

WEBINAIRE TTI.5

Séance 17

« Approches terrain climat
et biodiversité : du « net
zéro » au génie végétal »

**MERCREDI 24 MARS 2026
13h30 - 15h30**



SYNTHÈSE DE LA SÉANCE

Introduction	2
Compter jusqu'à zéro. Débats autour de la comptabilité du secteur des terres dans les politiques climatiques	3
Laure MANACH CSI Mines Paris - PSL	
Prospective écologique pour définir des Solutions fondées sur la Nature résilientes	7
Emmanuel GARBOLINO ISIGE Mines Paris - PSL	
Génie végétal : des solutions fondées sur la nature ancestrales face aux défis de l'Anthropocène	11
André ÉVETTE INRAE	

INTRODUCTION

Intitulé « Approches terrain climat et biodiversité : du « net zéro » au génie végétal », le dix-septième webinaire de TTI.5, qui a eu lieu le 24 mars 2026, a mis l'accent sur l'effet et l'évaluation du changement climatique sur l'érosion de la biodiversité en présentant des exemples relatifs (i) aux débats autour de la comptabilité carbone dans le secteur des terres à l'échelle globale, (ii) aux méthodes d'évaluation de prospective écologique appliquées aux écosystèmes végétaux et (iii) aux modes de restauration développés au niveau des ripisylves, milieux fortement dégradés par le changement global.

Ce webinaire a été animé par Nadia Maïzi, directrice de TTI.5 et du CMA de Mines Paris - PSL, et a accueilli (par ordre de présentation) :

(1) Laure Manach, post-doctorante au CSI de Mines Paris - PSL, dont la présentation a porté sur les débats autour de la comptabilité du secteur des terres dans les politiques climatiques ;

(2) Emmanuel Garbolino, enseignant-chercheur à l'ISIGE de Mines Paris - PSL, dont la présentation a porté sur la prospective écologique pour définir des Solutions fondées sur la Nature résilientes au changement climatique ;

(3) André Evette, chercheur en écologie de la restauration à l'INRAE Grenoble, dont la présentation a porté sur le génie végétal pour restaurer les ripisylves dans le contexte du changement climatique.

Compter jusqu'à zéro : débat autour de la comptabilité carbone du secteur des terres dans les politiques climatiques

Laure MANACH - CSI

Contexte

Depuis l'Accord de Paris en 2015, les États visent « net zéro » émissions pour la seconde moitié du XXI^e siècle. Le secteur des terres (forêts, agriculture) est au cœur de ces enjeux, représentant en moyenne 20 à 30 % des efforts de mitigation dans les scénarios 1,5/2°C du GIEC. Or, il existe aujourd'hui un hiatus majeur entre les modèles scientifiques et les inventaires nationaux, créant un écart de 5,5 gigatonnes de CO₂ par an (IPCC 2023). L'écart est tel que le secteur est considéré comme un puits de carbone par les inventaires nationaux, mais comme une source d'émissions par les modèles globaux. Cette recherche, mobilisant la sociologie des sciences, du climat et de la quantification, analyse les racines historiques et les conséquences politiques de cette divergence.

Histoire de la comptabilité des terres (années 1990-2000)

La distinction entre flux « anthropiques » (liés à l'humain) et « naturels » est le point de friction originel.

1992 (UNFCCC) : Les pays ont pour obligation de rapporter leurs flux anthropiques, c'est-à-dire le « *résultat direct de l'activité humaine ou le résultat de processus naturel qui ont été affectés par les activités humaines* » (IPCC 1996). La comptabilité carbone exclut les flux naturels.

1997 (Protocole de Kyoto) : La «comptabilité nette» est introduite sous la pression de pays comme les États-Unis ou la Russie, qui poussent pour déduire le carbone absorbé par leurs forêts de leurs émissions de CO₂, afin de flexibiliser leurs engagements climatiques : la gestion de l'absorption par les écosystèmes devient une stratégie climatique.

Le GIEC rend plusieurs rapports et organise plusieurs réunions pour savoir si des modèles peuvent séparer l'absorption naturelle (photosynthèse par exemple) de l'absorption liée à la gestion humaine. Un climatologue témoigne : « Il y a eu une grande conférence de l'IPCC où j'étais invité à Genève, il y avait cette question de séparer ce qui était land-use direct, c'est-à-dire l'implantation

et la gestion, des effets indirects, qui sont le CO₂ et le climat. Cette réunion a consisté à demander à la communauté scientifique : est-ce qu'on peut le faire ou pas ? Et la réponse a été non, on ne peut pas le faire. Parce qu'il y a toujours une interaction forte entre la gestion, la fertilisation et le climat, et on ne peut pas le faire, en tout cas pas à l'échelle globale. »

La réponse est donc négative : l'interaction entre gestion, climat et fertilisation est trop complexe à isoler à l'échelle globale. En conséquence, le proxy des « terres gérées » est adopté en 2003 : toute terre déclarée gérée par un État voit l'intégralité de ses flux (naturels ou non) comptabilisée comme anthropique. Ces terres sont définies comme des terres « *sur lesquelles des interventions et des pratiques humaines ont été mises en œuvre à des fins de production écologique ou sociale* » (IPCC 2006), et cette comptabilité est toujours en vigueur aujourd'hui. L'enjeu pour les pays est donc de délimiter les terres gérées, puis de mesurer les flux sur les terres déclarées comme telles.

Modélisation globale du cycle du carbone

Parallèlement, la communauté des modélisateurs climatiques (réunie notamment au sein du *Global Carbon Budget*) a développé sa propre approche. Dans les années 80-90, les scientifiques constatent un déséquilibre, qu'ils vont baptiser le « puits manquant » : quand on additionne les émissions, le CO₂ atmosphérique, et ce qui est absorbé par les océans, il manque des gigatonnes. Les écosystèmes terrestres, ou « biosphère », sont identifiés dans les années 90 les seuls réservoirs possibles pour ce carbone. En conséquence, le puits terrestre a longtemps été un terme « résiduel » des modèles de climat.

Aujourd'hui, pour calculer le bilan carbone du secteur des terres, les modélisateurs couplent des DGVMs, des modèles calculant le carbone capturé par les écosystèmes, et des modèles de *bookkeeping*, calculant les émissions liées à l'usage des sols (déforestation, agriculture). Contrairement aux inventaires, les modèles ne raisonnent donc pas par zones géographiques (gérées ou non), mais par types de processus biologiques et d'usages.

Conséquences de la divergence depuis l'Accord de Paris

On a donc une divergence entre deux comptabilités : celle de la communauté des inventaires, négociée à l'échelle internationale et régie par des règles encadrées par le GIEC, et celle de la communauté des modélisateurs, travaillant notamment dans le cadre du *Global Carbon Budget*, produisant un bilan carbone global.

Restée sous les radars jusqu'en 2015, cette différence est révélée dans le cadre de la mise en place du *Global Stocktake* introduit par l'Accord de Paris,

mécanisme de comparaison entre les inventaires nationaux et les scénarios produits par le groupe III du GIEC. Selon le dernier rapport du GIEC, l'écart fait que les modèles voient le secteur des terres comme une source nette, alors que les inventaires nationaux le voient comme un puits net. Le risque est que certains pays puissent revendiquer l'atteinte de net zéro au sens des inventaires (en incluant l'absorption naturelle des forêts via le proxy des terres gérées) sans que cela soit suffisant pour stopper réellement le réchauffement planétaire.

Conclusion

La comptabilité carbone n'est pas qu'une mesure technique, c'est aussi le produit de deux communautés épistémiques distinctes : celle des inventaires (ancrée dans la négociation politique et les mesures terrain) et celle de la modélisation (ancrée dans la compréhension du système Terre). Leur coexistence est un défi pour les prochains rapports du GIEC, dans un contexte où les écosystèmes sont à la fois largement mobilisés pour leurs capacités de captage dans les politiques climatiques, mais s'avèrent également de plus en plus fragiles face à la crise climatique.

Q&A

Est-ce que la diversité des modèles (climatologies, trajectoires technico-économiques) ajoute de l'opacité ?

Trois types de modèles différents entrent en jeu : les DGVM qui modélisent le puits, les *bookkeeping models* qui modélisent les émissions liées à l'usage des terres, et les IAM qui élaborent les scénarios. Des problèmes différents émergent en fonction de ces sous-communautés de modélisation qui ne sont pas mobilisées de la même façon autour de ce problème. Par exemple, la communauté des IAM a été surtout impliquée autour de la question du *Global Stocktake*, parce que c'est là où l'on cherche à évaluer ce que les pays veulent faire par rapport aux scénarios modélisés par le GIEC. Un deuxième ensemble d'interface concerne plutôt ce qui s'est passé pour la période historique, où les DGVM et les *bookkeeping* sont mobilisés pour essayer de comprendre l'écart avec les inventaires.

On aimerait imaginer que les personnes réalisant les inventaires maîtrisent les processus d'émission et d'absorption au niveau du sol. Quelles sont les spécialités des domaines des scientifiques qui réalisent ces inventaires ?

Les règles régissant les inventaires ont été négociées à l'échelle internationale dans les différentes COP et sont régies par la *Task force* du GIEC. Pour ce qui concerne le secteur des terres, les personnes impliquées viennent plutôt

de la foresterie, donc de la science forestière, des inventaires forestiers. De fait, quand ces inventaires ont été mis en œuvre, ils ont puisé dans ce qui était déjà fait dans les inventaires forestiers de chaque pays. En revanche, la réalisation concrète et effective des inventaires n'est pas nécessairement effectuée par des scientifiques. Selon les moyens des pays, ce sont plutôt des profils d'ingénieurs qui s'en chargent, comme c'est le cas en France. Cela reste variable selon les pays : agences gouvernementales, associations... Les profils varient beaucoup.

Il semblerait que les États soient implicitement encouragés à anthropiser, gérer les terres pour que la captation rentre dans la comptabilité des puits de carbone. Est-ce le cas ?

Les règles du protocole de Kyoto permettaient aux pays de classer des terres comme gérées pour décompter les absorptions qui avaient lieu sur ces terres de leurs émissions. Donc, effectivement, il y avait une certaine incitation à faire ça. Cependant, cette stratégie est assez dangereuse dans le sens où une forêt classée « gérée » qui deviendrait une source par la suite sera considérée comme une source anthropique et ajoutée à vos émissions.

La classification des terres relève-t-elle de l'initiative de chaque pays ?

Oui, mais des règles internationales encadrent cette classification. Elles sont assez complexes et ont fait l'objet de longues négociations.

Quel est l'ordre de grandeur des écarts de quantification entre les différentes méthodes de comptabilité et quelle est l'incertitude associée ?

L'écart de comptabilité avait été estimé à 3 GtCO₂ au moment de sa découverte. Aujourd'hui, on est plutôt autour de 9 Gt, et le dernier rapport du GIEC l'avait estimé à 5,5 Gt. Donc voilà, on est sur un écart quand même assez important, loin d'être négligeable, et qui va en s'accroissant. Il sera amené à « compter » de plus en plus au fil de la réduction des émissions.

Est-ce que les deux méthodes finiront par converger, et comment se positionnent les lobbies dans cette discussion ?

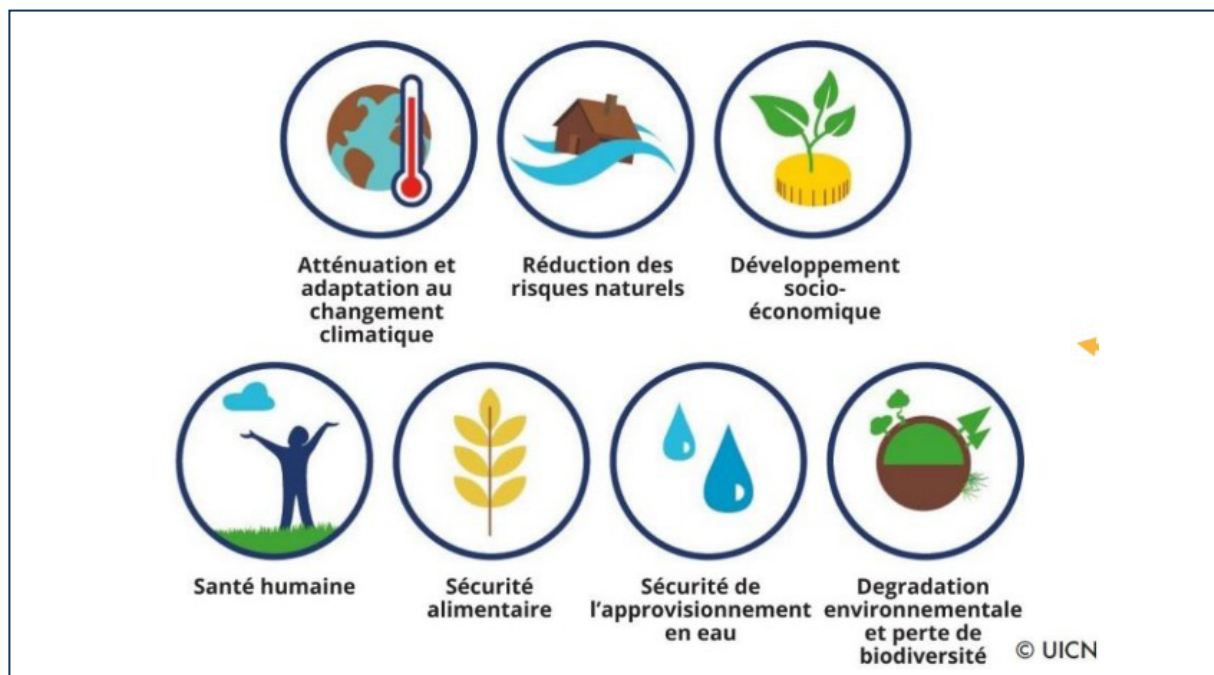
C'est toujours un problème qui est en discussion, donc on ne sait pas forcément comment ça va évoluer de manière définitive, mais l'idée n'est pas d'aller vers une fusion des deux comptabilités. Cette piste a été globalement écartée, car les deux méthodes ont de bonnes raisons d'exister et elles ont des objectifs différents. L'idée du débat à l'heure actuelle est plutôt d'arriver à passer facilement d'une comptabilité à l'autre et de pouvoir transiter facilement entre les deux.

Prospective écologique pour des « Solutions fondées sur la Nature » résilientes

Emmanuel GARBOLINO – ISIGE

Contexte

Selon l'OCDE (2019), la biodiversité fournit des services écosystémiques estimés à 130 000 milliards de dollars par an (supérieur au PIB mondial). L'érosion actuelle de la biodiversité (disparition de populations et d'espèces) menace ces fonctions. En France, 3 milliards d'euros sont investis annuellement pour la protéger, alors que les besoins mondiaux nécessiteraient de quadrupler les investissements actuels afin de passer de 220 à 900 milliards de dollars. Les solutions fondées sur la nature (SfN), dispositifs qui permettent à la fois aux êtres humains de continuer à se développer et d'utiliser la nature et ses services, et en même temps de maintenir des équilibres voire d'améliorer la biodiversité dans certains secteurs, offrent des pistes pour remplir nos engagements climatiques (ou d'autres défis sociétaux) tout en restaurant la biodiversité. Une SfN peut consister en la préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique ; en l'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines ; ou encore en la restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes.



Les 8 critères des SFN – source : UICN.

Critères des SFN

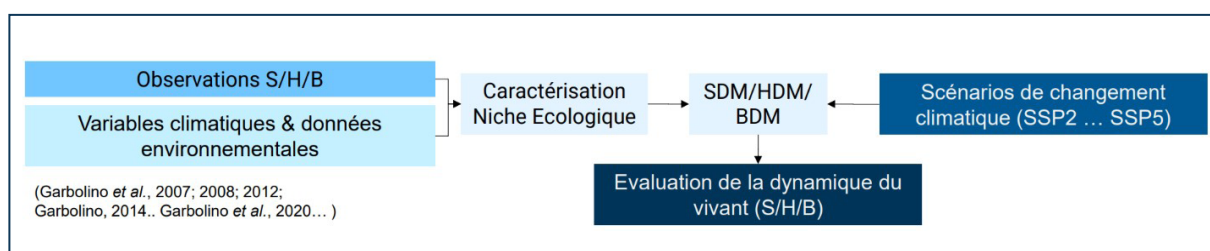
Les SfN ne sont pas de simples infrastructures vertes, elles doivent répondre à 8 critères précis élaborés par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Parmi ceux-ci, l'un des plus notables est de répondre à un défi sociétal (risques naturels, santé, climat). La solution doit également démontrer un gain net de biodiversité par des inventaires rigoureux. Des exemples courants incluent l'utilisation de l'ingénierie écologique pour stabiliser les versants, afin de limiter l'érosion ou les inondations ; ou encore la lutte contre les îlots de chaleur urbains (ICU) impliquant une végétalisation des milieux urbains.

Le changement climatique : un facteur d'incertitude majeur pour la biodiversité

Le climat impacte la physiologie des espèces et les taux de mortalité, tout en intensifiant les aléas naturels majeurs ou en favorisant les vecteurs de maladies affectant ainsi le matériel végétal utilisé pour les SfN. Des boucles de rétroaction impliquant la biodiversité ont été mises en évidence : l'érosion de la biodiversité réduit par exemple la régulation thermique des forêts, ce qui intensifie le changement climatique local. D'autres études montrent que les épisodes de sécheresse peuvent causer jusqu'à 100 % de mortalité sur des jeunes plantations de restauration écologique. Les modèles du GIEC prévoient une accélération de ce stress d'ici la fin du siècle, surtout dans le scénario SSP5-8.5 (+4°C).

Mise en œuvre d'une démarche prospective pour définir des solutions robustes

Les données climatiques sont trop peu détaillées pour étudier la résilience des SfN : résolution trop large masquant les microclimats, absence de prise en compte de la topographie locale. Pour y pallier et anticiper la réussite ou l'échec d'une SFN, différents outils sont mobilisables.



Principes généraux de la démarche prospective – source : E. Garbolino.

Les *Species Distribution Models* (SDM) croisent près de 4 millions d'observations concernant 6 000 espèces végétales avec des variables climatiques et édaphiques (sols) pour définir la « niche écologique ». Il est ensuite possible d'effectuer un *downscaling* à l'échelle de 30 mètres des données climatiques kilométriques, via une régression linéaire multiple, pour une application terrain précise.

Cette démarche prospective, appliquée au cas de la Nouvelle-Aquitaine, révèle que les espèces de milieux frais (chênes, saules, trembles) perdront leur habitat favorable au profit d'espèces xérophiles (pin maritime, bruyère). Ce basculement vers une végétation plus inflammable augmente drastiquement le risque d'incendie, créant un cercle vicieux d'érosion des sols et de perte de dynamique végétale. Le changement climatique remet donc en question les objectifs écologiques, ici les quotas d'espèces d'arbres présentes dans les parcelles de compensation écologique, avec à la clé des conséquences économiques directes et indirectes pour les porteurs de projets et les parties prenantes associées.

Conclusion

Le changement climatique crée des situations écologiques « originales » sans précédent historique. L'intégration de la prospective est vitale pour rendre les SfN robustes : elle permet de décider quelles essences planter, s'il faut créer des zones humides résilientes ou procéder à des transferts de faune. Actuellement, trop peu de décisions d'aménagement intègrent ces outils de modélisation.

Q&A

Les projets de barrières vertes (plantation d'espèces pour freiner l'avancée de zones qui se désertifient) comme la Grande Muraille verte, ont été peu couronnés de succès. Faut-il y voir une négligence d'anticipation de l'adaptation des espèces replantées ?

Il n'y a pas eu de véritable évaluation des effets du changement climatique actuel sur les plantations de la Grande Barrière verte. Cependant, il y a eu des manques dans l'identification des espèces les mieux adaptées dans certains cas. Quand on fait de la restauration écologique, c'est normal d'avoir un certain niveau de perte de végétaux, qui varie entre 0 et 20%. Cela reste acceptable au-dessus de 20%, mais lorsque l'on dépasse les 50% au bout de six mois, un an, voire deux ans, c'est que les espèces ont été mal choisies déjà vis-à-vis du climat actuel. Ensuite, il y a eu des manques quant à l'implication dans ces projets des communautés locales pour aider à maintenir ce genre d'infrastructures vertes, ce qui est l'un des 8 critères des SFN. Il est crucial de surveiller, voire d'intervenir pour limiter certaines perturbations qui pourraient engendrer une augmentation du taux de mortalité. Les 5 premières années sont déterminantes (développement des systèmes racinaires).

Dans la perspective où il existe une large gamme de futurs possibles, est-ce qu'il y a des modèles pour orienter un choix d'espèces qui pourrait être plus robuste pour essayer de parer à un éventail d'impact ?

Très peu d'entreprises de restauration écologique utilisent des modèles anticipant les effets du changement climatique. Toutefois, un principe fondamental en restauration écologique est d'éviter la monoculture, peu intéressante en termes de biodiversité : il faut essayer d'avoir au moins une dizaine d'espèces pour assurer des fonctionnalités écologiques et un premier niveau de biodiversité. Ensuite, il faut favoriser des espèces si possible autochtones habituées à un climat un peu plus sec (par exemple, des espèces que l'on retrouve en France mais acclimatées aux conditions espagnoles pour végétaliser des espaces du sud de la France), et prendre garde à ne pas planter d'espèces envahissantes. Des chercheurs à Montpellier réalisent aussi des expériences génétiques pour tenter de rendre des espèces plus résistantes aux sécheresses, mais cela pose la question des conséquences sur l'espèce elle-même et sur son écosystème.

Comment un propriétaire d'une forêt peut-il accéder à ce type d'analyse prospective pour orienter sa gestion ?

Il n'y a pas beaucoup d'outils accessibles pour évaluer si les espèces qui se trouvent dans sa parcelle vont être résilientes ou non face au changement climatique, car cette question reste un problème de modélisation traité par des centres de recherche. Le propriétaire peut contacter des chercheurs. Des réflexions sont en cours sur la façon de mettre en place un outil proposant une résolution spatiale pertinente à l'échelle des propriétés privés et qui serait disponible sur Internet.

Comment s'organise la recherche sur ces thématiques à l'échelle nationale ?

En plus des laboratoires académiques, des organismes comme l'ONF ou l'INRAE travaillent sur ces questions-là, respectivement pour la forêt et les cultures. L'ISIGE s'appuie sur un réseau et une très grande base de données. E. Garbolino contribue à un groupe de travail de l'ONB (Observatoire National de la Biodiversité), de l'OFB (Office Français de la Biodiversité) et de la FRB (Fondation de Recherche sur la Biodiversité) sur les relations entre changement climatique et biodiversité. Il existe aussi des réseaux européens et globaux, pour mettre en commun les données d'observation de la nature auxquels l'ISIGE contribue activement et participe ainsi à des travaux de recherches publiés dans des revues internationales.

Génie végétal : des solutions fondées sur la nature ancestrales face aux défis de l'Anthropocène

André EVETTE – ISIGE

Contexte

Le génie végétal consiste en l'utilisation de végétaux vivants comme matériaux d'ingénierie pour résoudre des problèmes d'érosion et restaurer les écosystèmes. Bien que perçu comme moderne, il s'agit d'un savoir ancestral universel (Chine du XVIIe siècle, Tenochtitlan en 1524, canalisation du Rhin en 1830). Délaissé après-guerre au profit du génie civil (béton/ciment), il connaît un renouveau depuis les années 1980 sous l'impulsion de pionniers comme Hugo Schiechl et Bernard Lachat. Aujourd'hui, il est reconnu comme une Solution Fondée sur la Nature (SFN) majeure pour la protection des berges et des talus.



Exemple de génie végétal. Source @Terra Erosion Control.

Performance écologique du génie végétal et bénéfices comparés

Le génie végétal surpasse le génie civil sur le plan de la biodiversité et des fonctions écosystémiques. Du point de vue de la biodiversité, on observe dans les zones concernées une richesse supérieure en macro-invertébrés, coléoptères, oiseaux et juvéniles de poissons. Contrairement à l'enrochement

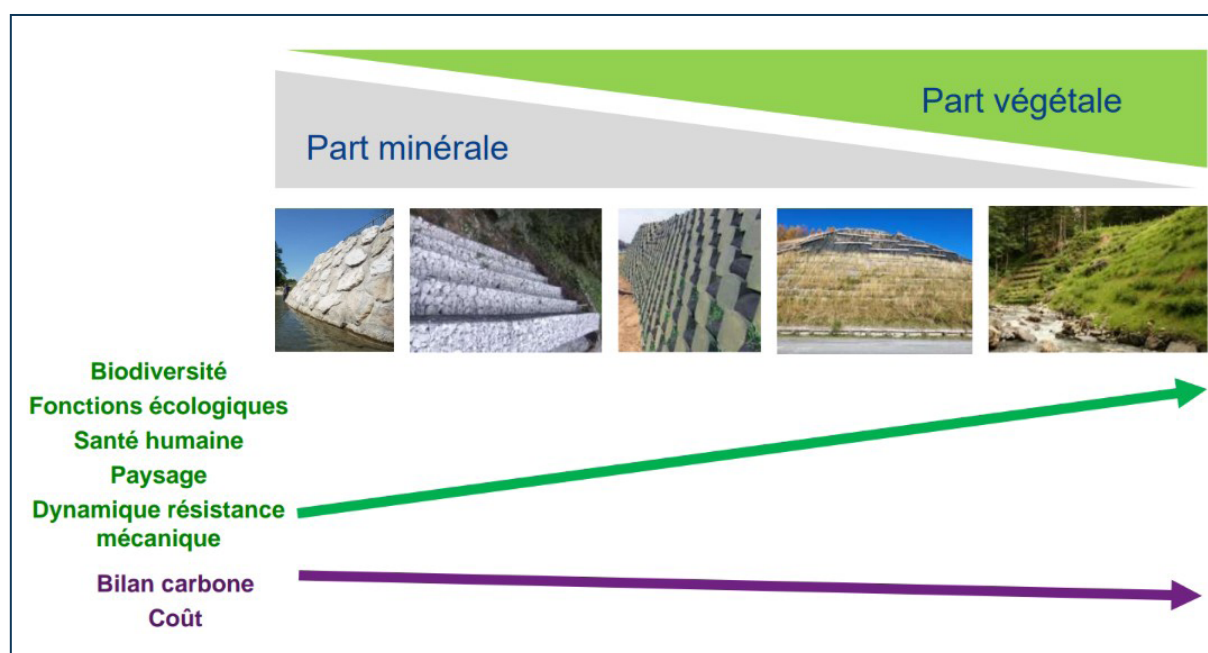
qui reste statique, la composition floristique d'un ouvrage végétal rejoint celle des communautés d'une berge naturelle en 20 à 30 ans. De plus, ces ouvrages offrent de nombreux services écosystémiques, de la régulation thermique (l'ombrage des ripisylves peut abaisser la température de l'eau de 4°C, crucial pour les salmonidés face au réchauffement) à l'épuration (restauration des fonctions de dépollution des eaux) en passant par le stockage de CO₂ qui, combiné à la faible énergie de construction, donne un bilan carbone généralement moindre que celui du génie civil. Enfin, contrairement au génie civil dont la résistance diminue avec le temps, celle d'un ouvrage de génie végétal augmente avec le temps grâce au développement racinaire.

Maîtrise technique et expérimentations

La recherche avance sur le dimensionnement des ouvrages de génie végétal. Des retours d'expérience terrain permettent de mieux connaître la résistance aux contraintes tractrices en Newtons par mètre carré, et les expérimentations ont été menées dans des milieux très divers :

- en altitude jusqu'à 2 400 m, avec des espèces subalpines (saules spécifiques) pour répondre aux besoins des stations de ski et parcs nationaux ;
- en milieu tropical, avec des chantiers en Outre-mer pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes (EEE).

L'analyse de 1 200 ouvrages réalisés dans le monde montre un taux de réussite entre 71% et 96%.



Comparaison entre le génie civil et le génie végétal – source A. Evette.

Changement global et nouveaux paradigmes

Le génie végétal doit aujourd'hui s'adapter à deux menaces : la sécheresse accrue et la pression des EEE comme la renouée du Japon. Pour faire face à ces défis, le Projet GENIMED est un programme de recherche visant à adapter la restauration des ripisylves au changement global en définissant les meilleures populations, espèces et techniques pour ce faire. Il adopte une approche participative avec des chercheurs en ingénierie écologique et en géographie sociale, 2 pépinières expérimentales, 3 gestionnaires de cours d'eau et des partenaires institutionnels. Ce projet comprend 4 volets: étudier des modèles naturels, bénéficier de retours d'expérience, réaliser des expérimentations, et mobiliser les citoyens.

Quant à une mobilisation plus large des méthodes de génie végétal, le frein principal n'est plus technique mais plus de l'ordre de la gouvernance : pour promouvoir le génie végétal, il est nécessaire de redéfinir sa performance (inclure le long terme et le social), de mieux partager les risques entre maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage et entreprises, et de passer d'une posture de contrôle déterministe à une posture plus adaptative (essai/erreur).

Le génie végétal est un outil de médiation homme-nature et peut s'inscrire dans une « philosophie de la pioche », approche allant de la réflexion conceptuelle à la réalisation manuelle. Il s'agit également d'une solution *low-tech*, puisqu'il est possible de réaliser des ouvrages sans machines lourdes ni tronçonneuses, uniquement via l'usage de la force humaine et de la traction animale, réduisant drastiquement l'empreinte carbone. Enfin, les chantiers-écoles comme en Guadeloupe montrent que la restauration des milieux régénère aussi les participants par le dynamisme collectif et l'espoir.

Conclusion

Le génie végétal marque un changement de paradigme : passer de la « performance » (génie civil) à la « robustesse » (génie vivant). S'allier avec le vivant plutôt que de chercher à le contraindre permet de créer des systèmes résilients, redondants et capables de s'autoréparer face aux crises climatiques, tout en restaurant le lien sensible entre l'humanité et son environnement.

Q&A

Où était le vivant dans l'exemple des fascines (fagots de bois mort) utilisés pour le Rhin ?

Ce sont des digues dont certaines ne vont pas être submergées, et donc la partie supérieure peut reprendre. Il y a d'autres ouvrages où tout est vivant, mais il s'agit souvent d'une combinaison de choses vivantes et non vivantes.

Dans la vallée de la Roya, suite aux conséquences de la tempête Alex, les habitants étaient un peu désespérés de la re-canalisation de la Roya avec des berges en génie civil et un lit qui ne peut pas s'adapter en cas de nouvel événement extrême. Est-ce qu'il y a des réflexions sur l'adaptation du génie végétal ?

Même sans connaître le site de la Roya, des structures rigides ont déjà été réalisées sur des torrents et résistent. Mais face à des événements extrêmes, ni le génie civil, ni le génie végétal ne peuvent tenir. Globalement, plus on laisse de la place à la rivière, plus ça va être simple. Mais le recours au génie civil est souvent justifié par un manque de place.

Qui s'empare de ces solutions, est-ce que cela concerne surtout les cours d'eau français ?

Le frein majeur du développement du génie végétal est la confiance des acteurs en une solution très empirique, qu'on ne peut pas dimensionner. Les acteurs les plus investis sont les syndicats de rivière, c'est-à-dire les gestionnaires de cours d'eau. Ces derniers ont complètement changé de paradigme en 30 ans : ils envisagent le génie végétal comme première solution et n'ont recours à l'enrochement que s'ils ne peuvent pas faire autrement. Il y a des endroits où c'est très lié à la culture locale, un agent qui adore ça ou qui a appris ça ou qui s'est lancé ; mais le momentum existe aujourd'hui en France et dans d'autres régions du monde. Les gens reconnaissent que le génie civil, bien qu'essentiel, ne fait pas tout et qu'il existe des alternatives moins chères, plus durables et, dans certaines situations, tout aussi résistantes. Le génie végétal se redéveloppe sur les cours d'eau, mais aussi sur les talus, via l'ONF et le RTM. Par exemple, le Parc de la Vanoise mène depuis deux ans une expérience sur un talus pour éviter de faire appel à des techniques de génie civil plus impactantes. Quelques stations de ski s'y intéressent également.

Les financements sont surtout publics : l'OFB, le ministère de l'Environnement avec, par exemple, la feuille de route génie écologique, les agences de l'eau, l'Union européenne ou les établissements de recherche. Il existe aussi des financements privés : Fondation Maïf, expertise indépendante, Suez Consulting, Artelia ; qui financent des missions et des travaux de recherche.

Y a-t-il des cas où la mise en place d'une solution végétale par rapport à une solution minérale ne permet pas de diminuer le bilan carbone ?

En général, le bilan carbone et le coût sont moindres pour des techniques de génie végétal que de génie civil. Mais, par exemple, il existe un cas où une rivière complètement canalisée et couverte pour une partie, a été découverte, dé-canalisée, et élargie. Il y a de part et d'autre une zone industrielle et des

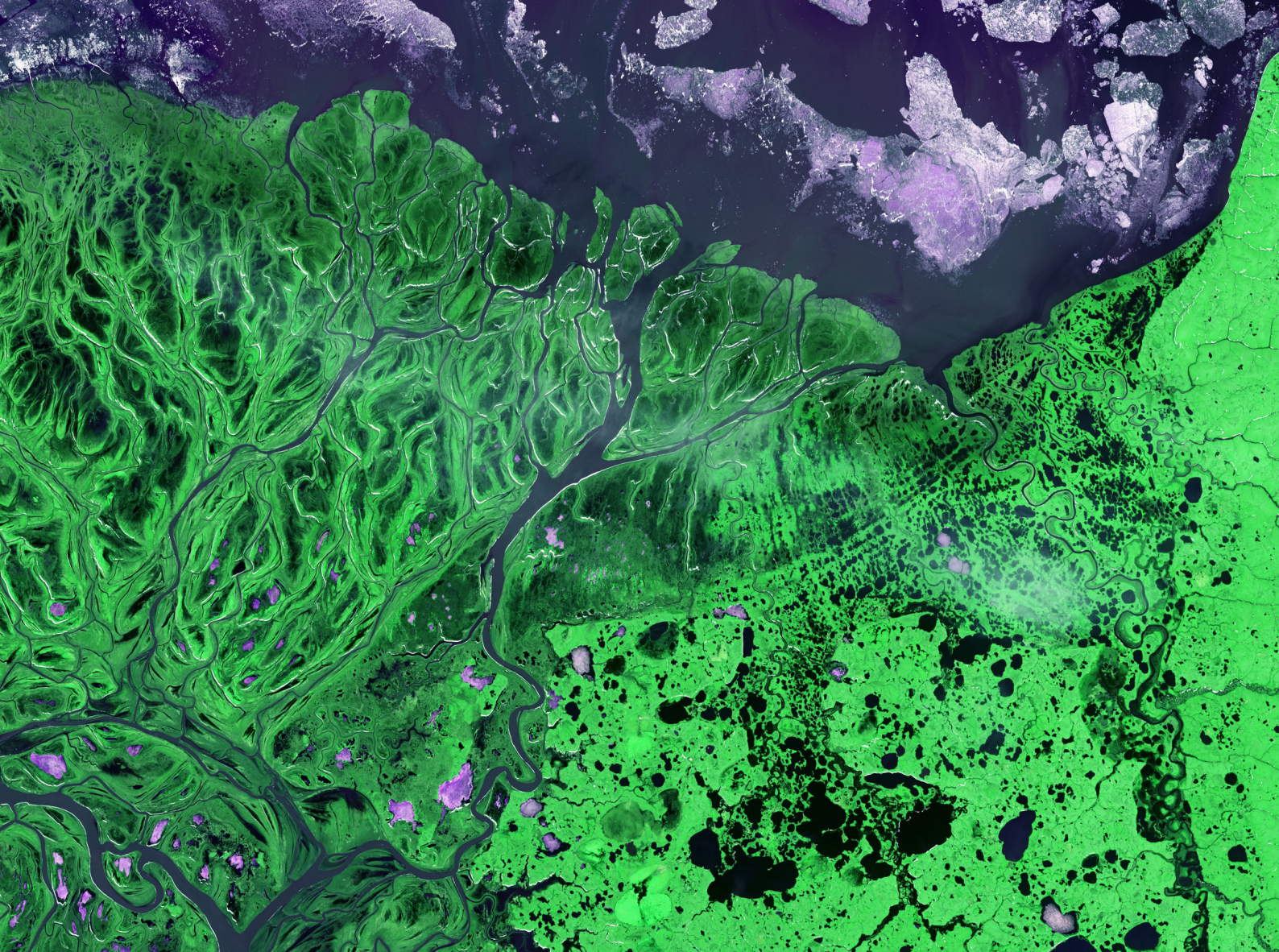
routes, ce qui exclut toute érosion. Le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage ont mis matelas gabion et ont fait du génie végétal par-dessus, par endroits. De fait, c'est revenu plus cher que si on n'avait mis que du génie civil. Il existe également des cas où les accès sont compliqués, ce qui augmente les coûts.

Existe-t-il des organisations de promotion du génie végétal ?

Il existe le Salon du génie écologique, les Associations française et européenne de génie biologique, l'AIGECO qui fédère tous les acteurs du génie écologique, ainsi que l'Union professionnelle du génie écologique. Beaucoup d'acteurs organisent des événements ou des webinaires. Les centres de recherche réalisent des vidéos, et des formations, parfois en collaboration avec l'OFB.

Y a-t-il un intérêt à essayer de regarder un peu plus loin pour voir comment ces espèces, dans le contexte d'un changement climatique, vont être adaptées à l'usage qu'on en fait aujourd'hui dans certains ouvrages ?

Dans une pépinière forestière dans l'ouest, trois espèces méditerranéennes sont en cours d'expérimentation, notamment des saules généralement utilisés pour le génie végétal. Les climats méditerranéens vont se répandre sur une bonne moitié sud et une partie de la moitié ouest de la France, il s'agit donc d'étudier des espèces et des populations qui sont mieux adaptées et de voir si dans certains cas on peut procéder à de la migration assistée. Mais quand toutes les espèces disparaissent (ce qui est le cas sur certaines berges où les ormes ont disparu depuis longtemps, où les frênes sont malades), il faut trouver de nouvelles techniques et de nouvelles espèces adaptées au monde qui vient.



CONTACT

 the-transition-institute.minesparis.psl.eu

 tti.5@minesparis.psl.eu