèce, en lien avec un questionnement sur l'adaptation à des milieux, permet de comprendre le concept d'évolution. Les jeunes enfants font face à la variation biologique sans le savoir (dans une portée de chatons, tous n'ont pas la même couleur de pelage); ils possèdent des notions sur l'hérédité et des intuitions fortes sur les caractéristiques des êtres vivants, ce qui constitue une base pour construire ces connaissances. Celles-ci permettent d'aborder très tôt le mécanisme de la sélection naturelle (au niveau de la microévolution, à partir de l'observation de la biodiversité) et peuvent favoriser une compréhension des fondements de la théorie de l'évolution, pour ensuite approfondir dans les classes supérieures. Dans l'enseignement de la filiation entre êtres vivants actuels et passés, cette démarche présente des propriétés heuristique et créative : elle permet de dépasser la conception fixiste des espèces et d'accéder à une vision de transformation continue au cours du temps des populations grâce à leur potentiel de variabilité.

C.3 Distinction généalogie-phylogénie

La compréhension du vivant passe par l'idée incontournable que les êtres vivants sont apparentés entre eux. Le fameux « arbre du vivant » est une notion abstraite, mais qui nous replace dans la nature : les autres êtres vivants sont nos cousins plus ou moins éloignés. En outre, cet « arbre » est un levier pour approcher la théorie générale de la biologie, de la paléontologie et de l'anthropologie, à savoir la théorie de l'évolution. Sans laquelle nous ne comprenons que la moitié de ce qu'il y a à comprendre dans le vivant (le premier des trois régimes mentionnés plus haut). L'enjeu de cette distinction est de comprendre que ce n'est pas parce que les ancêtres généalogiques ont disparu (la généalogie n'est pas accessible) que la reconstitution des degrés de cousinage est impossible. Ce qu'on appelle la phylogénie intervient précisément au moment où on n'a plus les ancêtres : on est obligés de changer le type de question posée, en délaissant le « qui descend de qui » pour s'adresser au « qui est plus proche de qui ».

C.4 Les trois niveaux de la biodiversité

Ils rappellent que le terme de biodiversité a précisément été inventé pour tenir compte de trois niveaux de diversité à décrire et à estimer. Une espèce d'insecte renferme beaucoup moins de diversité biologique qu'une espèce de plante : compter les espèces ne suffit pas. En outre, trois kilomètres carrés de prairie contenant 500 espèces sont moins biodiverses que trois kilomètres carrés de prairie à 250 espèces contenant une mare à 250 espèces.

C.5 Se familiariser avec les extinctions

Il est capital de lutter contre la notion d'immortalité et d'entraîner les élèves à la finitude du monde et des espèces. C'est une éducation à la finitude de certaines ressources, nécessaire à terme pour lutter contre les comportements consuméristes. En outre, c'est se confronter aux réalités du monde matériel, en jouant avec les échelles de temps. Dans 300 000 ans nous aurons disparu, dans 1,5

milliards d'années la Terre sera inhabitable pour tout vivant, et elle disparaîtra dans le soleil un milliard d'années plus tard. Savoir jouer avec le temps économique, le temps humain, le temps biologique, le temps archéologique, le temps paléontologique et le temps astronomique permet de mieux situer nos responsabilités. Ce n'est pas parce que la biodiversité redeviendra foisonnante dans un ou deux millions d'années qu'il faut se désintéresser de celle qu'on va laisser à nos petits-enfants (échelle du siècle). Tout vivant est unique, tout vivant évolue et s'éteint, contre les prétentions transhumanistes.

Les méconceptions associées proviennent d'un consumérisme inconscient qui table sur un monde (et un confort) sans limites, et donc favorise le laisser-faire (puisque la biodiversité reviendra).

D. D'où ça vient ? (zone bleue)

D.1 Variation

L'approche de la variation dans l'espèce est capitale pour appréhender le «carburant» de l'évolution, pour lutter contre l'essentialisme, pour asseoir le caractère conventionnel de nos catégories scientifiques : ce qui compte c'est que leur intention soit explicite et qu'elles soient cohérentes. Sans la variation comme fait premier, on ne peut pas comprendre la sélection naturelle. Le génie de Darwin, c'est d'avoir compris que le rôle de la sélection est d'expliquer pourquoi la moyenne des formes se conserve alors que la variation est permanente. En deux mots : pourquoi ça ne change pas alors que ça change tout le temps ? L'élagage sélectif produit à court terme le maintien d'un phénotype sur lequel je pose une étiquette pour les besoins de mon langage : c'est l'origine de l'espèce (comme convention langagière), comme c'est écrit dans le titre du livre. Darwin permet donc une origine naturelle de la ressemblance malgré l'altération permanente des vivants, là où précédemment l'idéalisme platonicien et la Création divine (remplacée au XX^e siècle par le «programme génétique») rendaient compte de la ressemblance. La sélection naturelle vue comme une source de régularités de court terme (et pas seulement une source de changements) permet progressivement de la faire entrer en médecine (enfin !), par exemple dans les thérapies actuelles contre le cancer. Rappelons simplement que dans le sous-titre du maître-livre de Darwin, on parle de «préservation», et non d'évolution ni de transformation : il s'agit bien de traiter de l'origine naturelle de la ressemblance (fait second) malgré la variation permanente, fait premier.

En outre, la sélection naturelle est capitale pour expliquer l'adaptation. Il existe souvent dans les esprits une confusion d'échelle entre l'acclimatation, qui relève de l'individu, et l'adaptation, qui relève de la population et qui implique de nombreuses morts. On ne comprend ni la biologie ni l'épidémiologie si on persiste à confondre les deux niveaux, confusion qui relève du lamarckisme. Ce dernier est une pensée qui comprend la transformation des espèces comme le fruit des efforts réalisés par les individus. Dans le lamarckisme, la variation des êtres vivants apparaît selon leurs besoins. Toutes les enquêtes montrent que les français sont en majorité «pour» l'évolution, mais qu'ils projettent dessus, pour la plupart, un processus lamarckien de changement.

Les méconceptions associées à la sélection naturelle sont nombreuses, citons-en quelques-unes : la sélection naturelle est la loi du plus fort, elle produit des perfections adaptatives et fonctionnelles («la nature est bien faite»), l'idée d'une évolution qui a lieu «pour» acquérir telle ou telle caractéristique en réaction à une pression, l'idée selon laquelle l'évolution c'est l'amélioration progressive des êtres vivants... Ajoutons à cela une représentation négative des mutations (les mutations, c'est toujours mauvais); la sélection naturelle est le seul moteur de l'évolution (la dérive est pourtant un phénomène majeur), l'être humain n'est plus concerné par l'évolution.

D.2 Une transmission variée

Il est capital de sortir d'une biologie génocentrée qui fut celle de la seconde moitié du XX^e siècle. On transmet à la génération suivante beaucoup plus que des gènes : des cytoplasmes, un microbiote, des comportements acquis par mimique, une niche construite par les générations antérieures, etc. Il n'y a pas que la reproduction sexuée qui réalise la transmission. Même le développement embryonnaire n'est plus vu comme le déploiement d'un programme, mais comme une construction dans laquelle une forme de « liberté » phénotypique donne lieu à des régularités qui ne s'expliquent pas nécessairement par l'action d'un ou de quelques gènes, mais aussi à des accidents mieux expliqués que sous le régime caduc du « programme ». L'accidentalisme (déjà présent à la fin du XVII^e siècle) reprend le dessus sur le préformationnisme (déjà présent, lui aussi, à la fin du XVIII^e siècle) du « programme ».

E. La logique des successions, construction des concepts (flèches sur la Figure 4)

- On ne comprend pas l'évolution biologique à l'œuvre dans un développement embryonnaire ou dans une tumeur cancéreuse sans comprendre la sélection naturelle (entre cellules).
- On ne comprend pas la sélection naturelle si on n'a pas abordé la variation, la prolifération du vivant, les diverses modalités de la transmission, des contraintes qui s'imposent aux organismes.
- On ne comprend pas l'adaptation sans la notion de sélection naturelle ; et on ne comprend ni l'une ni l'autre sans une approche populationnelle du vivant.
- On ne comprend pas l'évolution si on n'a pas (1) la notion de filiation entre espèces (phylogénie) et (2) un processus d'adaptation du vivant.
- On ne comprend pas l'antibiorésistance ou une pandémie si on ne comprend pas la variation (notamment celle de l'agent infectieux), et plus globalement si on n'a pas l'évolution.
- On ne comprend pas la biodiversité si on n'a pas appréhendé la variation dans l'espèce.
- On ne comprend pas l'espèce sans la généalogie et sans une approche populationnelle du vivant.
- On ne comprend pas la classification sans mobiliser explicitement sa différence avec le tri et les clés d'identification.
- On ne comprend pas la classification sans mobiliser, implicitement ou explicitement, la notion d'homologie.
- Si on dispose de l'évolution, on ne comprend pas la classification phylogénétique sans la notion de phylogénie.
- On ne comprend pas l'écosystème sans appréhender une diversité d'interactions entre vivants (prédation, parasitisme, mutualisme, symbiose obligatoire, commensalisme, amensalisme, etc.).
- On ne comprend pas l'écosystème sans appréhender les dépendances avec le milieu abiotique, climat inclus.
- On ne comprend pas l'environnement si on n'aborde pas ces dépendances entre biodiversité, milieu abiotique et climat.
- On ne comprend pas l'écosystème sans appréhender les niches écologiques.
- On ne comprend pas les extinctions sans la notion d'adaptation et l'approche populationnelle du vivant (taille des populations, temps de génération, notamment).
- On ne comprend pas les enjeux de la préservation de la biodiversité et ceux du changement climatique sans maîtriser les échelles de temps.

4. Exemples d'utilisation des cartes de notions et de parcours

Exemple 1 : « La construction progressive de la notion de système climatique : une éducation scientifique et une éducation au complexe »

1. Pour l'enseignant : les notions essentielles à s'approprier

Points clés

- Organisation du système climatique – enveloppes terrestres et interfaces
 - les enveloppes terrestres – hydrosphère/atmosphère/biosphère/surfaces continentales
 - des interfaces entre les composantes
 - différentes échelles de temps et d'espace à considérer
- Dynamique du système climatique
 - échanges aux interfaces, selon les lois physico/chimiques/biologiques (échange de chaleur, évaporation, etc.)
 - notion de flux et de compartiments
- Stabilité du système climatique – importance des rétroactions – résilience du système
 - un équilibre dynamique
 - les rétroactions
- Variations du système climatique
 - sources de variation externes (soleil, volcanismes, gaz à effet de serre)
 - sources de variations internes (échanges océan – atmosphère)

Documents utiles

— [Glossaire](#) à l'usage des équipes éducatives et des éco-délégués - CSEN



système climatique – océan et océans – modèle climatique
– interaction/rétroaction climatique – équilibre dynamique
– effet de serre – échelles de temps – cycles/flux/réservoirs/
stocks – changement climatique

— Éléments incontournables – CSEN (Figure 1 et tableau Annexe A)

Interactions, rétroactions, système dynamique	Un système complexe (climat, biodiversité) est constitué de plusieurs éléments interconnectés, qu'il convient d'identifier et de décrire. Les interactions diverses et multiples (par exemple échange de chaleur ou de carbone dans le climat) entre ces éléments influencent l'ensemble du système. Certaines interactions créent des effets en retour sur le système : ce sont les rétroactions qui sont de deux types. Rétroaction positive qui amplifie une perturbation (exemple : fonte des glaces et absorption accrue de chaleur) ou rétroaction négative qui stabilise le système (exemple : augmentation de la végétation absorbant plus de CO₂). Pour pouvoir raisonner sur ces « systèmes dynamiques » et évaluer les impacts à différentes échelles de temps et d'espace (notamment lorsqu'il s'agit d'envisager les impacts possibles de telle ou telle modification d'un des éléments ou d'une interaction), il convient d'avoir une vision holistique et d'avoir compris cette organisation en réseau. Le cas échéant, on peut intégrer au système la dimension sociale pour parler de « socio-écosystème ».
Échelle de temps et d'espace	Les distinguer dans les processus physiques, chimiques, biologiques mis en œuvre sur la planète Situer les risques dans le temps, c'est situer au bon horizon temporel nos responsabilités individuelles et collectives
Dynamique temporelle	Comprendre que « tout bouge tout le temps » et que les notions considérées ne sont pas statiques. Connaître les échelles de temps des processus ayant trait à la biodiversité, aux écosystèmes, à la météo et au climat
Flux et stocks	Les flux sont permanents, et de ce fait peuvent donner à l'équilibre l'impression statique d'un stock. Comprendre la finitude des stocks. Acculturation à la finitude de certaines ressources. Distinction limite - finitude

2. Repères pour la mise en œuvre d'une progressivité de la construction du concept de « système climatique » au cours de la scolarité

Documents utiles

— Parcours des notions climat – CSEN (Figure 2 et Genially)¹¹

Document « Parcours notions climat » : outre la remise des notions abordées dans un contexte plus global, la comparaison des diagrammes du niveau concerné avec ceux du niveau supérieur et inférieur permet de bien identifier les acquis remobilisables, les nouvelles étapes à aborder mais également les limites à ne pas dépasser en termes d'exigibilité. Tout autant que les nouveaux « compartiments » représentés dans ce schéma, ce sont aussi les nouvelles interactions qui sont à prendre en compte.

Exemple : au cycle 4

- À remobiliser :
 - Notion de cycle (de l'eau, de la matière)
 - Distinction météo/climat de façon simple (échelle de temps)
 - Une conception simple du système climatique (sans que ce terme ne soit employé) : atmosphère/hydrosphère/biosphère/lithosphère + quelques-unes de leurs interactions simples
- À construire :
 - Première représentation de ce qu'est le système climatique (organisation et interactions)
 - « Interactions » atmosphère/climat, cycles de l'eau et de la matière et climat, biosphère et climat
- Ce qui sera développé au lycée et enrichira la représentation du système climatique :
 - Les rétroactions
 - La modélisation

— Enjeux éducatifs / clés de voûte éducatives et éléments incontournables – CSEN (Figure 1)

Document « Clés de voûte éducatives et éléments essentiels » : ce document permet d'identifier des éléments clés de la formation scientifique et de l'éducation au développement durable que l'on souhaite renforcer ou construire pour le niveau concerné à l'occasion de l'étude de thématiques en lien avec le concept de « système climatique ». En outre, chaque élément essentiel est accompagné d'un commentaire soulignant les points de vigilance importants.

Exemple : au cycle 4

- L'accent pourra être mis tout particulièrement sur les points suivants lors de la construction de notions en lien avec le « système climatique » :
 - Observer le monde à partir de l'expérience du réel
 - Se représenter le système Terre scientifiquement
 - Percevoir le changement
- Le « système climatique » simple qui peut être construit au cycle 4 (enveloppes de la terre/quelques interactions à partir de l'exemple des cycles, ...) pourra servir de support à des activités en lien avec l'autre clé de voûte de ce parcours des notions : agir face au changement. Ainsi l'un des objectifs poursuivis est que tout élève soit capable, à partir d'un schéma simple de « système climatique » de mener un raisonnement lui permettant d'envisager les impacts d'une perturbation (« Si ... alors ... »).

¹¹ Genially Parcours des notions pour une éducation au climat et à la biodiversité : <https://view.genially.com/682c500fe8909713cafb6ae2>

- Parmi les éléments essentiels à prendre en compte ici, on peut par exemple citer

Vision systémique	L'analyse d'une situation concrète et complexe nécessite qu'elle soit, à un moment ou à un autre, réalisée dans une approche systémique, holistique. Il n'est pas indispensable d'être exhaustif dans les éléments et interactions à prendre en compte, mais de s'appuyer sur quelques exemples précis pour comprendre notamment les décisions liées aux actions à réaliser, et ce à différentes échelles de temps et d'espace. L'exemple OneHealth est particulièrement intéressant.	Réductionnisme explicatif
Comprendre et mobiliser les causes et conséquences	Il est nécessaire de distinguer la relation de cause à effet de la simple corrélation pour éviter tout raisonnement faux, toute interprétation erronée. Cette distinction est essentielle dans le cadre de la démarche scientifique. Elle conditionne également le raisonnement que l'on peut faire sur l'impact potentiel de tel(le) ou tel(le) action ou comportement. En outre, les médias foisonnent d'exemples où une corrélation est traduite en relation de cause à effet. Cette distinction n'est pas toujours évidente à faire et nécessite un apprentissage (une corrélation peut être due à un 3^e facteur – d'où l'importance de comprendre les relations de cause à effet)	Fake-news Culte du mystère (obscurantisme) Manque de pensée critique

Acquérir, observer, mesurer des données	Comprendre la notion de donnée permet de bien distinguer son origine (observée, mesurée, calculée). Les données sont la première pierre de l'édifice des connaissances scientifiques, qui se base sur l'observation du monde qui nous entoure.	Il y a souvent beaucoup de confusion autour de la notion de « données ». Il est indispensable de former les élèves à distinguer les différentes catégories de données et leurs usages. Impossibilité de comparer, de suivre des phénomènes dans le temps
Traiter, objectiver des données (moyenne, graphiques, cartographie, inventaire, statistiques...)	Comprendre comment les données sont mises en forme et présentées de différentes façons afin de permettre des analyses et interprétations complémentaires ou croisées.	Manque de vigilance sur la présentation et l'interprétation des données. Manque de littératie graphique qui se traduit par crédulité, manipulation ou pensée spéculative.

• Tableau des éléments – CSEN (Annexe A)

La construction progressive de ce concept repose notamment sur :

- **L'identification de quelques paliers au cours de la scolarité en termes de savoirs et de compétences**, sur la base des programmes et notamment avec l'aide des documents évoqués ci-dessus :
- **Une approche spiralaire** de la construction des notions et concepts et des problématiques éducatives, ce qui implique, à chaque étape de la scolarité concernée, de bien remobiliser les acquis, et d'identifier les nouvelles problématiques.

La construction de ce concept contribue notamment à l'éducation scientifique et à l'éducation au développement durable et à la citoyenneté. Mais aussi à l'éducation aux médias et à l'information et à l'éducation artistique et culturelle.

Exemple 2 : « Une piste d'exploitation du parcours de notions climat : l'exemple du niveau de la mer »

Qu'est-ce que le risque lié au niveau de la mer pour différents cycles ?

Cet exemple ne constitue pas une ressource pédagogique clé en main, mais offre des pistes qui pourront être développées par l'enseignant selon le contexte, les besoins et les acquis de leurs élèves.

1. Ce qu'il est essentiel d'avoir compris pour l'enseignant

Le niveau de la mer résulte d'un ensemble de phénomènes physiques qui agissent sur différentes *échelles de temps et d'espace*¹². Les variations correspondantes sont une des manifestations de la *variabilité naturelle* du climat et de l'*impact* du changement climatique lié aux activités humaines.

Aux échelles de temps géologiques (au-delà du million d'années), la modification de la forme et de l'altitude des continents a une influence directe sur le trait de côte et le niveau de la mer. Les *cycles glaciaires* (dizaines à centaines de milliers d'années), qui viennent de l'alternance de périodes chaudes et de période froides dues aux modification l'orbite de la Terre autour du soleil, modifient le cycle de l'eau en conséquence. En période glaciaire, plus d'eau est retenue sur les continents sous forme de glace et il y en donc moins dans l'*océan* : le niveau de la mer est plus bas de 120 mètres qu'en période interglaciaire (notre époque depuis environ 12 000 ans). Sur des échelles de temps plus courtes (100 à 1 000 ans) le niveau de la mer local moyen est influencé par d'autres facteurs locaux comme, par exemple, la circulation des vents (qui en poussant l'eau de mer, génèrent des creux et des bosses). Les *événements extrêmes* comme des tempêtes modifient pendant quelques jours le niveau de la mer dans la zone de dépression (moins de pression de l'atmosphère localement et donc remontée du niveau de la mer localement car la pression atmosphérique reste la même loin de la dépression).

Il faut donc comprendre ces différentes échelles de temps et d'espace avant de parler de l'activité humaine sinon la perception du risque associé et des leviers d'action va être erronée.

L'*impact* de l'*activité humaine* sur le niveau de la mer se fait de plusieurs façons. Tout d'abord les *émissions* de gaz à effet de serre (GES) réchauffent la basse *atmosphère* et donc l'*océan*, qui capte, du fait de son importante capacité calorifique, 90 % de la chaleur additionnelle gardée proche de la surface. Ce faisant l'eau de mer se dilate ce qui entraîne une montée du niveau de la mer. L'autre source est la fonte des glaciers continentaux (glacier en montagne et calotte polaires) dont l'eau rejoint l'océan par les rivières et fleuves. Les 15 cm d'augmentation moyenne du niveau de la mer depuis 1900 sont essentiellement dus à ces deux causes, qui y contribuent à parts égales. Un autre impact, plus local, vient cette fois-ci de l'activité humaine près de la côte, que ce soit par exemple le pompage de l'eau douce en profondeur, qui crée une dépression du sol et donc, en relatif, une montée du niveau de la mer, ou des aménagements côtiers qui modifient l'impacts des vents et des courants marins associés. Un troisième impact de l'activité humaine, indirect, vient de l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes lié au changement climatique.

Le *risque* lié à la montée moyenne du niveau de la mer dépend de deux facteurs : l'*aléa*, et les enjeux (*exposition, vulnérabilité*). Il faut donc parler de ces éléments avant d'aborder la notion de risque.

L'aléa de submersion marine est évalué par les scientifiques. Il dépend de l'élévation du niveau moyen (dilatation et fontes de glaciers), et, au niveau local, de la fréquence des événements extrêmes, de l'évolution de la circulation des vents, et des facteurs qui font varier le niveau de la terre (rebond isostatique, pompage des eaux souterraines, aménagements côtiers, etc.).

¹² Les termes en italique se réfèrent au diagramme des notions climat (Fig.2)

L'exposition est liée à la présence d'activités humaines (habitations, infrastructures, agriculture qui peuvent être submergées). La *vulnérabilité* se mesure par le degré de protection des activités humaines exposées (digues, mangroves...) et la résilience locale des sociétés exposées.

Le niveau de risque acceptable, l'exposition et la vulnérabilité sont liés à des *choix collectifs*. La décision face au risque dépend de la valeur que l'on accorde à ce qui est menacé – exemples mobilisables en classe : vigner le long de l'estuaire de la Gironde, gestion des polders à Dunkerque, différence de vulnérabilité entre les Pays-Bas et le Bangladesh, PPMS de l'école.

Les actions pour réduire le risque sont de plusieurs ordres : limiter les émissions de GES (*atténuation*), *s'adapter* pour limiter l'exposition ou la vulnérabilité (digue, culture qui résistent au sel, abandon ou déplacement d'habitations, etc.)

Le risque d'inondation, de sécheresse ou d'avalanche en montagne sur le reste du territoire peuvent aussi servir de base à un parcours pédagogique qui met en œuvre les différentes notions du diagramme des notions climat (Figure 2).

2. Repères de progressivité de la construction de la notion de risque lié au niveau de la mer

Ces repères, fournis à titre d'exemple, sont à relier aux éléments incontournables de la **figure 1** par le tableau en **Annexe A** et les points de vigilance décrits pour ces éléments.

Maternelle - cycle 1 : Notions à apprendre/mobiliser

- Le chaud et le froid
- La mesure de la température
- Les choix collectifs (ouvrir ou fermer la fenêtre si chaud/froid)

Cycle 2 :

- Sorties dans la nature – aller voir le bord de mer (observation des marées sans aller plus loin)
- Cycle de l'eau, identification des grands réservoirs (glacier, rivières, glace de mer, océan...)
- Propriétés de la matière : changements de phase, cycle de l'eau
- Évolution des paysages (saisons, plage évolue entre hiver et été), comparaison de photos/ cartes (littoral, glaciers...)
- Choix collectifs : protections littorales lors des grandes marées + sur-côte liée au passage des dépressions atmosphériques
- Réalisation d'objets techniques (assemblage) : créer une petite station météo (très simple, analogique) et l'observer jour après jour (démarche scientifique) – phénomènes simples (brouillard et humidité, chaleur et sécheresse, etc.)
- Réalisation de maquette : bassin avec niveau de l'eau influencé par un ventilateur

Cycle 3 :

- Caractérisation du cycle de l'eau
- Notion d'échelle de temps : différence entre météo et climat
- Événements extrêmes (tornades, cyclones) et impacts (inondations)
- Caractérisation du risque : aléa, enjeux - attitude face au risque
- Analyser les effets du changement climatique sur cycle de l'eau et l'impact des activités humaines (une fois que la notion de changement climatique est maîtrisée)
- Réaliser des expériences simples (glaçons, etc. – voir ressources de l'OCE / La main à la pâte)
- Réaliser et exploiter des mesures météo en utilisant des capteurs (station météo un peu plus complexe)

- Caractériser des écosystèmes et leur vulnérabilité face au niveau de la mer (dunes, mangroves, barrières de corail)
- Caractériser des infrastructures humaines (habiter la ville) et leur vulnérabilité face au niveau de la mer (protection, digues, pilotis...)

Cycle 4 :

- Expériences sur le rôle de la température de l'atmosphère et de l'océan, fonte des glaciers sur le niveau de la mer et son évolution (cf. ressources OCE)
- Écosystèmes littoraux, lien avec biodiversité, impact sur vivant dans l'océan (corail,... cf. ressources OCE)
- Migration/déplacement/relocalisation climatique (Bangladesh, Camargue, enjeux côtiers lié au trait de côte)
- Notion de risque : approfondissement aléa et enjeux mais aussi vulnérabilité – prévention, prévision, adaptation
- Analyse historique du trait de côte et de ses variations, rôle de protection des écosystèmes
- Cette progressivité s'appuie en particulier sur les attendus de fin de cycle 4 tels que décrits par la DGESCO <https://eduscol.education.fr/document/52581/download>

Lycée :

- Modèles de climat (cf. ressources OCE)
- Projection d'évolution du niveau de la mer à différents horizons temporels
- Pensée complexe : autres sources de variations du niveau (relatif) de la mer (rebond isostatique, pompage des nappes phréatiques, changement des courants océaniques...)
- Impacts sur les populations littorales – mise en regard d'autres risques, choix collectifs, choix économiques, régimes d'assurance...
- Analyse critique de la situation et projections/scénarios – mise en débat, en récits - Penser l'avenir et se projeter (cf. ressources OCE)

Exemple 3 : Une piste d'exploitation du parcours de notions « biodiversité » : le cas de *Cepea nemoralis*, l'escargot des bois

Cet exemple ne constitue pas une ressource pédagogique clé en main, mais offre des pistes qui pourront être développées par l'enseignant selon le contexte, les besoins et les acquis de leurs élèves.

Même s'il est bien sûr possible d'illustrer chaque notion du parcours de façon indépendante, le document en **Annexe D** montre comment on peut - à partir d'une étude de cas naturaliste, ici celle de l'espèce *Cepea nemoralis* (l'escargot des bois) - illustrer un large éventail des notions du parcours proposé (du Cycle 1 au Lycée).

Notamment, de telles pistes pourront venir compléter un projet de terrain mis en place par l'enseignant en proximité avec l'environnement proche de ses élèves, dont on trouvera des exemples dans l'**Annexe D**.

L'escargot des bois se prête en effet à de multiples pistes d'exploitation pédagogique sur les trois pans de l'appréhension du vivant (qu'est-ce que c'est ? (orange) Qu'est-ce que ça fait ? (vert) D'où ça vient ? (bleu)), et ceci à plusieurs niveaux scolaires. Il s'agit d'une espèce dont l'aire de répartition est vaste (Europe et l'est de l'Amérique du nord ; en France on la trouve dans tous les départements), et dont la variation est bien visible de l'extérieur grâce à la couleur et aux stries de la coquille. Pour cette raison, cette espèce fut, au milieu du XX^e siècle, un modèle d'étude du polymorphisme, de la sélection naturelle et de la dérive en milieu naturel. On trouve ces escargots dans une grande variété de milieux : bois, prairies, terrains vagues, dunes, friches, talus, haies, bord des routes, vergers, jardins, où dans ces derniers il côtoie son espèce sœur, l'escargot des jardins *Cepea hortensis*, qui préfère les milieux plus humides. *Cepea nemoralis* est donc une espèce de choix pour commencer son observation par une sortie de terrain, que celui-ci soit en zone inhabitée, en campagne agricole, en zone résidentielle, en zone suburbaine ou en parc urbain.

On pourra documenter pour ce qui concerne la partie verte (« qu'est-ce que ça fait ? ») ses prédateurs, ses parasites, ce dont il se nourrit, afin de caractériser son écosystème. Et définir l'écosystème de manière à ne pas le confondre avec la biodiversité. Une limitation concernant cette espèce est que nous ne disposons pas de relation mutualiste simple à suggérer. Tout au plus la relation symbiotique entre l'escargot et ses mitochondries (lesquelles sont d'origine eubactérienne), mais cet exemple n'est pas du mutualisme mais de la symbiose obligatoire, et n'est pas adapté aux niveaux scolaires avant le lycée. Pour illustrer le mutualisme, l'exemple du merle et du cerisier est facile à expliquer et facile à comprendre à tous les niveaux scolaires. Si le cerisier faisait tomber toutes ses graines à ses pieds, les jeunes cerisiers se concentreraient au pied de l'arbre-parent, et ce dernier leur ferait de l'ombre, ralentissant ainsi leur croissance. La partie charnue de la cerise nourrit le merle, et de temps en temps celui-ci avalera le noyau avec. Ce faisant, il relâchera le noyau (qui est une graine) à plusieurs centaines de mètres de là. Le cerisier ne peut pas bouger pour disséminer ses graines (ses « futurs enfants ») ; c'est le merle qui le fera à sa place. Et dans le même avantage mutuel, le merle est nourri. Un grand nombre de plantes font ainsi des fruits charnus et sucrés (c'est-à-dire chargés de réserves énergétiques) dont beaucoup d'oiseaux et de mammifères sont friands. De la même façon, les plantes à fleur dépendent des insectes pour croiser leurs cellules sexuelles : c'est la pollinisation, contre laquelle l'insecte se nourrit de nectar, autre ressource énergétique sécrétée par la plante. Le mutualisme est donc très facile à mettre en évidence.

On pourra documenter pour la partie orange (« qu'est-ce que c'est ? ») son anatomie en nommant les parties de l'animal. En comparant avec d'autres espèces, on pourra mener des opérations de tri, utiliser des clés d'identification, et par ailleurs procéder à une classification de plusieurs espèces sur la base d'une collection contrôlée (Lecointre et al., 2008). Éventuellement, la notion de parenté phylogénétique, celle de fossile, et la définition de l'espèce peuvent être abordées en fonction du niveau scolaire.

On pourra documenter la partie bleue (« D'où ça vient ? ») en abordant d'abord la variation, qui est facile à constater chez ces animaux. La transmission est également facilement mobilisée à travers le concept de reproduction sexuée (ici l'exemple d'une espèce hermaphrodite). Les limites imposées à la variation sont illustrées par les contraintes de prédation, de température. Le triptyque variation-transmission-contraintes produit un effet statistique sur les populations qu'on appelle sélection naturelle. Enfin, on pourra retrouver la notion de généalogie et de parenté phylogénétique.

Enfin, si l'écosystème a déjà été vu en partie verte (« qu'est-ce que ça fait ? »), on pourra dégager les données qui permettent de caractériser les trois niveaux de diversité qui définissent la biodiversité (« qu'est-ce que c'est ? ») : le premier niveau, la diversité dans l'espèce, le second niveau, la diversité entre espèces, et le troisième niveau, la diversité des assemblages d'espèces dans un paysage.

Cet escargot permet en outre d'illustrer le lien entre la diversité biologique et le changement climatique. Il a été démontré que les escargots des bois aux coquilles jaunes survivent mieux en milieu plus chaud, notamment dans les îlots de chaleur urbains et plus généralement à l'échelle de l'Europe. Si un réchauffement est envisagé, il est alors probable que l'espèce en Europe sera très majoritairement représentée par les formes jaunes.

5. Références et ressources pour aller plus loin

Productions du CSEN

- Glossaire à l'usage des équipes éducatives et des éco-délégués - https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/conseil_scientifique_education_nationale/Glossaire_climat_CSEN_Mars2022_web.pdf
- Développer et enrichir des projets : une vision intégrée - https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/conseil_scientifique_education_nationale/Projets_climat_CSEN_avril2022_web.pdf

Climat

- Christophe Cassou et Valérie Masson-Delmotte. *Le climat en 30 questions*. La documentation française, 2022
- Jean-Baptiste Fressoz, Fabien Locher. *Les Révoltes du ciel. Une histoire du changement climatique xve-xxe siècle*. Le Seuil, coll. L'Univers Historique. Paris. 2020. 320 p.
- Valérie Masson-Delmotte. *Quel climat pour vous, vos enfants, vos petits-enfants ?* Bayard. Les petites conférences. 2021. 90 p.
- Anne-Françoise Gibert, (2020). *Éduquer à l'urgence climatique*. Dossier de veille de l'IFÉ, n°133, mars. ENS de Lyon.

Biodiversité

- Lecointre, G. (Dir.). 2008. *Comprendre et enseigner la classification du vivant*. Seconde édition. Paris : Belin-éducation.
- Lecointre, G. (Dir.). 2021. *Guide critique de l'évolution*. Seconde édition, Paris : Belin-éducation.
- Kremer-Lecointre, A. et Lecointre, G. 2023. *Démystifier le vivant : 36 métaphores à ne plus utiliser*. Paris : Belin-éducation.
- Lecointre, G. 2024. *Enseigner l'évolution : un parcours semé d'embûches*. Le courrier de la Nature n°343.
- Gibert, AF. 2022. *Enseigner en Anthropocène : éduquer à la biodiversité*. Dossier de Veille de l'IFÉ.

Ressources pédagogiques climat et transition

- Eduscol : <https://eduscol.education.fr/1117/education-au-developpement-durable>
- Réseau Canopé : <https://www.reseau-canope.fr/education-a-la-transition-ecologique-et-sociale>
- Office pour l'Education au Climat (OCE) : <https://oce.global/fr/ressources>
- Météo-France : <https://meteofrance.com/education>
- Tara océan : <https://fondationtaraocean.org/partager/ressources-projets-pedagogiques/>

Ressources pédagogiques biodiversité

- Voir tableau en Annexe E

Annexes

- Annexe A - Présentation des éléments incontournables de la Figure 1
- Annexe B : Notions relatives au changement climatique – progression en fonction du niveau des élèves, repères et points de vigilance
- Annexe C : Notions relatives à la biodiversité – progression en fonction du niveau des élèves, repères et points de vigilance
- Annexe D : Une piste d'exploitation du parcours de notions « biodiversité » : le cas naturalise de *Cepea nemoralis*, l'escargot des bois
- Annexe E : Tableau de ressources en biodiversité associées aux notions du parcours Annexe A – Présentation des éléments incontournables de la Figure 1

Annexe A – Présentation des éléments incontournables de la Figure 1

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoirs – notions/concepts généraux, communs climat et biodiversité	Échelle de temps et d'espace	Les distinguer dans les processus physiques, chimiques, biologiques mis en œuvre sur la planète. Situer les risques dans le temps, c'est situer au bon horizon temporel nos responsabilités individuelles et collectives.	• Confusion dans l'horizon de l'action. • Angoisse d'une catastrophe imminente. • Laisser-aller environnemental («de toute façon, tout disparaîtra»).	Ca Cb Cc	Bc
	Dynamique temporelle	Comprendre que «tout bouge tout le temps» et que les notions considérées ne sont pas statiques. Connaître les échelles de temps des processus ayant trait à la biodiversité, aux écosystèmes, à la météo et au climat.	• Vision statique du système Terre. • Croyance en l'immortalité de l'espèce humaine. • Ignorance de la finitude des ressources et de la vulnérabilité des écosystèmes.	Cb	Bc
	Flux et stocks	Les flux sont permanents, et de ce fait peuvent donner à l'équilibre l'impression statique d'un stock. Comprendre la finitude des stocks. Acculturation à la finitude de certaines ressources. Distinction limite - finitude.	• Nature sous cloche • Nature réifiée • Écosystèmes idéalisés • Ignorance de la finitude des ressources	Cb	Ba
	Risque, aléa, vulnérabilité, exposition	Risque = aléa x vulnérabilité x exposition – Importance de bien distinguer ces notions dont les usages dans la langue courante sont divers. Diversité de mobilisation dans différentes disciplines et différents contextes.	• Ne pas savoir articuler atténuation (limiter l'aléa) et adaptation (réduire la vulnérabilité ou l'exposition) – voir définition du glossaire. Confondre aléa (événement naturel) et vulnérabilité/exposition (enjeu pour les sociétés). Ne pas faire le lien entre la vulnérabilité et facteurs sociaux. Ne pas identifier les facteurs qui contribuent à cette vulnérabilité. Tout attribuer au hasard.	Cc	Ba
	Modélisation	Un modèle est une tentative de représentation de la réalité telle que nous la comprenons. Il est élaboré à partir de lois et principes issus d'observations et de théories. Mais il n'est pas la réalité. Suivant le contexte, il permet d'illustrer, d'expérimenter, de prévoir.	• Risque de raisonner «à l'envers» en confondant le modèle et la réalité. • Confondre la carte et le terrain • Catastrophisme	Ca Cb	Ba Bb Bc

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoirs – notions/concepts généraux, communs climat et biodiversité	Interactions, rétroactions, système dynamique	Un système complexe (climat, biodiversité) est constitué de plusieurs éléments interconnectés, qu'il convient d'identifier et de décrire. Les interactions diverses et multiples (par exemple échange de chaleur ou de carbone dans le climat) entre ces éléments influencent l'ensemble du système. Certaines interactions créent des effets en retour sur le système : ce sont les rétroactions qui sont de deux types. Rétroaction positive qui amplifie une perturbation (exemple : fonte des glaces et absorption accrue de chaleur) ou rétroaction négative qui stabilise le système (exemple : augmentation de la végétation absorbant plus de CO ₂). Pour pouvoir raisonner sur ces « systèmes dynamiques » et évaluer les impacts à différentes échelles de temps et d'espace (notamment lorsqu'il s'agit d'envisager les impacts possibles de telle ou telle modification d'un des éléments ou d'une interaction), il convient d'avoir une vision holistique et d'avoir compris cette organisation en réseau. Le cas échéant, on peut intégrer au système la dimension sociale pour parler de « socio-écosystème ».	• Catastrophisme • Dogmatisme • Relativisme • Risque de rejet de la science • Simplification, penser que la description d'un phénomène relatif au climat ou à la biodiversité peut être décrite de façon linéaire. • Non prise en compte des interactions entre biodiversité et changement climatique.	Cb Cc	Ba
	Changement abrupt/réversible	Certains changements peuvent être soudains (abrupts) et modifier profondément le système. La réversibilité dépend de la nature des perturbations et des capacités d'adaptation du système. Là aussi il est essentiel de bien distinguer les échelles de temps et d'espace mises en jeu - un phénomène peut être réversible dans 10 000 ans mais irréversible sur 10 ans.	• Catastrophisme • Anxiété • Mélange des effets et causes par confusion des échelles de temps	Cb Cc	Ba

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoirs – notions/concepts généraux, communs climat et biodiversité	Vision systémique	L'analyse d'une situation concrète et complexe nécessite qu'elle soit, à un moment ou à un autre, réalisée dans une approche systémique, holistique. Il n'est pas indispensable d'être exhaustif dans les éléments et interactions à prendre en compte, mais de s'appuyer sur quelques exemples précis pour comprendre notamment les décisions liées aux actions à réaliser, et ce à différentes échelles de temps et d'espace. L'exemple OneHealth est particulièrement intéressant.	Réductionnisme explicatif	Cc	Ba Bb
	ODD	Il ne s'agit pas de considérer les ODD comme des thématiques indépendantes, mais de les considérer en articulation les unes les autres (Agenda 2030). Outre le fait que les ODD permettent de s'approprier l'idée d'une dynamique internationale avec des objectifs communs, il convient également de bien avoir en tête que chaque ODD se traduit en cibles concrètes. https://pactemonial.org/2020/06/01/les-17-objectifs-de-developpement-durable-et-leurs-169-cibles/	- Irresponsabilité, inconscience - Risque de confondre les objectifs précis des ODD à de simples thématiques et du coup de passer à côté des enjeux, de ne pas avoir conscience de la dynamique collective mondiale/internationale	Cc	
	Innovation / technologie	Les technologies et l'innovation technologique peuvent contribuer à l'atténuation et à l'adaptation face au changement climatique ou à l'évolution des écosystèmes, en gardant un esprit critique et en les mettant en regard de changements de pratiques ou d'usages (e.g. sobriété). L'histoire des sciences (à bien distinguer d'une simple chronologie) est indispensable dans ce registre. Toutefois, il est important également de faire prendre conscience de la disponibilité des ressources.	Risque de vision « techno-solutionniste » si la notion n'est pas replacée dans son contexte. À intégrer aussi avec et dans les modèles pour une vision plus riche.	Cc	
	Modèles de société, gouvernance	Il existe historiquement et géographiquement plusieurs modèles de société associés à différents modes de gouvernance. On observe par ailleurs l'émergence de nouveaux modes d'organisation et de gouvernance (en particulier sur les biens communs).	- Irresponsabilité - Individualisme - La non connaissance de différents modèles peut conduire à un manque de perspectives et une non littératie des futurs.	Cc	

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoirs – notions/concepts généraux, communs climat et biodiversité	Services écosystémiques	Il est important d'identifier les services écosystémiques et de les reconnaître pour pouvoir discuter de leurs impacts, positifs ou négatifs pour l'humanité mais aussi pour la biodiversité. Les écosystèmes contribuent au bien-être humain, en apportant des services supports (formation des sols recyclage des nutriments), d'approvisionnement, de régulation (climat, maladies), culturels. C'est notamment l'occasion de débats argumentés éclairés par des éléments factuels qui peuvent concerner tant l'environnement que les dimensions sociales, économiques et culturelles.	• Vision étroite des écosystèmes et de leur rôle ou place dans le vivant • Réduction à une vision instrumentale de la nature, au seul bénéfice de l'humain	Cc	Ba
	Justice climatique/écologique	La justice climatique traite des différences (a) d'attribution des responsabilités dans le temps, (b) des impacts variés du changement climatique selon les conditions géographiques et sociales, et (c) de répartition des actions à entreprendre. Les cibles des ODD constituent des objectifs concrets pour un monde plus équitable et harmonieux – même si certaines sont en tension. Là encore, il est important de prendre en compte toutes les dimensions de ces éducations transversales : social, environnemental, économique et culturel (voir ODD). C'est aussi l'occasion d'évoquer la question essentielle des valeurs.	• Laisser-aller environnemental • Dénier	Cc	Ba
	Récits, visions du monde, médiations	Comprendre qu'il existe une diversité de valeurs, et de visions du monde, qui sont le support d'une grande variété de récits et de registres d'expression, contribuant à de potentiels avènements.	• Égocentrisme, vision étroite des enjeux et du monde • Catastrophisme, positivisme, déni, relativisme, ...	Cc	Ba
	Adaptation, atténuation, amélioration, transformation	Différencier plusieurs objectifs d'action sur notre environnement. Voir glossaire.	• Inefficacité des actions, confusion des différents types d'action.	Cc	Ba

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoir faire – lien avec référentiel de compétence scientifique, déclinaison pédagogique, mise en oeuvre	Suivre une démarche scientifique, loi, théories, consensus scientifique	Comprendre qu'une théorie scientifique repose sur des faits, de l'expérimentation, des raisonnements mobilisant la démarche scientifique, résultant d'un consensus scientifique à un temps donné. Autres notions à mobiliser : évaluation par les pairs, doute raisonnable, réalisme scientifique, matérialisme (méthodologique) scientifique, rationalité, transparence des procédures, impartialité, controverse, distinction entre critique des idées et critique des personnes, relation faits-théories, différence avec savoirs empiriques (locaux/autochtones).	• Confusion des registres de savoir, confusion faits et opinions – voir encadré du Glossaire		Ba Bb Bc
	Comprendre et mobiliser les notions de preuve, fiabilité, réfutabilité	Confiance dans la démarche scientifique, Consensus scientifique, réfutabilité.	• Dogmatisme • Relativisme • Dépréciation des théories • Instrumentalisation du terme de « théorie » • Sacralisation des « faits » • Mille-feuilles argumentatifs • « Cherry picking » • « Alter-sciences » et Pseudo-sciences • Manque de pensée critique	Bc	Ba Bb Bc
	Comprendre et mobiliser les causes et conséquences	Il est nécessaire de distinguer la relation de cause à effet de la simple corrélation pour éviter tout raisonnement faux, toute interprétation erronée. Cette distinction est essentielle dans le cadre de la démarche scientifique. Elle conditionne également le raisonnement que l'on peut faire sur l'impact potentiel de tel(le) ou tel(le) action ou comportement. En outre, les médias foisonnent d'exemples où une corrélation est traduite en relation de cause à effet. Cette distinction n'est pas toujours évidente à faire et nécessite un apprentissage (une corrélation peut être due à un 3 ^e facteur – d'où l'importance de comprendre les relations de cause à effet).	• Fake-news • Culte du mystère (obscurantisme) • Manque de pensée critique		Ba

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoir faire – lien avec référentiel de compétence scientifique, déclinaison pédagogique, mise en oeuvre	Comprendre et mobiliser la notion de corrélation	Établir une relation de causes à effets, comprendre la notion de corrélation et distinguer de la notion de causalité.	- Fausse causalité donc erreurs possibles dans les effets attendus de certaines actions, dans la compréhension de certains phénomènes, etc. - Manque de pensée critique	Cb Cc	Ba
	Comprendre et mobiliser la notion de cohérence	Relation entre les faits, relation entre cohérence et parcimonie, choix entre théories.	Manque de pensée critique		Bb
	Problématiser	La problématisation est couplée à une démarche d'enquête permettant d'englober plusieurs disciplines. Elle consiste à apprendre à formuler des questions, et apparaît particulièrement pertinente dans les questions de société complexes liées au changement climatique et à la biodiversité. Elle pourra être pleinement mise en œuvre grâce à l'acquisition puis la maîtrise d'un vocabulaire spécifique.	- Le risque principal est une confusion des registres (attendre une réponse des scientifiques sur tel ou tel point alors que ce n'est pas leur rôle, idem pour toute autre catégorie d'acteurs). L'importance de la problématisation se fait particulièrement sentir lorsque le système considéré est complexe. - Approche figée des savoirs - Confusion parcimonie/probabilité - Mésusage du terme de théorie	Ca Cb Cc	Ba Bb Bc
	Utiliser la notion de variable	Maîtriser cette abstraction mathématique est central pour pouvoir raisonner et établir des relations, par des équations, entre paramètres ou à partir de faits observés. En découlent la notion de système complexe en équilibre dynamique et la possibilité de raisonner sur des phénomènes modifiant la valeur de la variable.	Impossibilité de quantifier des variations, de raisonner de façon abstraite	Ca Cb Cc	

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoir faire – lien avec référentiel de compétence scientifique, déclinaison pédagogique, mise en oeuvre	Comprendre la notion d'incertitude	Voir définition du Glossaire du CSEN. L'incertitude fait partie de la science. Elle s'évalue de plusieurs façons, suivant le contexte (statistiquement, par des experts, par manque de connaissance, etc.)	- L'incertitude est souvent confondue avec l'erreur, d'où l'idée que « la science n'est pas sûre, qu'elle change souvent d'avis, etc. ». On peut préférer la notion de « degré de certitude ». - Confusion des registres - Manque de pensée critique	Cb Cc	Bb Bc
	Acquérir, observer, mesurer des données	Comprendre la notion de donnée permet de bien distinguer son origine (observée, mesurée, calculée). Les données sont la première pierre de l'édifice des connaissances scientifiques, qui se base sur l'observation du monde qui nous entoure.	- Il y a souvent beaucoup de confusion autour de la notion de « données ». Il est indispensable de former les élèves à distinguer les différentes catégories de données et leurs usages. - Impossibilité de comparer, de suivre des phénomènes dans le temps	Ca Cb Cc	Ba Bb Bc
	Traiter, objectiver des données (moyenne, graphiques, cartographie, inventaire, statistiques...)	Comprendre comment les données sont mises en forme et présentées de différentes façons afin de permettre des analyses et interprétations complémentaires ou croisées.	Manque de vigilance sur la présentation et l'interprétation des données. Manque de littéracie graphique qui se traduit par crédulité, manipulation ou pensée spéculative.	Ca Cb	Bb
	Savoir mener un plaidoyer, une négociation	L'objectif d'un plaidoyer est de provoquer un changement dans la société, en influençant les lois et les politiques publiques. Il est basé sur des valeurs et s'appuie sur des récits. Savoir négocier est un moyen d'apprendre le compromis, sans qu'il soit perçu comme un renoncement ou une compromission. C'est aussi apprendre à entendre et à prendre en compte la position et les valeurs des autres pour « faire société ».	Visions binaires ou caricaturales des enjeux du monde. Absence de prise en compte des autres.	Cc	

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoir être – Compétences sociales et comportementales	Savoir débattre	Apprendre à partager ses connaissances, en vue d'agir de façon cohérente, coopérative, délibérative et réflexive, en débattant dans le respect des faits et la tolérance des opinions divergentes « Les questions socialement vives se caractérisent par leur complexité : elles présentent une dimension controversée ou incertaine des sciences, sont politiquement sensibles, et leur étude en classe nécessite de mettre en relation des savoirs interdisciplinaires et des systèmes de valeurs » (Roy, Pache, Gremaud, 2017) Leur traitement en classe peut intégrer des phases de débats qui n'épuisent pas le sujet	Si on ne forme pas les élèves au débat, on ne les prépare pas correctement à comprendre les enjeux autour des questions de société et à y jouer leur rôle. L'important ici est de bien faire la différence entre un véritable débat (où chacun argumente sur sa position) et un simple affichage d'opinion (non argumenté et non informé).	Ca Cb Cc	Ba Bb Bc
	Émotions, valeurs, décision	Développer ses compétences sociales et émotionnelles pour renforcer les relations à soi et aux autres (confiance en soi et dans les autres, empathie, assertivité, sentiment d'efficacité personnelle) et afin d'être à même de communiquer, et de prendre des décisions adaptées au changement climatique et à la biodiversité. Comprendre et distinguer les différents registres qui entrent en jeu pour la prise de décision (connaissances scientifiques, consensus, valeurs, croyances, opinions).	- La non prise en compte de l'aspect émotionnel et des valeurs peut entraîner une vision rationaliste asséchante (scientiste, surplombante) et une non-participation à la vie sociale, dommageable pour la démocratie. - La non-prise en compte des valeurs et des visions du monde peut aussi créer de l'anxiété par une « dépolitisation » des enjeux.	Cc	Ba Bb Bc
	Expérience sensible	Expérience première permettant d'expérimenter une conception de l'humain en tant que partie du monde. Lien précoce avec la biodiversité permettant par la suite de développer des engagements environnementaux	Risque de développer des comportements dommageables pour le vivant en se considérant en dehors de la nature.	Ca Cc	Ba Bb

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoir être – Compétences sociales et comportementales	Pensée complexe	Tout problème important est invisible depuis une discipline seule et nécessite une approche transdisciplinaire. Appréhender les sujets dans et par leur contexte. Prendre en compte les interrelations entre phénomènes. Prendre conscience que, « Plus on avance dans la connaissance, plus on découvre une nouvelle ignorance. » et que la connaissance complexe ne pourra jamais éliminer l'incertitude. (cf. Edgard Morin)	- Risque de considérer les connaissances compartimentées, séparées les unes des autres. - Vision étroite ou dogmatique de l'avenir, pouvant générer de l'anxiété.		Ba Bb Bc
	Pensée critique	Processus intellectuel visant à analyser rationnellement des données collectées par l'observation et l'expérience, ou engendrées par la réflexion et le raisonnement. L'évaluation est basée sur le questionnement et la remise en cause des préjugés et opinions toutes faites, des biais cognitifs (confirmation, statistique...) et suppose la maîtrise du langage, de l'argumentation et de la conceptualisation.	Crédulité face aux visions simplistes du monde (populisme, théories simplificatrices), aux théories manichéennes ou conspirationnistes	Cc	Ba Bc
	Coopération, collaboration	Lorsqu'il s'agit de questions relatives au changement climatique et à la biodiversité, par définition complexes, ce n'est pas que la simple responsabilité personnelle qui est engagée. Tout comportement, choix, etc., peut avoir des effets/impacts à différentes échelles et bien au-delà que la simple échelle individuelle. L'apprentissage du travail collectif, tant pour les élèves que pour les équipes (complémentarité d'expertise, croisement des représentations, mutualisation des compétences, etc.) est indispensable. Pour cela il faut qu'il soit pratiqué régulièrement et dans différents contextes. Il contribue à la formation à la complexité, à l'approche systémique, aux valeurs qui président aux choix, etc.	- Isolement - Égocentrisme - Sentiment d'impuissance	Cc	Ba

Éléments incontournables de la figure 1 (Clés de voûte éducatives)		Ce qui fait que cet élément est un point clé à maîtriser à la fin de la scolarité – points de vigilance auxquels les enseignants et les équipes doivent être particulièrement attentifs	Impacts d'une non prise en compte de cet élément ou de sa mauvaise compréhension	Liens avec notions*	
				Climat	Biodiversité
Savoir être – Compétences sociales et comportementales	Prospective	Capacité à se projeter dans l'avenir, à développer des scénarii en fonction de différentes projections (scientifiques, sociales...). Participe au développement de la capacité d'agir (agentivité).	- Absence de projet, de perspective, d'espoir. Sentiment que tout est déjà écrit, joué d'avance. - Pas de prise de conscience de l'importance des acquis (connaissances, démarches, ...) de chacun et leur « puissance ».	Cc	Ba
	Acceptabilité	(aménagement, développement technologique, mise en service d'une nouvelle molécule médicamenteuse ou agrément d'un pesticide, choix énergétique) pose la question de son acceptabilité sociale, qui dépendra autant des valeurs (échelle et registre) que des exigences environnementales et des normes en vigueur.	- Déréglementation ou excès de réglementation - Augmentation des risques technologiques - Mauvaise perception des choix de société	Cc	Ba Bb
	Bien être	Selon l'OMS, le bien-être doit être physique, mental, spirituel et social. Il est lié à la question de la santé et à celle de la qualité de l'environnement dans une approche OneHealth	Penser que le bien être est uniquement fonction du niveau de consommation matérielle ou du niveau de PIB d'un pays.	Cc	Ba Bb
	Responsabilité	Avoir conscience des impacts de ses actes et comportements (cela implique des acquis, notamment en termes de raisonnement, de démarche, ...), mais repose aussi sur la question des choix et donc des valeurs. Voir aussi Justice climatique		Cc	

Les compétences psychosociales (CPS) ou encore compétences sociales et comportementales, désignent les **aptitudes qu'une personne mobilise pour faire face aux exigences de la vie quotidienne et prendre part opportunément à la vie sociale**. Ces compétences (telles que l'empathie, la régulation de ses émotions, la capacité d'adaptation ou à communiquer efficacement...) ont pour objectifs d'améliorer les relations à soi, aux autres et aux apprentissages (ref. EDUSCOL).

L'ordre ne traduit pas une priorisation

***Clé de lecture : lien avec notions**

Climat Ca : notions fondamentales dans les disciplines

Climat Cb : notions climat

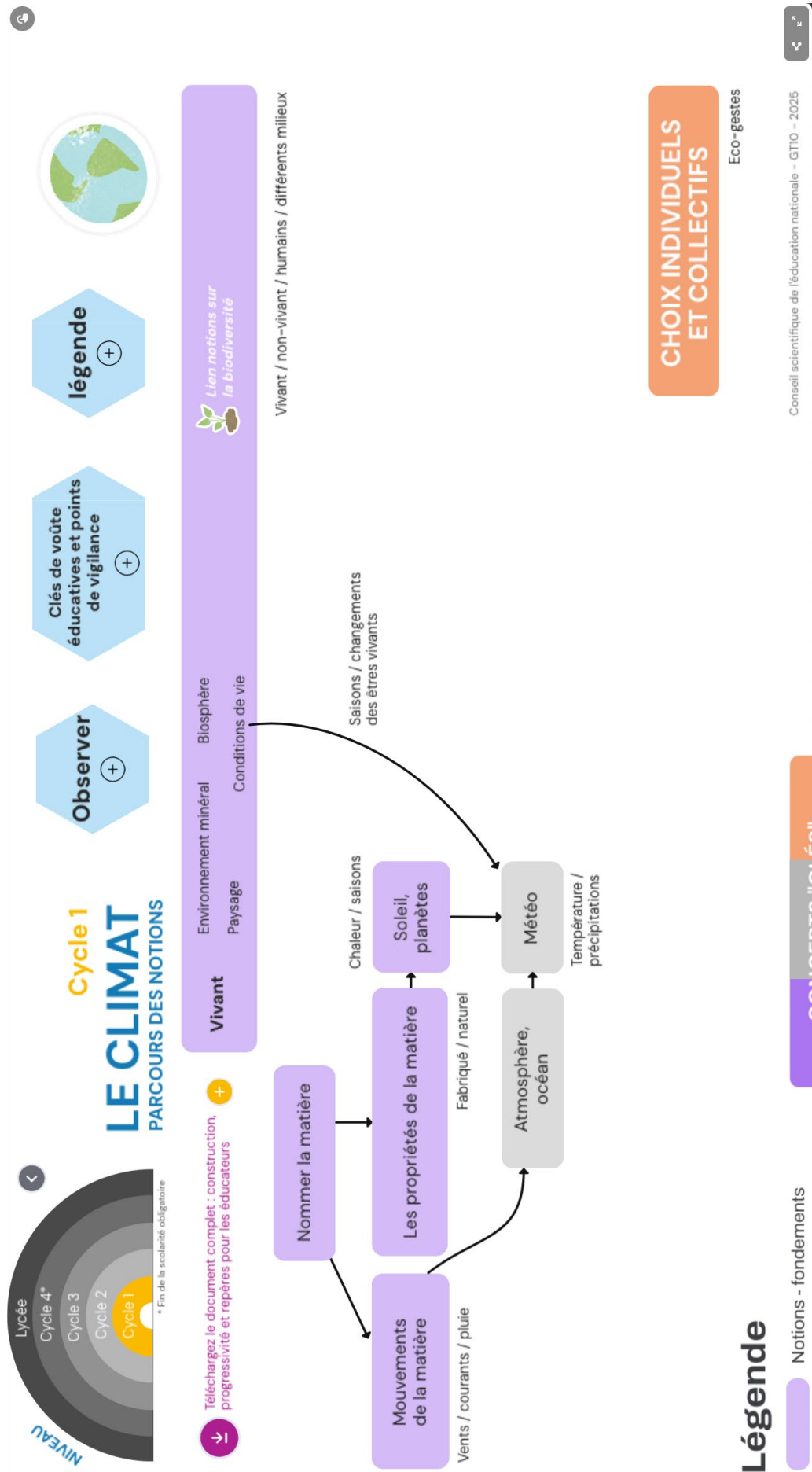
Climat Cc : notions action humaines

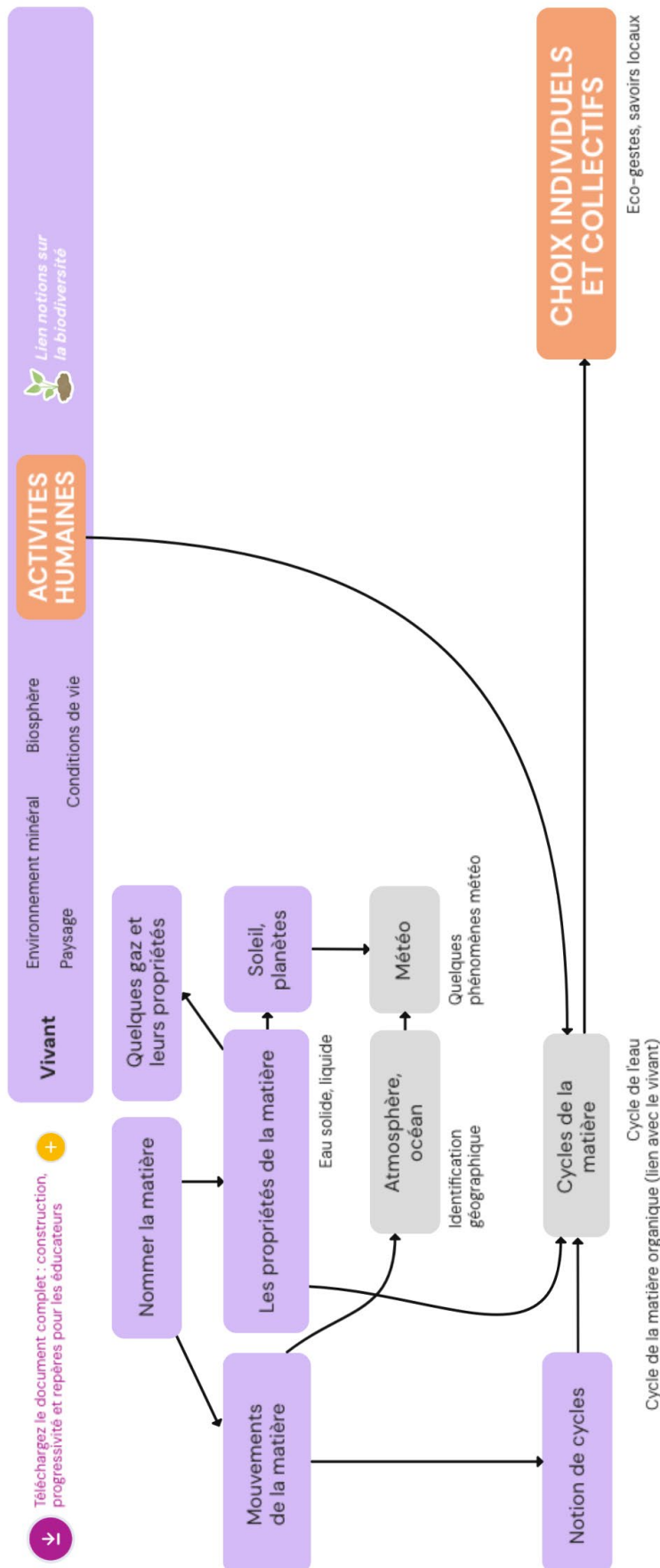
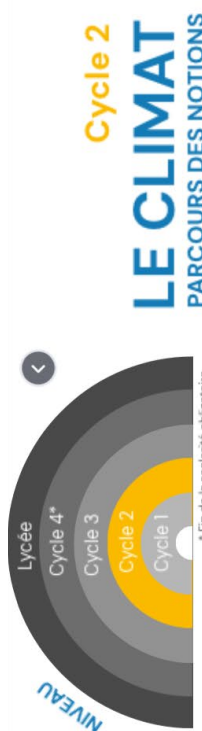
Biodiv Ba : Qu'est-ce que ça fait ?

Biodiv Bb : Qu'est-ce que c'est ?

Biodiv Bc : D'où ça vient ?

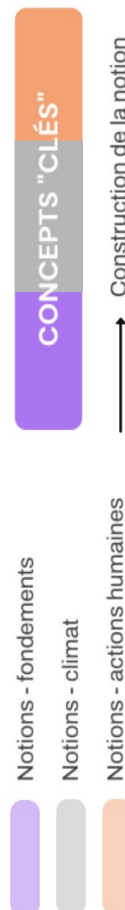
Annexe B – Notions relatives au changement climatique – progression en fonction du niveau des élèves, repères et points de vigilance – version interactive sur <https://view.genially.com/67a072ac3e79fd8db2d2346c>

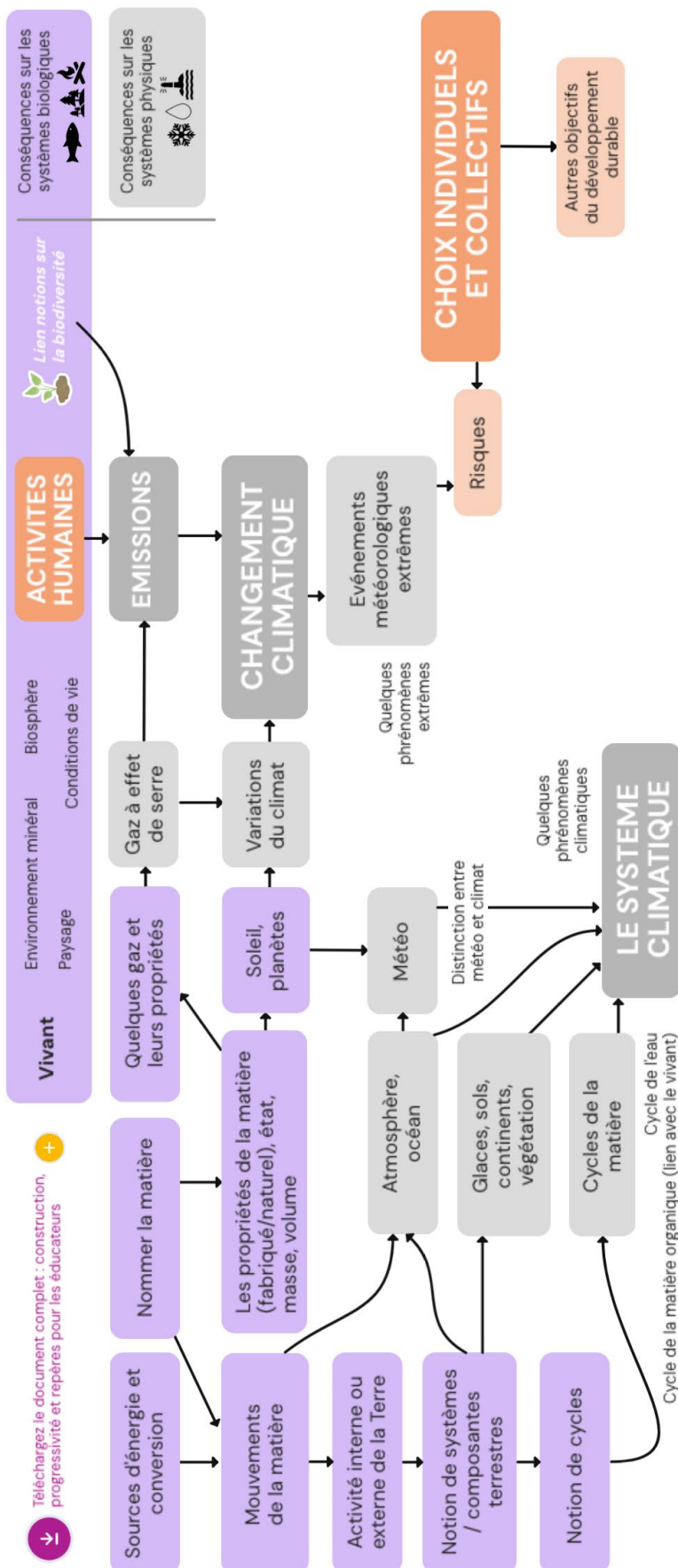
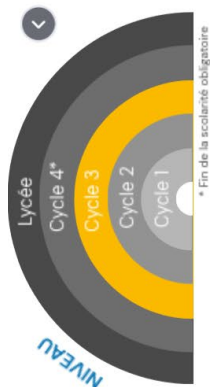




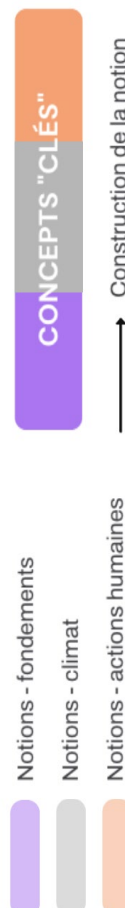
Conseil scientifique de l'éducation nationale - GTIO - 2025

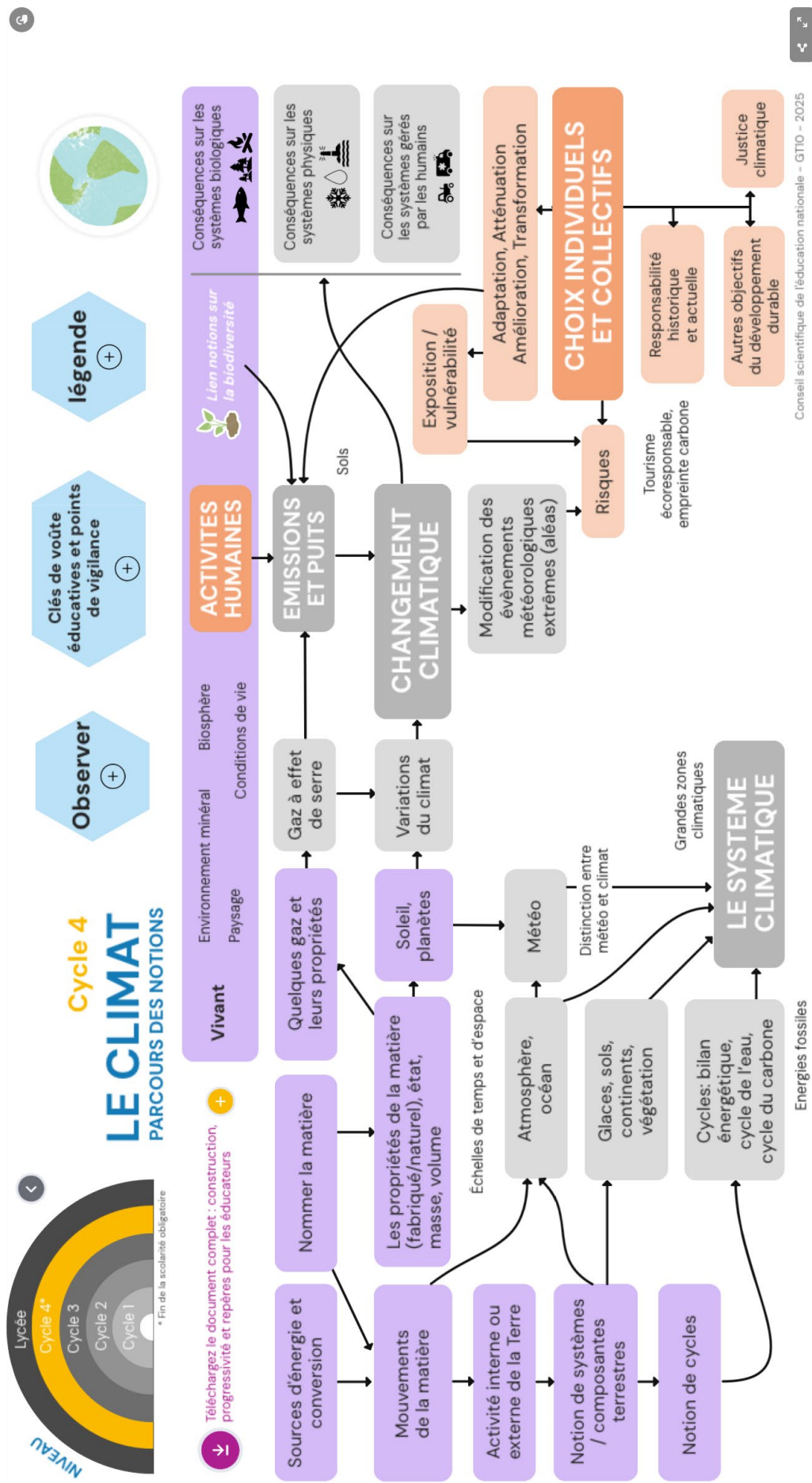
Légende

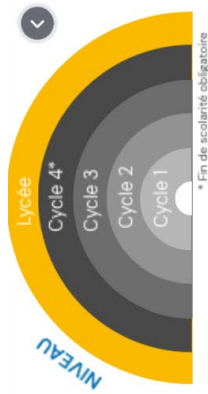




Légende





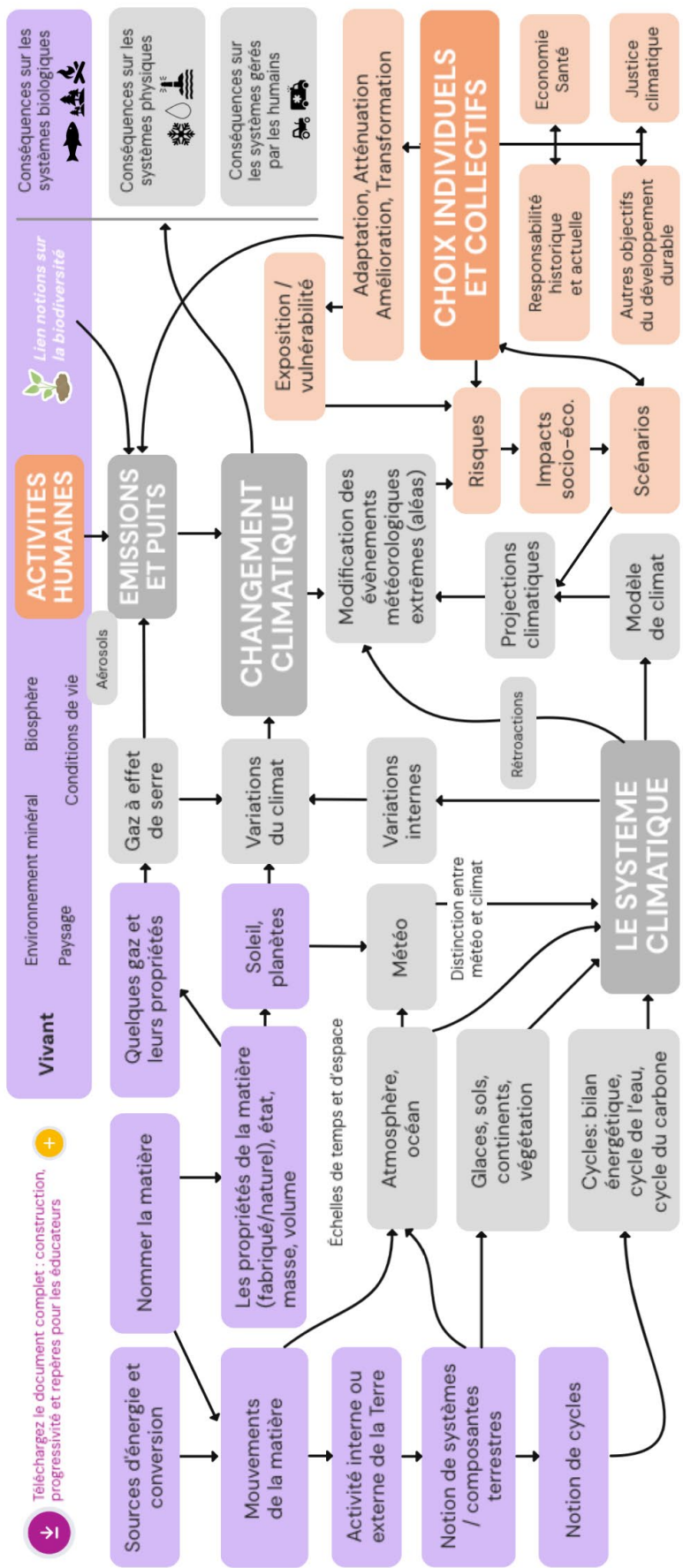


Lycée LE CLIMAT PARCOURS DES NOTIONS

Observer

Clés de voute éducatives et points de vigilance

Légende

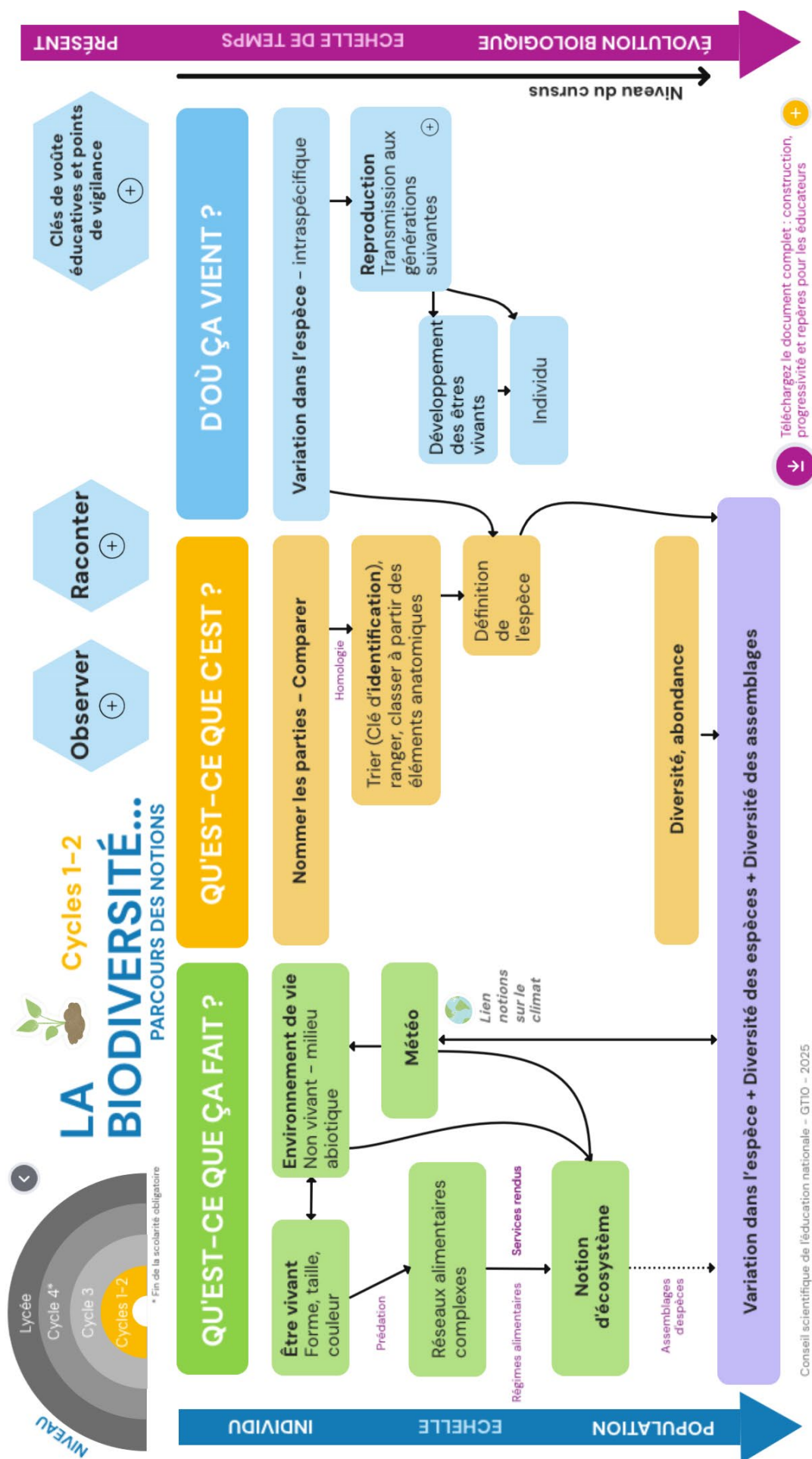


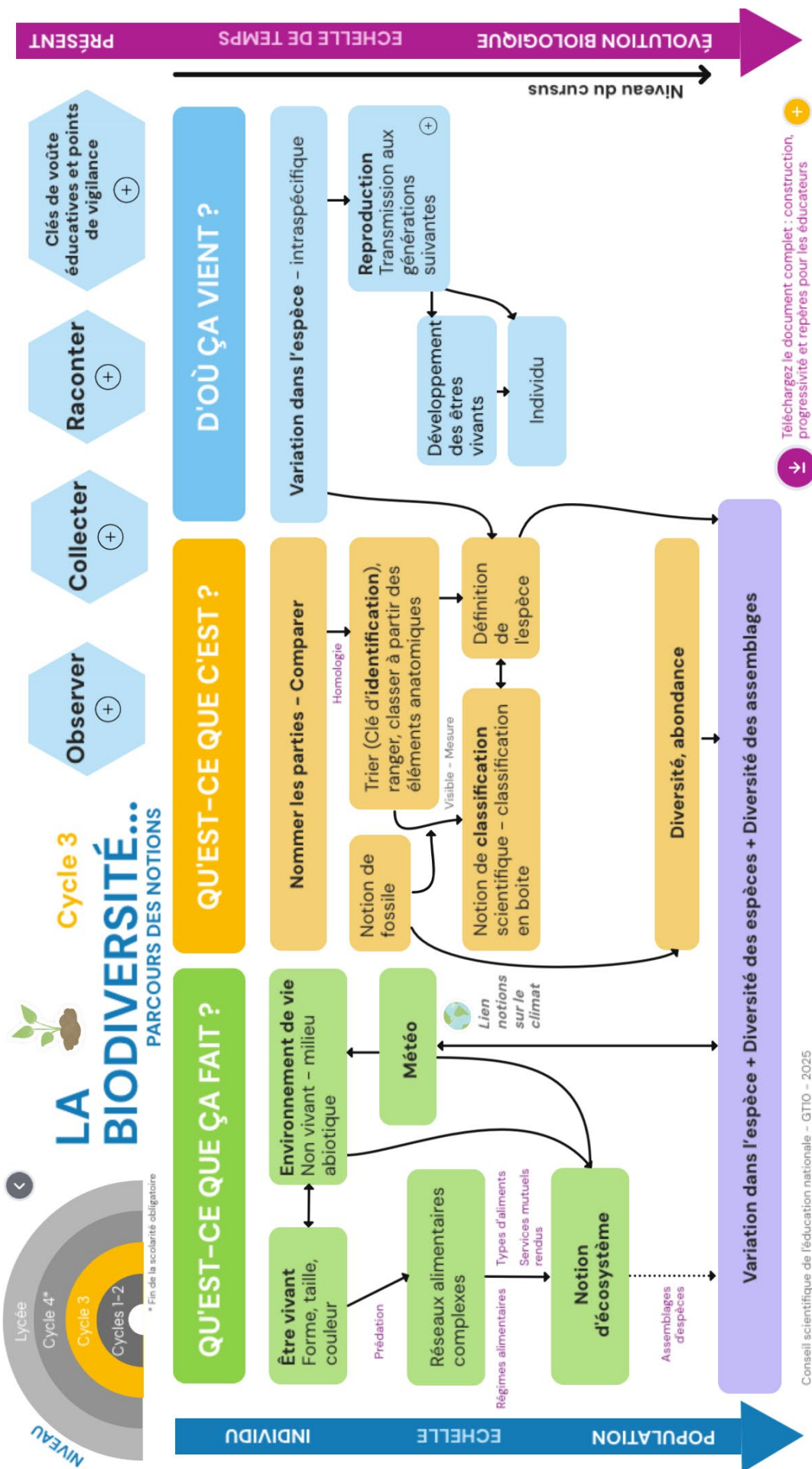
Légende

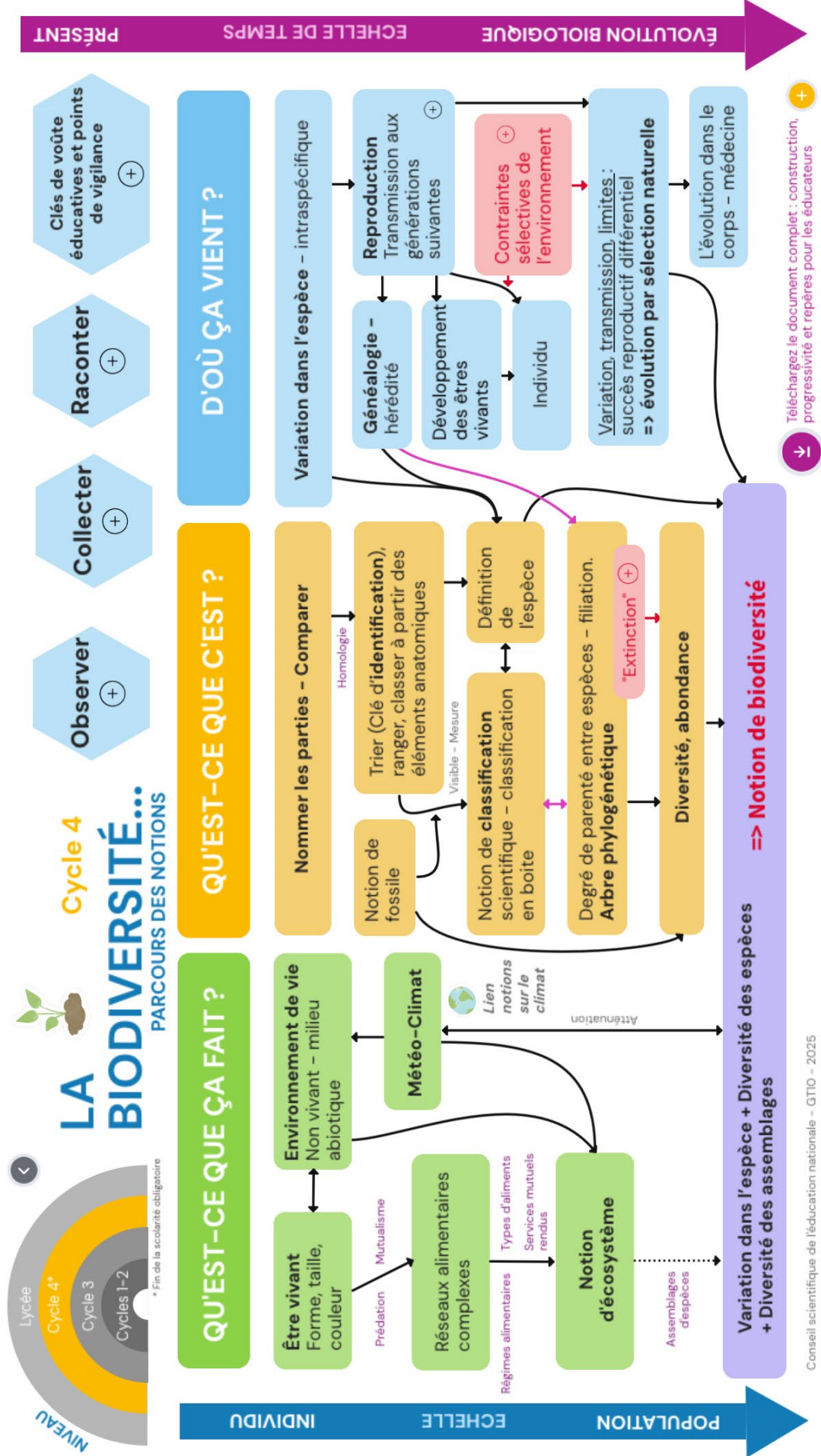
- Notions - fondements
- Notions - climat
- Notions - actions humaines
- CONCEPTS "CLÉS"
- Construction de la notion

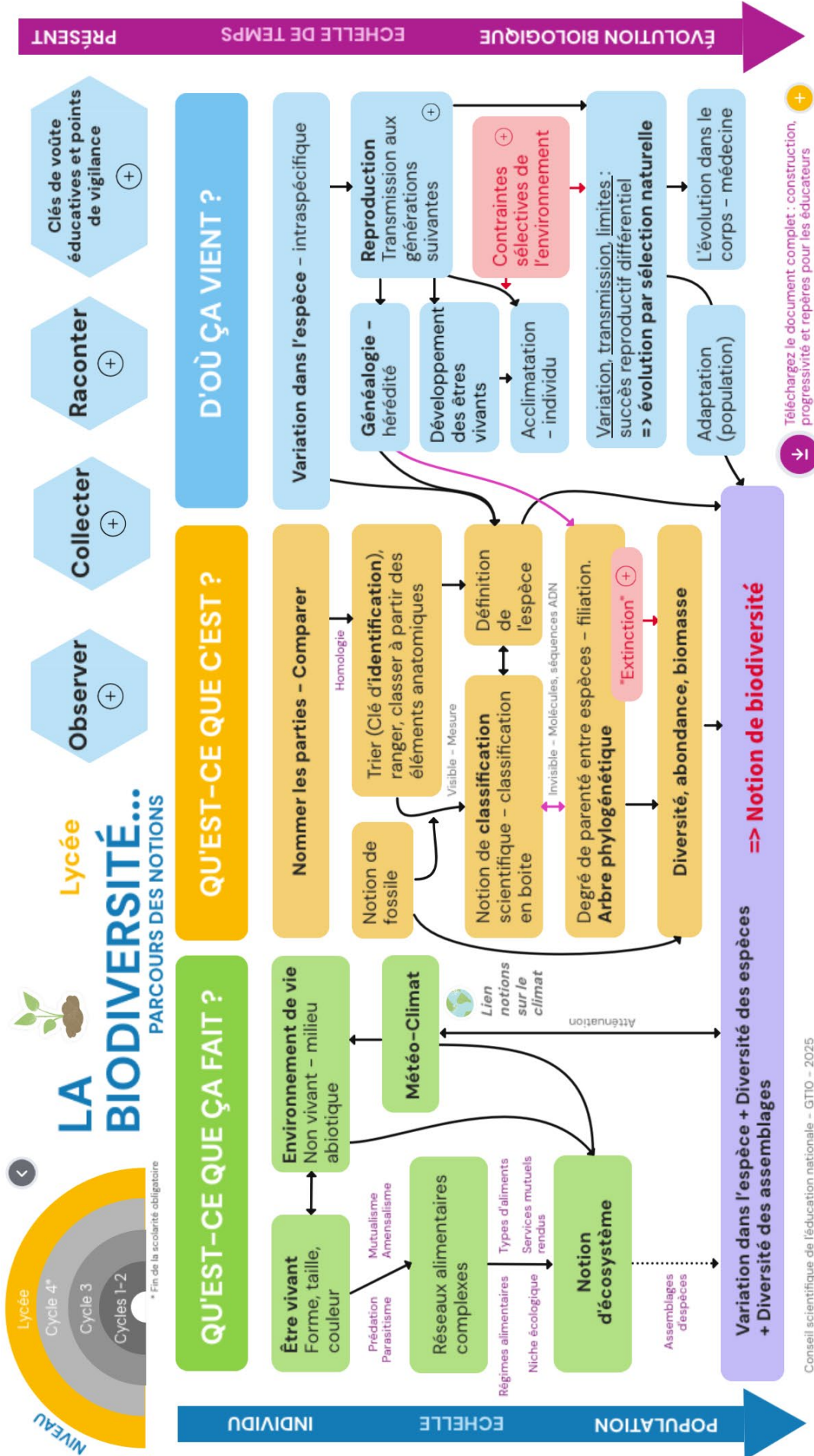
Conseil scientifique de l'éducation nationale - GTIO - 2025

Annexe C – Notions relatives à la biodiversité – progression en fonction du niveau des élèves, repères et points de vigilance – version interactive sur <https://view.genially.com/679b32eb65043b72c1bf07a9>









Annexe D – Une piste d’exploitation du parcours de notions « biodiversité » : le cas naturalisé de *Cepea nemoralis*, l’escargot des bois

Introduction

Ce document s’inscrit en complément du parcours de notions « biodiversité » du Conseil Supérieur de l’Éducation Nationale (CSEN). Il ne constitue pas une ressource pédagogique clé en main, mais offre des pistes qui pourront être développées par l’enseignant selon le contexte, les besoins et les acquis de leurs élèves.

Même s’il est bien sûr possible d’illustrer chaque notion du parcours de façon indépendante, ce document montre comment on peut – à partir d’une étude de cas naturaliste, ici celle de l’espèce *Cepea nemoralis* (l’escargot des bois) – illustrer un large éventail des notions du parcours proposé (du Cycle 1 au Lycée).

Notamment, de telles pistes pourront venir compléter un projet de terrain mis en place par l’enseignant en proximité avec l’environnement proche de ses élèves, par exemple :

- un travail de sciences participatives auquel la classe se serait inscrite, par exemple « l’Opération escargot » de Vigie Nature <https://www.vigienature.fr/fr/operation-escargots>
- une sortie de terrain dans l’environnement proche de l’école, permettant d’observer diverses espèces d’escargots dans leur milieu naturel et de mesurer leurs conditions de vie;
- un élevage d’escargots en classe, le plus souvent centré sur les Petits Gris (*Cornu aspersum*), en mettant en avant qu’il s’agit ici d’une autre espèce, également présente dans nos régions;
- une rencontre avec des acteurs locaux de la protection de la biodiversité ; etc.

L’escargot des bois se prête en effet à de multiples pistes d’exploitation pédagogique sur les trois pans de l’appréhension du vivant (qu’est-ce que c’est ? Qu’est-ce que ça fait ? D’où ça vient ?), et ceci à plusieurs niveaux scolaires. Il s’agit d’une espèce dont l’aire de répartition est vaste (Europe et l’est de l’Amérique du nord ; en France on la trouve dans tous les départements), et dont la variation est bien visible de l’extérieur. Des spécimens peuvent se collecter facilement. Notons qu’au milieu du XX^{ème} siècle, cette espèce fut un modèle d’étude du polymorphisme, de la sélection naturelle et de la dérive en milieu naturel.

On les trouve dans une grande variété de milieux : bois, prairies, terrains vagues, dunes, friches, talus, haies, bord des routes, vergers, jardins, où dans ces derniers il côtoie son espèce sœur, l’escargot des jardins *Cepea hortensis*, qui préfère les milieux plus humides.

Cepea nemoralis est donc une espèce de choix pour commencer son observation par une **sortie de terrain**, que celui-ci soit en zone inhabitée, en campagne agricole, en zone résidentielle, en zone suburbaine ou en parc urbain.

L’espèce se prête facilement à l’**observation (partie bleue en haut du diagramme)**, à partir du cycle 1.

I. Partie verte (Qu'est-ce que ça fait ?) À partir du cycle 2

À droite en vert, on peut illustrer un **réseau d'interactions** que cette espèce entretient avec d'autres.

Cepea nemoralis a des prédateurs :

- Grive musicienne : *Turdus philomelos*
- Carabe doré : *Carabus auratus*
- Hérisson : *Erinaceus europaeus*
- Autres prédateurs :
- Silphe noir : *Phosphuga atrata*
- Drile : *Drilus flavescens*
- Vert luisant : *Lampyris noctiluca*

Cepea nemoralis est le prédateur de :

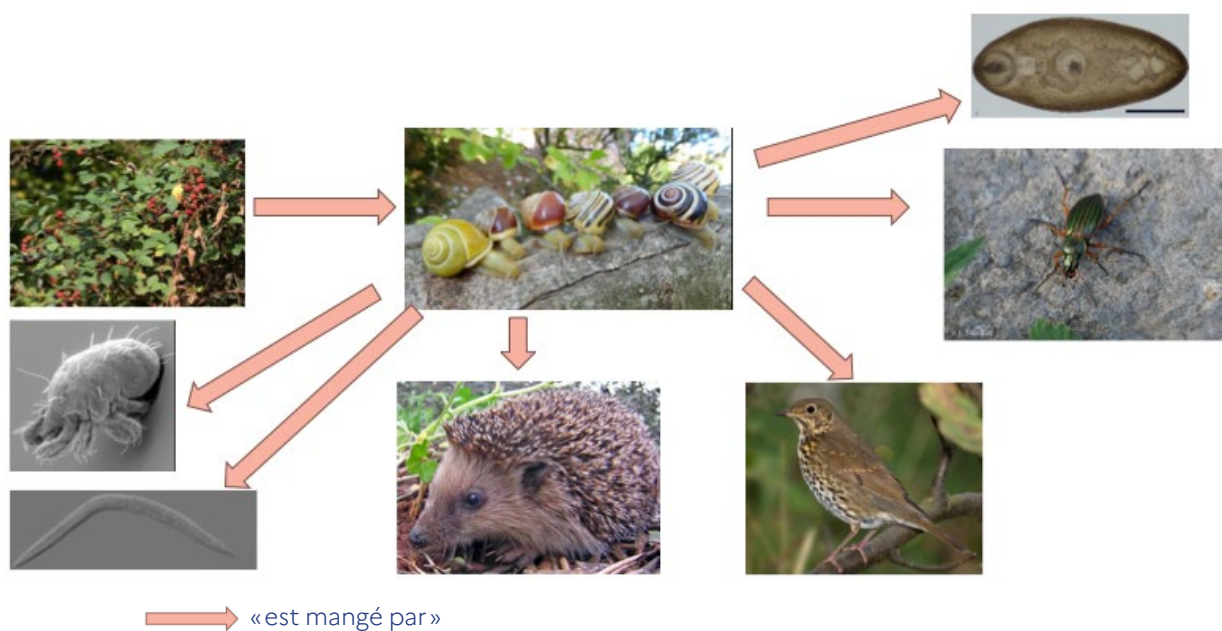
- Ronce commune : *Rubus fruticosus*

Cepea nemoralis a des parasites :

- Douve : Ver trématode du genre *Brachylaima* (barre : 200 microns) : ce ver plat peut infecter également des humains.
- Nématode de la famille des rhabditidés
- Acarien du genre *Ricardoella*

Cepea nemoralis vit en symbiose avec des bactéries.

Réseau d'interactions (simplifié) de *Cepea nemoralis*



Ici, par exemple, il s'agit des flux de matière (réseau trophique).

Mais il existe généralement des relations mutualistes ou commensales qu'il est difficile de montrer dans le cas présent (par exemple, le mucus de l'escargot contient des bactéries commensales, mais on ne peut pas les montrer).

illustration de la **notion d'écosystème**

II. Partie orange (Qu'est-ce que c'est ?) À partir du cycle 2

II.1. Nommer les parties (à partir du cycle 2)

Nous pouvons nommer les parties externes de l'escargot des bois :

- Coquille enroulée
- Tentacules
- Manteau
- « Pied » (sole pédieuse)
- Bouche
- Radula (« langue » râpeuse)
- Yeux, etc.

Nous pouvons nommer des parties d'autres animaux :

- Antennes
- Six pattes
- Squelette interne
- Squelette externe
- Cuticule
- Muscles
- Feuilles
- Fleurs
- Cellules

II.2. Trier, ranger, classer ces organismes (à partir du cycle 2)

Trier : par exemple, ceux qui ont des yeux, et ceux qui n'en ont pas :



Le tri est utilisé dans la fabrication des clés de détermination. Une clé est une suite de tris successifs.

Clé de détermination simplifiée des escargots courants (à partir du cycle 3):

<https://cbnfc-ori.org/sites/default/files/documentaton/files/cle-de-determination-escargots-jardins-seul-web.pdf>

Ce peut être un travail collaboratif

- un groupe par critère / une étape
- un groupe par lieu de prélèvement

1. Grande coquille (> 4cm)

- Blanche crème
- Pas de bandes sombres > Escargot de Bourgogne (*Helix pomatia*)

Ou :

2. Petite coquille (< 4cm)

- Coquille plus colorée
- Avec des bandes sombres (souvent)
 - 2.1. Coquille rugueuse
 - Brune
 - Bandes sombres avec zébrures claires > Petit gris (*Cornu aspersum*)

Ou

- 2.2. Coquille lisse

- Jaune ou rosée

- Parfois avec des bandes sombres

- 2.3. Bord de l'ouverture incolore > escargot des jardins (*Cepea hortensis*)

Ou

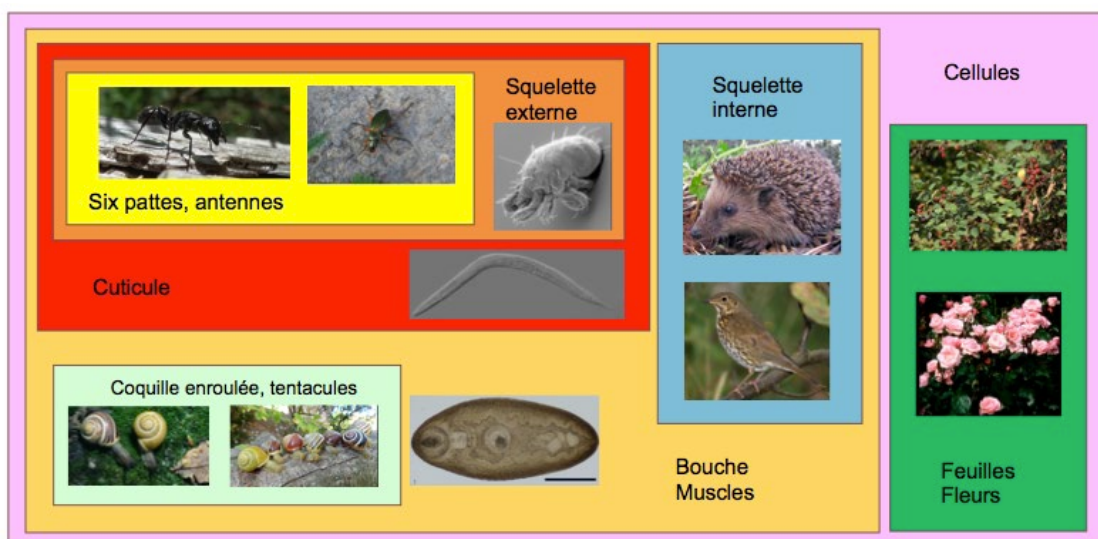
- 2.4. Bord de l'ouverture noir > escargot des bois (*Cepea nemoralis*)

Cette activité permet

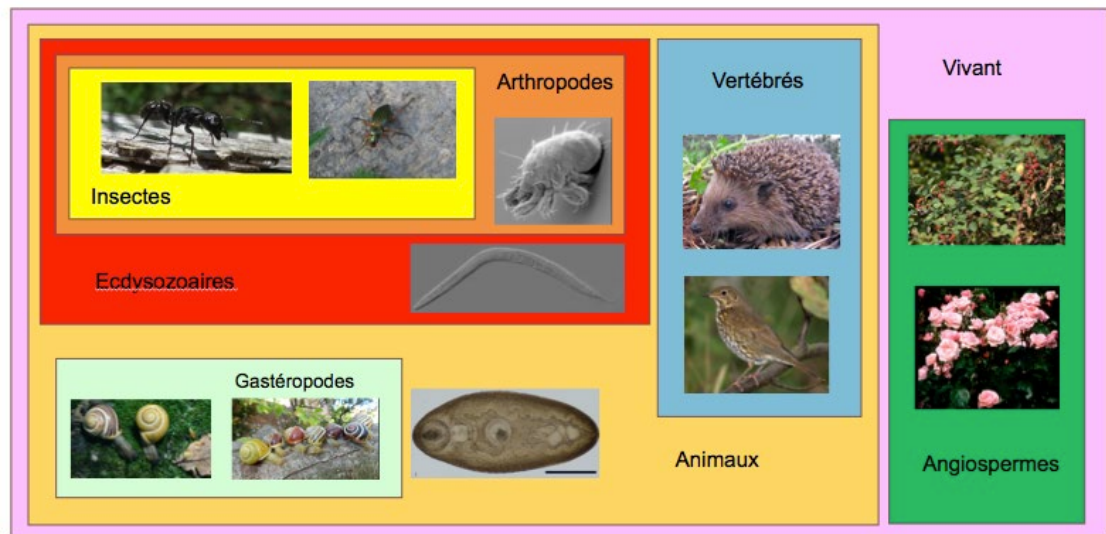
- D'illustrer la notion d'espèce- critères spécifiques malgré « ressemblance »
- De dénombrer les individus par espèce donc d'aborder la notion d'abondance et de biomasse par mesure. Nous pouvons aussi envisager une extrapolation à la taille de la zone d'étude.

Classer : Classification emboîtée des mêmes organismes (à partir du cycle 3)

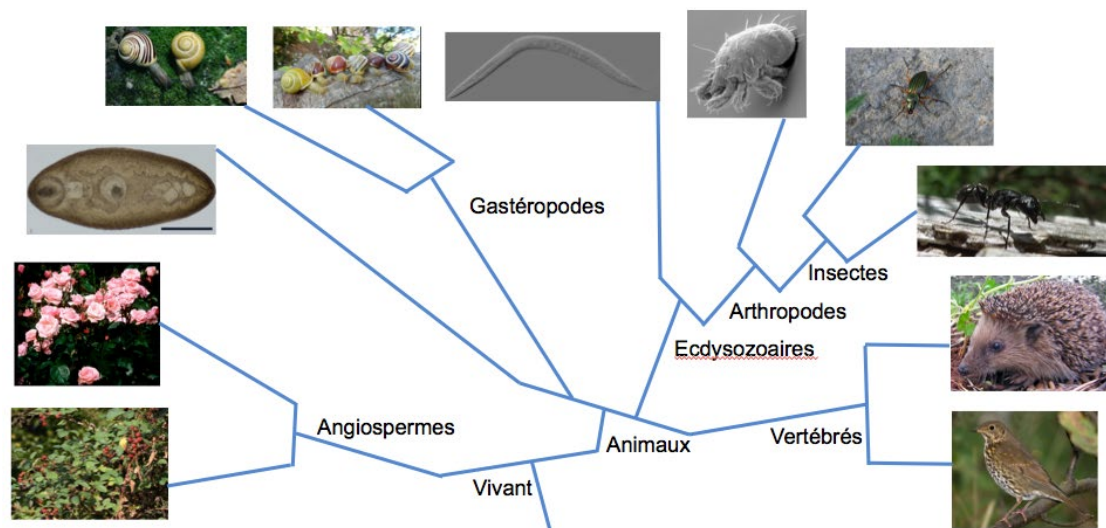
Arguments : on classe de manière emboîtée sur la base de ce que les espèces ont :



Nommer les taxons selon les appellations scientifiques :

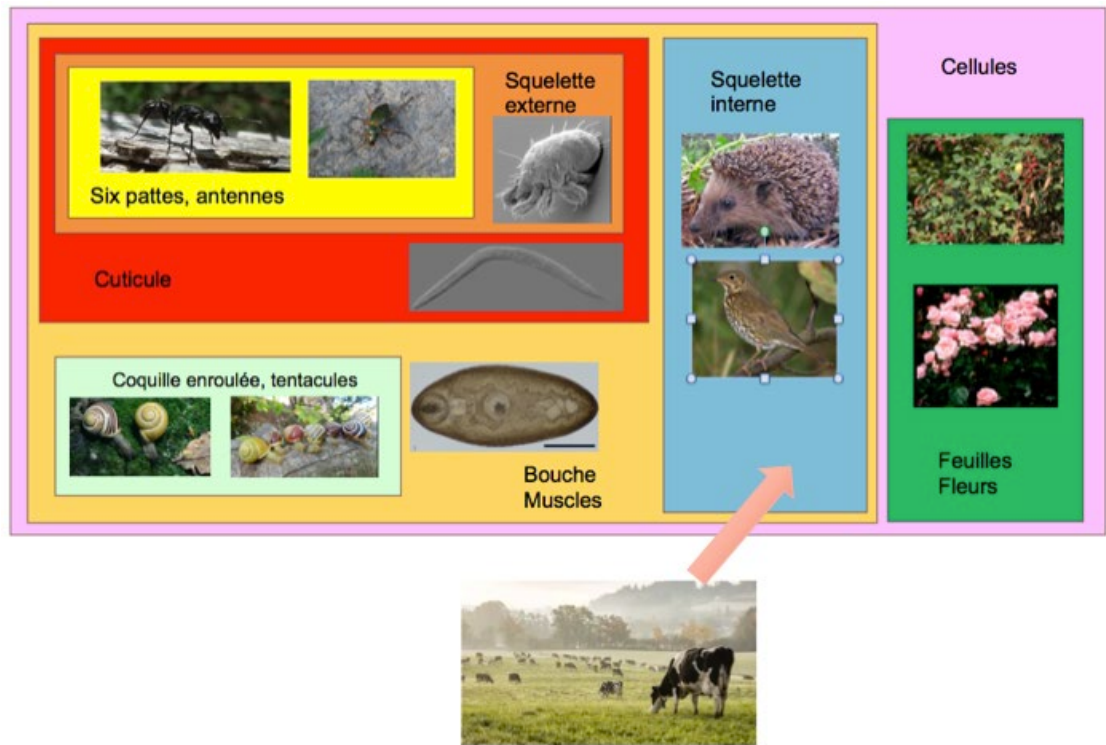


Phylogénie des mêmes organismes : degrés relatifs de parenté, une autre façon de montrer l'emboîtement (à partir du cycle 3) :

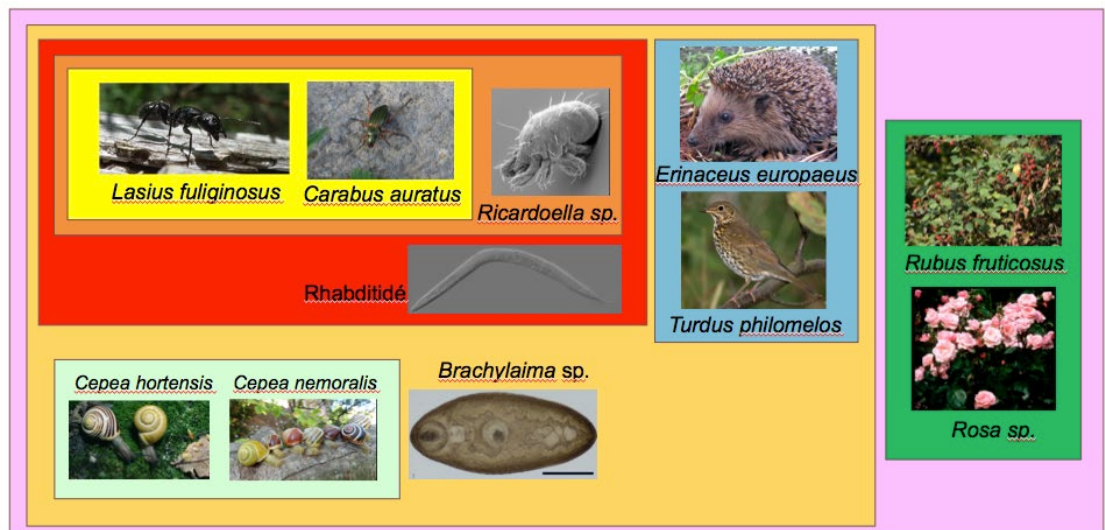


Ranger (à partir du cycle 3)

Par exemple, ranger la vache

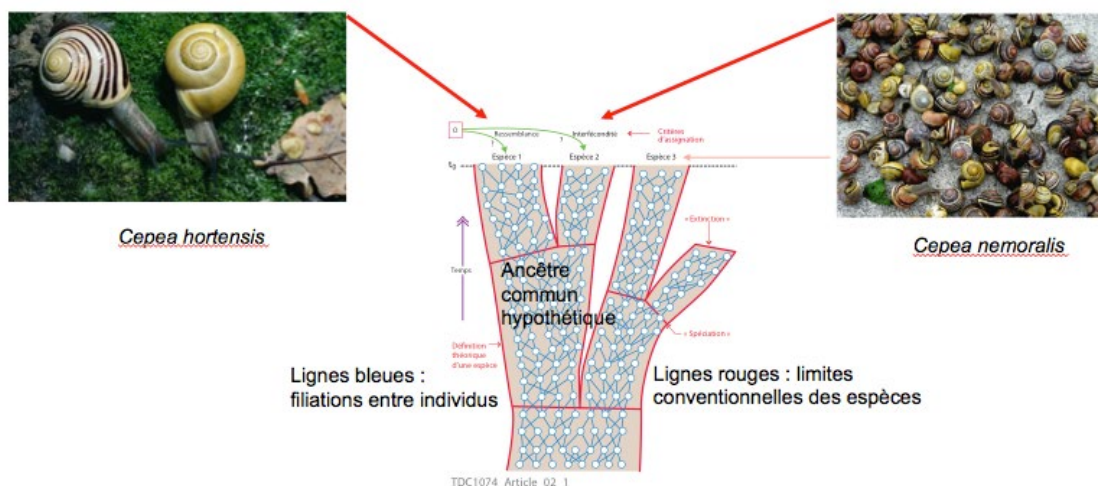


Nom des espèces (pour mémoire)



II.3. Définition de l'espèce (à partir du cycle 3)

Il se trouve que le groupe-frère de *Cepea nemoralis* dans la faune actuelle n'est autre que l'escargot des jardins, *Cepea hortensis*, avec lequel d'ailleurs il est parfois confondu. Ces deux espèces ont divergé depuis environ 20 millions d'années. Cet exemple peut favoriser une définition diachronique de l'espèce (c.a.d. dans la profondeur du temps), comme recommandé lorsqu'on parle de « définition ».



Comment différencier les deux espèces sœurs ?

Le plus souvent, il suffit de regarder la grosse lèvre (ourlet) qui borde l'ouverture de la coquille. Si elle est noire, il s'agit d'un escargot des bois, si elle est blanche, vous êtes devant un Escargot des jardins ou un Escargot des forêts.

Pour beaucoup de collègues non experts, ce point est difficile à comprendre dans le temps et l'espace.



La **reconnaissance** (l'identification) de l'espèce est mobilisable dès le **cycle 2**, en revanche la **définition théorique** de l'espèce (en diachronie) est mobilisée à partir du **cycle 3**.

II.4. Notion de fossile (à partir du cycle 3)

Exemple de *Cepea nemoralis* fossilisé : on remarquera que les couleurs de la coquille ont disparu.



Accumulation de coquilles de mollusques (*Cepaea nemoralis*) dans le niveau de limon fluviatile sous jacent au tuf calcaire de Caours dans la Somme (début de l'interglaciaire Eémien). L'objectif de ces recherches est de reconstituer les paléoclimats et les paléoenvironnements continentaux contemporains des occupations humaines du Paléolithique moyen récent (Néandertal) dans le nord de la France.

Il pourrait- être intéressant de faire le lien avec le bocage – trame verte et bleue - et son évolution actuelle. Ceci permettrait de faire des liens avec les paysages passés et futurs.

III. Partie bleue (D'où ça vient ?)

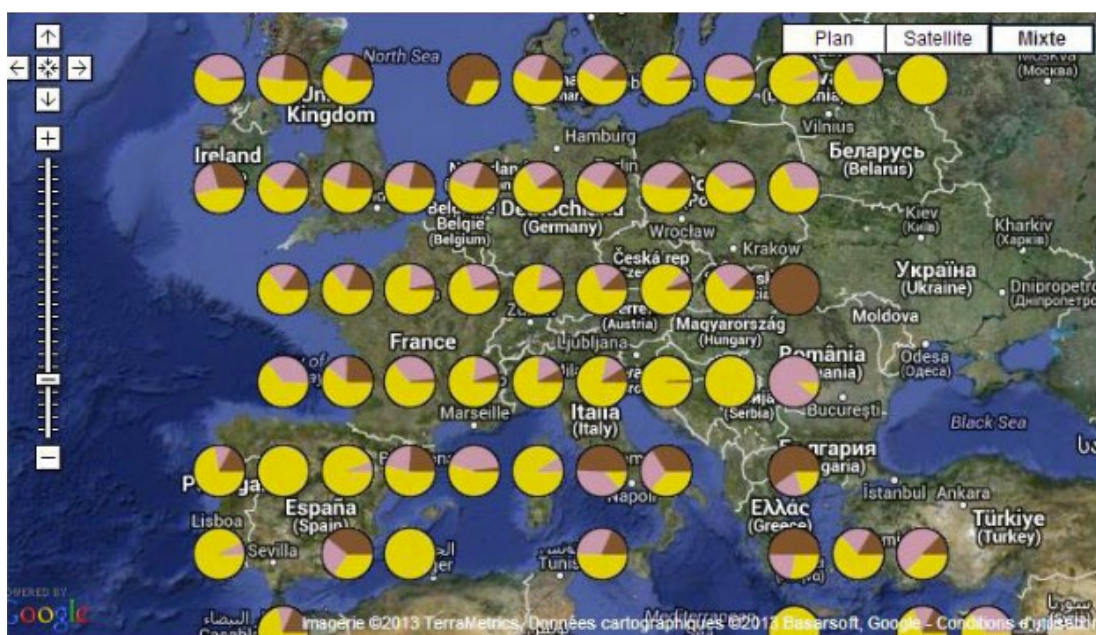
Le triptyque variation, transmission, limites (ou contraintes) est celui qui donne naissance à un effet statistique qu'on appelle sélection naturelle (effet dû à un succès reproducteur différentiel entre variants).

Remarque : s'il n'y a pas de limites immédiates à la prolifération de la descendance, on assiste à un effet statistique qu'on appelle dérive (des fréquences des variants).

III.1. Variation (à partir du cycle 2)

Photo des variations de coquilles de *Cepea nemoralis*. Leur coquille est globuleuse et de grande taille. Leur pattern peut varier, tant en coloris qu'en dessin : du jaune au brun, en passant par le rose, avec ou sans bandes spirales plus ou moins larges (5 bandes au maximum). Elle ne comporte jamais de dessins irréguliers (marbrures). Son aspect est lisse, et parfois brillant.

Chez l'humain, on observe aussi la variation : il n'y a pas deux personnes qui ont le même visage. Même deux jumeaux manifestent de légères différences.



Légende des diagrammes de la carte

- Forme rose de *Cepaea* dans la localité
- Jaune
- Marron

Figure de Vigie-Nature-École : variabilité de la couleur de la coquille de *Cepaea nemoralis* à l'échelle de l'Europe

III.2. Transmission (reproduction) (à partir du cycle 2)

Les escargots des bois font des petits par reproduction sexuée. On peut fournir des éléments sur la reproduction des escargots (hermaphroditisme) :

Lorsque les escargots se déplacent (par temps humide, ou bien la nuit), ils laissent derrière eux une traînée de mucus. C'est cette substance qui contient les odeurs par lesquelles ils se retrouvent, tout particulièrement au printemps. En effet, les escargots « sentent » en utilisant leurs tentacules. Lorsqu'ils se rencontrent, ils procèdent à une parade nuptiale qui peut durer plusieurs heures, au cours de laquelle ils se touchent par les tentacules et se frôlent. Puis l'accouplement a lieu, tête bêche, car les deux partenaires sont à la fois mâle et femelle. Chacun déploie alors un pénis qui délivre dans le vagin de l'autre un sac de spermatozoïdes appelé spermatophore. Chez chacun, ce sac sera stocké dans le corps jusqu'à ce que les ovules parviennent à maturation. Lorsque ce moment est venu, la fécondation a lieu à l'intérieur du corps de l'escargot. L'escargot creuse alors un petit trou dans le sol humide dans lequel il dépose les œufs fécondés, puis les recouvre de terre. Les œufs restent à l'humidité entre deux à trois semaines. Il en sortira de minuscules escargots (développement direct) qu'on appelle des juvéniles, qui atteindront la maturité sexuelle au bout de deux ans.

<https://www.vigienature-ecole.fr/node/83>

III.3. Limites (ou contraintes, et donc sélection naturelle) (à partir du cycle 4)

Résumé du site de la LPO

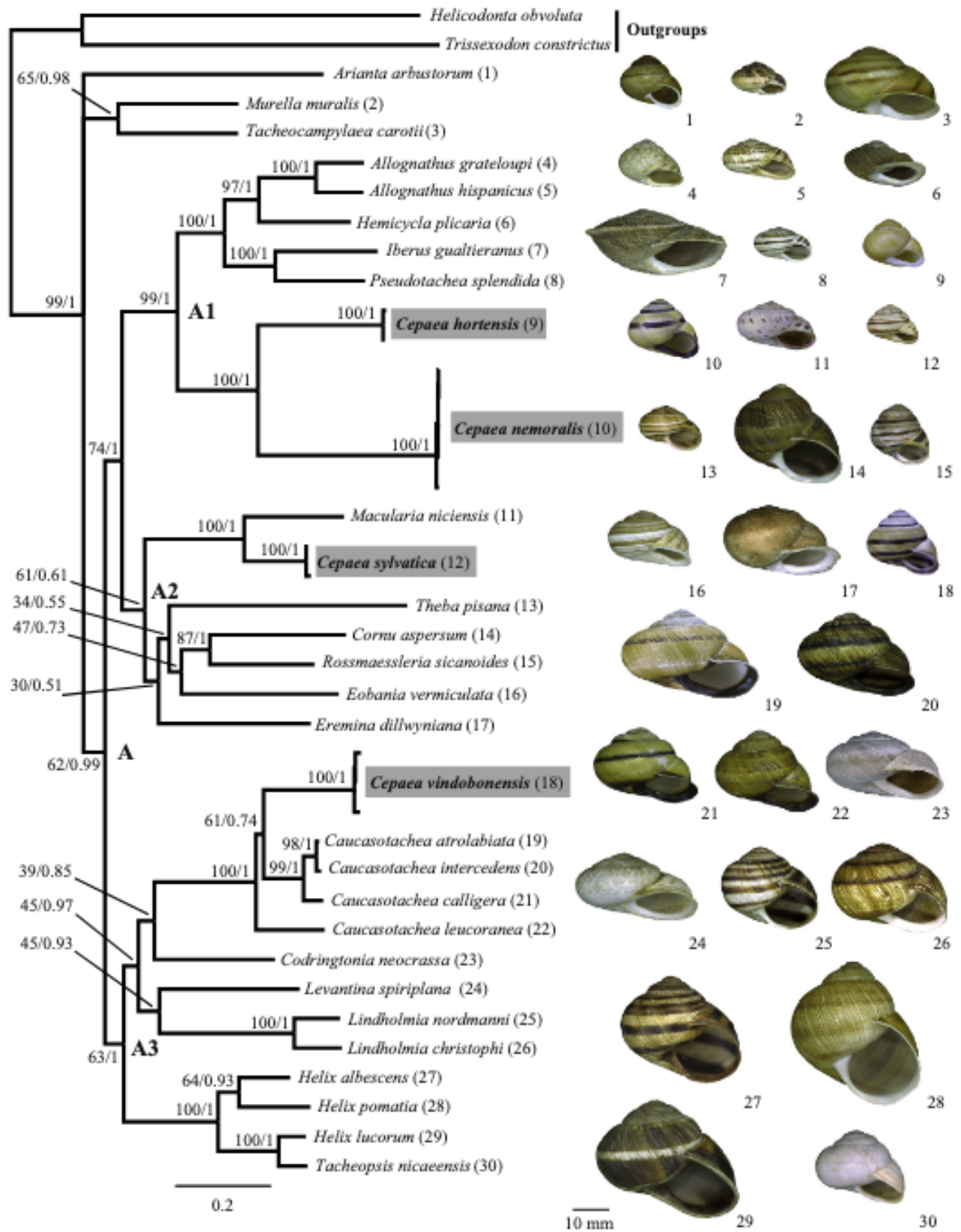
La coquille de l'escargot des haies montre des couleurs et des dessins très variés ; avec ou sans bandes (le maximum de bandes étant de cinq).

Deux paramètres influent sur cette diversité : la prédation et la température. La Grive musicienne repère mieux les coquilles jaunes unies (les bandes forment un meilleur camouflage). On pourrait croire alors que tous les escargots arborant une coquille jaune unie devraient progressivement disparaître au profit des individus portant une coquille rayée. Il n'en est rien car la température joue aussi un rôle. Les individus à bandes sont plus sensibles aux rayonnements solaires que les individus clairs. Les escargots sombres meurent en plus grand nombre en zone ensoleillée, car leur coquille s'échauffe plus.

En outre, le risque d'être capturé par les grives dépend aussi de l'environnement. Ce ne sont pas les mêmes escargots qui sont favorisés dans les buissons, dans l'herbe ou sur les rochers, en fonction des possibilités pour les grives de les voir. Et comme la végétation change d'aspect au cours de l'année, les formes qui échappent à la prédation ne sont pas toujours les mêmes. Les divers facteurs de sélection agissent parfois à l'inverse les uns des autres. Résultat : les populations d'escargots restent toujours aussi variées. Ici, la contrainte de la prédation et la contrainte de température produisent ensemble un effet sélectif de maintien de la diversité.

III.4. Généalogie puis Phylogénie de *Cepea* (à partir du cycle 4)

Dans cette phylogénie du genre *Cepea* (et autres genres proches) publiée par Nieber & Hausdorf (2015), on constate que *Cepea nemoralis* est groupe-frère de *Cepea hortensis*. Elle a été obtenue par comparaison de gènes mitochondriaux (Cytochrome oxydase C, 16S rDNA) et nucléaires (28S rDNA, 5,8S rDNA, ITS2).



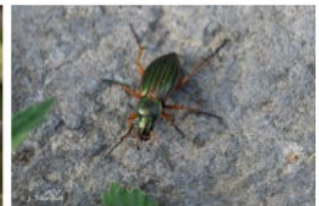
IV. Bas du diagramme : les trois niveaux de la biodiversité (à partir du cycle 4) :

IV.1. Premier niveau : diversité dans l'espèce

On peut aussi travailler sur les abondances en fonction de différents supports (rochers, haies, prairie, etc.).



IV.2. Second niveau : entre espèces en un lieu donné



Grive musicienne : *Turdus philomelos* Carabe doré : *Carabus auratus*



Ronce commune : *Rubus fruticosus*

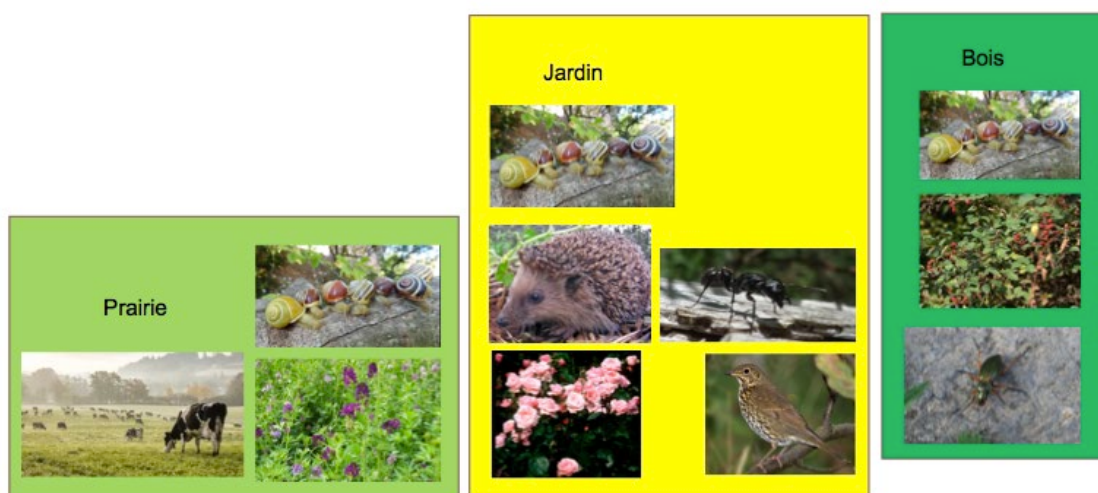


Hérisson : *Erinaceus europaeus*



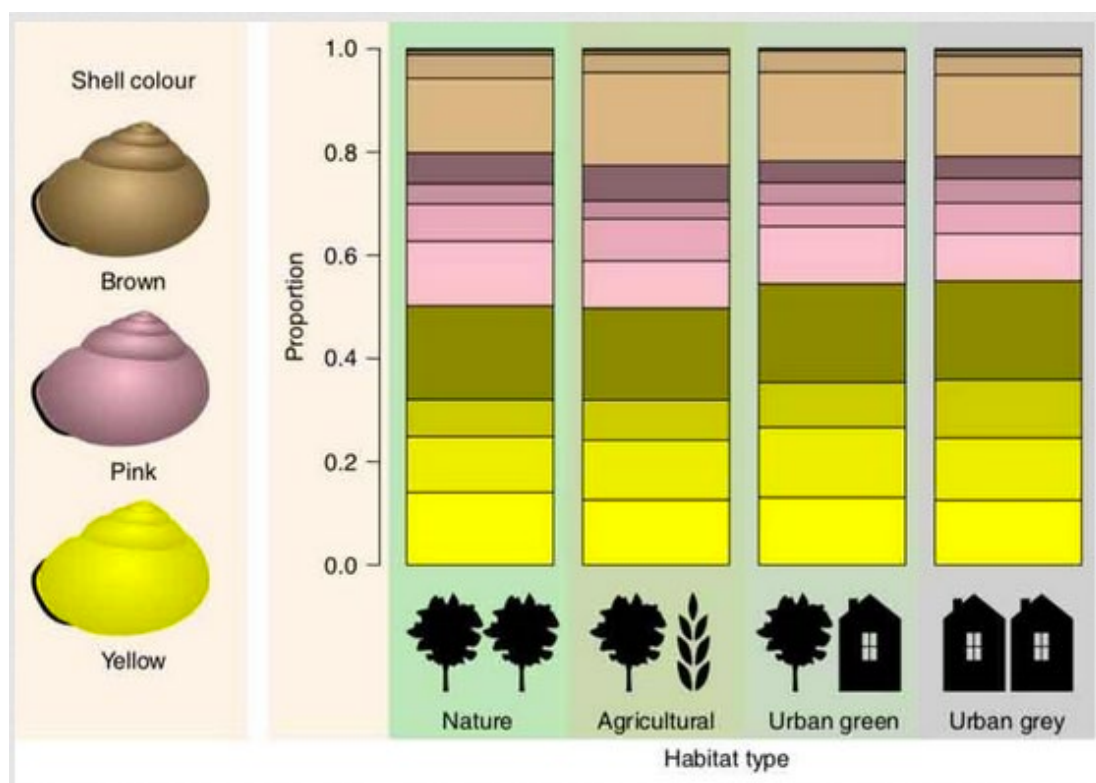
Escargot des bois : *Cepea nemoralis*

IV.3. Troisième niveau : entre assemblages d'espèces en un lieu donné



V. Relation avec le changement climatique (à partir du cycle 4)

Il a été démontré que les escargots des bois aux coquilles jaunes survivent mieux en milieu plus chaud, notamment dans les îlots de chaleur urbains (Niels et al., 2019) et lus généralement à l'échelle de l'Europe (Silvertown et al., 2011).



Les conditions environnementales urbaines sont favorables aux jaunes et défavorable aux roses. L'effet se manifeste aussi bien dans les zones urbaines « vertes » (parcs, jardins, espaces verts) que « grises » (friches industrielles, zones commerciales ou résidentielles), preuve qu'il dépend plus de la température ambiante que de caractères liés à la structure ou à la biodiversité des différents milieux urbains. Cependant, il semble y avoir une limite à cette tendance : quand on s'approche des maxima de l'îlot de chaleur urbain, la proportion de jaunes cesse de croître.

Bibliographie

Traits d'histoire de vie de *Cepea nemoralis* : **La Hulotte** n° 97 et 98 (2013)

Lecointre, G. (Dir.). 2008. Comprendre et enseigner la classification du vivant. Seconde édition. Belin Education.

Lecointre, G. (Dir.). 2021. Guide critique de l'évolution. Seconde édition. Belin Education.

Neiber, M.T. & Hausdorf, B. 2015. Molecular phylogeny reveals the polyphyly of the snail genus *Cepaea* (Gastropoda: Helicidae). August 2015. [Molecular Phylogenetics and Evolution](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.07.022) 93 (suppl. 2); DOI:10.1016/j.ympev.2015.07.022

Niels A.G. Kerstes, Thijmen Breeschoten, Vincent J. Kalkman & Menno Schilthuizen. **Snail shell colour evolution in urban heat islands detected via citizen science**. 2019. COMMUNICATIONS BIOLOGY 2:264

Silvertown J, Cook L, Cameron R, Dodd M, McConway K, et al. (2011). **Citizen Science Reveals Unexpected Continental-Scale Evolutionary Change in a Model Organism**. PLoS ONE 6(4): e18927.

Ressources :

Site **LPO** :

<https://www.lpo.fr/decouvrir-la-nature/fiches-especes/fiches-especes/invertebres/gasteropodes/escargot-des-haies>

Activités proposées par **Vigie-Nature école** :

https://depot.vigienature-ecole.fr/ressources/activites/Escargots_diversite_alleleque.pdf

Site Zoom Nature de Gérard Guillot, enseignant :

<https://www.zoom-nature.fr/levolution-dun-escargot-sous-la-loupe-des-sciences-participatives/>

Clé de détermination simplifiée des escargots courants :

<https://cbnfc-ori.org/sites/default/files/documentaton/files/cle-de-determination-escargots-jardins-seul-web.pdf>

Annexe E – Tableau de ressources en biodiversité associées aux notions du parcours

QU'EST-CE QUE C'EST ?													
CYCLE 1	Ex	CYCLE 2	Ex	CYCLE 3	Ex	CYCLE 4	Ex	Lycée	Ex général	Ex Lycée technologique	Ex Lycée professionnel		
Observer le vivant Unité et diversité du vivant Nommer les parties / décrire Comparer / ressemblance Dessiner le vivant	S'appuyer sur l'approche par les sens et la mobilisation du langage pour décrire. Mise à profit des élevages.	https:// Possible approche descriptive (lien avec le langage) en relation avec la notion de "portrait" au programme. Dessin d'observation. Comparaisons mobilisant le vocabulaire. Repérer des régularités dans les observations.	https:// Première approche de la différence langagière vernaculaire / scientifique. Prise de conscience de la nécessité d'un consensus de langage pour se comprendre. Objectivité/subjectivité. Dessin d'observation. Comparaisons sous forme de tableaux / matrices. Différencier données et connaissances.	https:// Réflexion approfondie sur trier / classer pour comprendre pourquoi on choisit le classement dans le but de rendre compte de l'histoire évolutive. Sorties : première approche des clés de détermination (utilitaires).	https:// Observations à différentes échelles de la constitution des organismes étudiés et de la diversité du vivant (dont les bactéries, les champignons, les ciliés, etc.) Utilisation d'outils variés (loupes, microscopes, capteurs de paramètres physico-chimiques, etc.). Mesures. Comptages. Exploitation mathématique des données. Apprendre du vocabulaire anatomique.	https:// 2 de GT: Organisation fonctionnelle du vivant, organismes multicellulaires, différents échelles du vivant. 1ère gale: une structure complexe: la cellule vivante. Notion d'homologie.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr						
	Apprendre à constituer des ensembles d'objets et à expliquer son choix (critère). Premiers rangements (du plus petit au plus grand objet). Evocation de la notion de fossiles possible, en s'appuyant sur l'attrait des maternelles pour les dinosaures.	https:// Avec les premières activités de classement simple, possibilité d'approcher une première définition morphologique de l'espèce. Premières réflexions sur trier / classer, en lien avec les mathématiques.	https:// Terrain fossilière / Visite de carrière. Travail sur les frises. Les grandes zones climatiques de la Terre et la répartition des faunes et des flores. Définition de l'espèce.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr									
Classer le vivant : notion de classification scientifique Définition de l'espèce Notion de degré de parenté entre espèces		Classification de formes géométriques, premières classifications emboîtées simples possibles.	https:// Classifications emboîtées. Premières réflexions en termes de "qui est plus proche de qui ?"	https:// Mise en évidence de la correspondance entre les groupes emboîtés et les arbres : c'est la même hiérarchie. Premiers arbres phylogénétiques. Réflexions en termes de "qui est plus proche de qui ?"	https:// Distinction entre diversité et abondance. S'engager dans un projet de sciences participatives (exemple: "Vigie-Nature Ecole") pour identifier et recenser différentes espèces animales et/ou végétales.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	2 de GT Utiliser des détermination d'espèces pour découvrir la diversité des êtres vivants du sol. L'espèce a sa moyenne morphologique maintenue par la sélection. Et son intégrité maintenue par les barrières à la reproduction. Exemples de barrières à la reproduction	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr				
	Arbres phylogénétique			https:// Eventuellement, commencer à aborder l'inventaire du vivant ?	https:// Distinction entre diversité et abondance. S'engager dans un projet de sciences participatives (exemple: "Vigie-Nature Ecole") pour identifier et recenser différentes espèces animales et/ou végétales.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr							
Distinction entre diversité, abondance, biomasse	-	Diversité : compter des espèces dans un endroit donné	https:// Classifications emboîtées. Premières réflexions en termes de "qui est plus proche de qui ?"	https:// Mise en évidence de la correspondance entre les groupes emboîtés et les arbres : c'est la même hiérarchie. Premiers arbres phylogénétiques. Réflexions en termes de "qui est plus proche de qui ?"	https:// Distinction entre diversité et abondance. S'engager dans un projet de sciences participatives (exemple: "Vigie-Nature Ecole") pour identifier et recenser différentes espèces animales et/ou végétales.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	2 de GT Utiliser des détermination d'espèces pour découvrir la diversité des êtres vivants du sol. L'espèce a sa moyenne morphologique maintenue par la sélection. Et son intégrité maintenue par les barrières à la reproduction. Exemples de barrières à la reproduction	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr				
Diversité dans l'espèce	Possibilité de premières mosaïques de la diversité dans la classe.	Mosaïques de la diversité dans la classe (lobes d'oreilles, couleurs des yeux, cheveux...) en lien avec l'EMC et la notion de respect. Observer et dessiner différents individus d'une même espèce (ex : cochenilles).	https:// A compléter	https:// Eventuellement, commencer à aborder l'inventaire du vivant ?	https:// Distinction entre diversité et abondance. S'engager dans un projet de sciences participatives (exemple: "Vigie-Nature Ecole") pour identifier et recenser différentes espèces animales et/ou végétales.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	2 de GT Utiliser des détermination d'espèces pour découvrir la diversité des êtres vivants du sol. L'espèce a sa moyenne morphologique maintenue par la sélection. Et son intégrité maintenue par les barrières à la reproduction. Exemples de barrières à la reproduction	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr				
Diversité des assemblages d'espèces	Première observation d'un milieu naturel proche de l'école	Première observation d'un milieu naturel proche de l'école	https:// A compléter	https:// Eventuellement, commencer à aborder l'inventaire du vivant ?	https:// Distinction entre diversité et abondance. S'engager dans un projet de sciences participatives (exemple: "Vigie-Nature Ecole") pour identifier et recenser différentes espèces animales et/ou végétales.	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr	2 de GT Utiliser des détermination d'espèces pour découvrir la diversité des êtres vivants du sol. L'espèce a sa moyenne morphologique maintenue par la sélection. Et son intégrité maintenue par les barrières à la reproduction. Exemples de barrières à la reproduction	https://www.i-n.org https://www.lp.org https://planet-t.org https://eduscol.org https://pia.ac-p.fr				

"l'extinction" : vitesses des extinctions, distinguer des diminutions d'abondances d'extinctions d'espèces	Premières études documentaires possibles. Lien avec les mathématiques et les représentations graphiques.	Notion d'extinction possible à évoquer à partir de l'exemple des dinosaures, ou d'espèces plus contemporaines.	Notion d'extinction possible à évoquer à partir de l'exemple des dinosaures, ou d'espèces plus contemporaines.	Distinction entre diversité, abondance et biomasse. Comparaison des grandes biomasses (par ex. biomasse des animaux domestiques énorme, mais petite diversité, biomasse des mammifères carnivores nulle)
Variation + Diversité + Assemblages = notion de biodiversité				
QU'EST-CE QUE ÇA FAIT ?	PROIETS / ACTIVITES	CYCLE 3	CYCLE 4	Lycée
Connaître (les besoins nutritifs et) régimes alimentaires (relation de prédation)	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/
Classification alimentaire et sources d'alimentation	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/
Connaître d'autres types de relations : services mutuels (mutualisme)	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/
Réseaux trophiques	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/
Réseaux mutualistes	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/
Notion d'écosystème	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/
D'OÙ ÇA VIENT ?	PROIETS / ACTIVITES	CYCLE 3	CYCLE 4	Lycée
Première approche de la variation dans l'espèce	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction	https://svt.ac-vr.fr/

Reproduction des plantes, des animaux
Transmission aux générations suivantes, généalogie
Développement des êtres vivants

Mise à profit des élevages, plantations et sorties (à la ferme par exemple).

Mise à profit des élevages, plantations et sorties (à la ferme par exemple). Notion de temps long. Observations des êtres vivants dans leur environnement proche. Première approche de la sélection naturelle possible, sous la forme d'élaboration réflexive de scénarios.

Expliquer les mécanismes à l'origine de la diversité et de la stabilité génétique des individus. Expliquer comment les phénotypes sont déterminés par les génotypes et par l'action de l'environnement. Premières notions de génétique, mutations de l'ADN, lien avec le phénotype, dynamique des populations. Modélisation de la sélection et de la dérive

Mitose, méiose. Compléter par des exemples de transmission non génétiques (comportementales, culturelles)

<https://www.ac-svt.ac-d.fr>
<https://www.ac-svt.ac-v.fr>

Approche des limites du monde

Approche de la polysémie du terme limite : limite géographique, fonctionnelle, personnelle ; limites de croissance d'un individu en fonction d'éléments endogènes ou exogènes.

Limites et risques ; limite de l'exploitation d'une ressource ; premier niveau d'approche des limites d'un écosystème

Perturbation des services écosystémiques ; limites de perturbation d'un écosystème ; limites locales vs. globales ; liens avec l'économie, systèmes socio, enjeux géopolitiques avec en lien avec un sujet relatif à la santé et biodiversité par exemple.

Remobiliser variation, transmission, limites : succès reproductif différentiel => évolution par sélection naturelle (en lien avec les échelles de temps)

Modélisation de la sélection et de la dérive (Laetoli). Travail sur les frises. Apparition et disparition des espèces au cours du temps. Sélection naturelle. Avec les outils de Laetoli, on peut aussi et surtout voir les effets de la dérive.

Expliquer que la sélection maintient la moyenne, et donc maintient l'espèce. La sélection naturelle manifeste des adaptations. Au lycée, on examine des compromis avec les contraintes historiques et les contraintes architecturales. Exaptations. Structures inutiles. Thérapies évolutives

<https://svt.ac-d.fr>
<https://www.ac-svt.ac-v.fr>

L'évolution dans le corps

OÙ ÇA VA ?

Action de l'humain (et du climat) sur la biodiversité

Sorties en milieu naturel. Etude documentaire.

1ère spécialité SVT : services environnementaux

Biodiversité dans le quotidien

Inventaires de biodiversité à la maison (vêtements, mobilier, produits...) et dans l'assiette (menu de la cantine)

Inventaires de biodiversité à la maison (vêtements, mobilier, produits...) et dans l'assiette (menu de la cantine)

Rapport à la biodiversité dans différentes cultures ; traçabilité des pêches, du bois ; mondialisation et espèces invasives. Biodiversité et santé

<https://pedagogie.ac-svt.ac-v.fr>

L'humain modifie les milieux de vie

Sorties en milieu naturel. Etude documentaire.

<https://svt.ac-v.fr>

Que faire pour préserver la biodiversité ?

Etudes documentaires, production d'une charte

Etudes documentaires, production d'une charte

<https://svt.ac-v.fr>

<https://svt.ac-v.fr>
<https://pedagogie.ac-svt.ac-v.fr>
<https://pedagogie.ac-svt.ac-v.fr>
<https://svt.ac-v.fr>

Contact presse

01 55 55 30 10

spresse@education.gouv.fr

Contact Conseil scientifique de l'éducation nationale

cse@education.gouv.fr

reseau-canope.fr/conseil-scientifique-de-leducation-nationale