

PROGRAMME RÉSILIENCE V11

Questions-Réponses — Objections naturalistes

Séquestration naturelle, forêts, biodiversité et biochar : ce que disent les sources officielles

Version 3 — Corrections scientifiques finales (revue croisée ChatGPT, Copilot, Gemini)

Juin 2026 · Sources : GIEC AR6, ATEE, Philippe Ciais / LSCE, National Science Review, Directive RED III, EBC Premium Standard

Avertissement méthodologique

Ce document ne cite pas Programme Résilience comme autorité. Il cite les sources que les organisations naturalistes et les institutions reconnaissent elles-mêmes : GIEC AR6, Directive RED III, Philippe Ciais (LSCE / Paris-Saclay), National Science Review, Réseau Action Climat, Forest Europe, ONF.

L'objectif n'est pas de discréditer les préoccupations écologiques — elles sont légitimes. C'est de montrer que les données disponibles, lues avec rigueur, mènent à des conclusions différentes de celles que les opposants à la filière biochar/pyrogazéification avancent.

Toutes les sources citées sont accessibles en ligne et vérifiables.

1. Le destin réel du CO₂ absorbé par la nature

La question fondamentale que les débats évitent : quand la nature « absorbe » du CO₂, combien de temps ce carbone reste-t-il hors de l'atmosphère ? La réponse dépend entièrement du compartiment qui l'absorbe.

Compartiment naturel	Mécanisme d'absorption	Durée de stockage réelle	Quantité 2023	Fragilité
Végétation terrestre (arbres, forêts)	Photosynthèse → stockage dans la biomasse (bois, feuilles, racines)	5 à 50 ans → retour atmosphère par décomposition ou incendie. Cycle court neutre à terme.	Part dominante ~60-70 % du flux absorbé	Sécheresses, incendies, dépérissement. Forêts HN : capacité divisée par 2 depuis 2015 (National Science Review 2026)
Sols forestiers	Décomposition litière → matière organique partiellement immobilisée	Taux de stockage divisé par 2 après 10 ans, par 4 après 20 ans, quasi nul après 50 ans (Franzluebbers, Réseau Action Climat)	Faible fraction nette	Réchauffement accélère la minéralisation microbienne. Sols proches de la saturation en zone tempérée.
Océans — surface	Dissolution physique du CO ₂ dans l'eau de mer	Quelques années — réémission rapide par dégazage lors des remontées d'eaux froides	~20-30 % du flux	Saturation en CO ₂ , acidification. Efficacité réduite avec la température.

Océans — eaux profondes + pompe biologique	Diatomées et plancton : capture lors de la croissance, coulée au fond à leur mort (coque minérale)	Siècles à millénaires — stockage géologique réel	~5-10 % du flux total	Acidification des océans réduit les coques calcaires. Perturbation des courants thermohalins.
TOTAL 2023 (forêts + sols)	—	Variable selon compartiment	1,5 à 2,6 Gt CO ₂ vs 9,5 Gt en 2022 (-80 %)	Fort affaiblissement observé — Philippe Ciais, LSCE / étude internationale juillet 2024. Signal préoccupant confirmant une tendance depuis 2015.

La conclusion que les chiffres imposent

Sur 1 Gt de CO₂ absorbée par la nature aujourd'hui :

- ~60-70 % est dans le cycle végétation/sols → retour atmosphère en 5 à 50 ans
- ~20-30 % va dans les océans de surface → retour en quelques années par dégazage
- ~5-10 % seulement descend en eaux profondes ou via pompe biologique → stockage siècles/millénaires

La plus grande partie du carbone absorbé par la végétation terrestre relève d'un stockage temporaire plutôt que d'une séquestration durable. Certains écosystèmes (tourbières, mangroves, sédiments, eaux profondes) constituent des exceptions importantes — mais leur capacité totale est limitée et leur vulnérabilité croissante.

Le biochar haute température (H/C ≤ 0,4, T° ≥ 550°C) produit une séquestration comparable aux eaux profondes océaniques — 500 à 5 000 ans. Le CO₂ biogénique concentré coproduit par la filière ouvre un potentiel complémentaire via carbonatation minérale, matériaux bas-carbone, ou stockage géologique.

Les puits naturels doivent être protégés et restaurés. Mais compter exclusivement sur eux pour ramener le CO₂ atmosphérique vers des niveaux compatibles avec un climat plus stable revient à leur demander davantage que ce qu'ils ont démontré pouvoir fournir.

2. Questions-Réponses — 8 objections fréquentes

Le tableau suivant présente les objections les plus fréquentes formulées par les organisations naturalistes, ONG environnementales ou experts pro-libre évolution, avec en regard ce que disent les sources officielles qu'ils reconnaissent eux-mêmes.

Objection naturaliste	Ce que disent les sources reconnues	Réponse Résilience
« Il suffit d'atteindre la neutralité carbone et la nature s'occupera du CO₂ atmosphérique »	GIEC AR6 WG1 : 40 % du CO ₂ émis reste dans l'atmosphère après 100 ans. Fraction persistante 300 à 1 000 ans. (Nature, 2008 : « Carbon is forever ») Wikipédia / neutralité carbone : selon le rapport spécial GIEC 1,5°C, il faut extraire 100 à 1 000 Gt entre 2018 et 2100 — même dans le scénario le plus optimiste.	La neutralité carbone arrête l'aggravation — elle ne réduit pas le stock existant à 420 ppm. Ce stock persistera des siècles sans extraction active. Rien n'indique aujourd'hui que les puits naturels puissent, à eux seuls, ramener rapidement la concentration atmosphérique vers les niveaux préindustriels, et encore moins depuis le signal d'affaiblissement confirmé depuis 2015.
« Les forêts et les sols absorbent suffisamment de CO₂ pour compenser »	Étude internationale (Philippe Ciais, LSCE / National Science Review, 2024-2026) : absorption terrestre tombée de 9,5 Gt CO ₂ en 2022 à 1,5–2,6 Gt en 2023. Signal préoccupant de diminution confirmant une tendance au déclin depuis 2015 — capacité divisée par 2. Philippe Ciais : « Si ce fort affaiblissement se reproduisait dans les prochaines années, nous risquons une augmentation du CO ₂ au-delà de ce que prévoient les modèles. »	L'année 2023 a montré que les puits naturels peuvent devenir beaucoup moins efficaces lors d'épisodes climatiques extrêmes, confirmant une tendance au déclin depuis 2015. Compter sur eux pour absorber des émissions résiduelles dans les plans 2050 est un pari dont la base physique s'affaiblit.
« Le carbone stocké dans la biomasse et les sols est durable »	Réseau Action Climat / Franzluebbers : une partie importante du carbone stocké dans les sols reste vulnérable à la remobilisation, le taux de stockage décroît rapidement avec le temps et devient très faible après quelques décennies. GIEC AFOLU : la décomposition naturelle de la biomasse libère CO ₂ et CH ₄ — comptabilisés comme émissions réelles dans les inventaires nationaux.	Une partie importante du carbone stocké dans les sols reste vulnérable à la remobilisation, particulièrement dans un contexte de réchauffement climatique qui accélère la minéralisation microbienne. Le carbone végétal retourne dans l'atmosphère en 5 à 50 ans — c'est du stockage temporaire, pas de la séquestration durable.
« La libre évolution forestière est la meilleure option climatique »	GIEC AR6 WG3 : « Le calendrier des émissions et absorptions compte autant que leur bilan final. La décomposition naturelle est un flux d'émission réel, même classé biogénique. » ATEE / AR6 : « Les systèmes biochar + bioénergie donnent généralement une atténuation supérieure à la bioénergie seule. 80 % du carbone séquestré dans le biochar y reste de façon permanente. »	Une branche de 8 cm laissée au sol libère son CO ₂ en 10–20 ans. La même branche pyrogazéifiée fixe son carbone 2 000 ans dans le sol sous forme de biochar tout en produisant du carburant. La libre évolution est neutre carbone sur le cycle court — pas une extraction nette du stock atmosphérique.
« La pyrogazéification détruit la biodiversité forestière »	Forest Europe SFM Indicators 2020 : 80 % des espèces saproxyliques patrimoniales dépendent des gros bois morts (> 20–30 cm). Le bois fin (< 10–12	Seule la biomasse fine (< 10–12 cm) et les rémanents d'exploitation sont concernés. Les gros bois morts > 20–30 cm sont sanctuarisés — seuil garanti 20–30 m ³ /ha. La gestion active réduit le risque incendie et

	cm) en est indépendant. ONF : les rémanents fins accumulés constituent le principal combustible des incendies en forêt méditerranéenne.	finance l'entretien forestier sans toucher aux habitats saproxyliques irremplaçables.
« Le méthane biogénique aggrave le climat »	Directive RED III (UE) : le CO ₂ biogénique peut être compté à zéro dans les bilans énergétiques — il fait partie du cycle court. Le CH ₄ et le N ₂ O sont en revanche toujours comptabilisés avec leur PRG élevé (GIEC lignes directrices inventaires). Réglementation UE méthane (Fit for 55) : exige mesure, déclaration et réduction des fuites.	Le CO ₂ biogénique est neutre sur le stock atmosphérique — il recycle du carbone déjà en circulation. Le risque réel est le méthane fugitif (PRG ×80 sur 20 ans) : c'est pourquoi le seuil de fuite ≤ 1 % est une exigence contractuelle non négociable dans tout cahier des charges de déploiement de méthanisation ou pyrogazéification sérieux.
« Les cultures énergétiques concurrent l'alimentation »	GIEC AR6 / AFOLU : distingue clairement résidus et coproduits (faible impact usage des terres) des cultures dédiées sur terres arables (conflit d'usage réel). Directive RED III : critères de durabilité stricts — exclusion des terres à haute valeur de biodiversité ou à fort stock carbone.	La filière repose exclusivement sur des résidus, coproduits et déchets sans aucune culture dédiée sur terres alimentaires. Le miscanthus n'est admis qu'en catégorie Prospectif, sur terres abandonnées hors usage alimentaire potentiel. De plus, le CO ₂ biogénique concentré coproduit peut alimenter des serres maraîchères — rendements +20 à +30 % : la filière renforce l'alimentation au lieu de la concurrencer.
« Il vaut mieux planter des arbres que produire du biochar »	GIEC AR6 WG3 (cité par ATEE, avril 2022) : « biochar is estimated to persist from decades to thousands of years [...] Biochar systems producing biochar for soil application plus bioenergy generally give greater mitigation than bioenergy alone. » EBC Premium Standard : stabilité 500–5 000 ans (H/C ≤ 0,4). Carbone aromatique condensé résistant à la minéralisation microbienne.	Un arbre planté stocke son carbone 50 à 150 ans, puis le restitue à sa mort. Le biochar EBC Premium fixe son carbone 500 à 5 000 ans. Le biochar fait partie des rares solutions de séquestration durable déployables de façon distribuée tout en produisant simultanément de l'énergie. Par ailleurs, le CO ₂ biogénique concentré coproduit ouvre des voies complémentaires : carbonatation minérale, matériaux bas-carbone, stockage géologique.

3. Ce que les sources officielles disent — et n'osent pas dire

3.1 Ce que le GIEC dit clairement

- **La décomposition naturelle de la biomasse est un flux d'émission réel** — CO₂ et CH₄ comptabilisés dans les inventaires nationaux (AFOLU).
- **Le biochar est reconnu comme CDR (Carbon Dioxide Removal)** — « 80 % du carbone séquestré dans le biochar y reste de façon permanente » (AR6 WG3, cité ATEE 2022).
- **Les systèmes biochar + bioénergie donnent une atténuation supérieure** à la bioénergie seule (AR6 WG3).
- **Le GIEC ne prescrit pas de mode de traitement de la biomasse** — il fournit le cadre physique, pas la stratégie industrielle. Les équations sont là ; elles mènent logiquement à valoriser les flux de CO₂ biogénique concentré plutôt qu'à les rejeter.

3.2 Ce que le fort affaiblissement de 2023 implique pour les plans de neutralité carbone

L'année 2023 a montré que les puits naturels peuvent subir un fort affaiblissement lors d'épisodes climatiques extrêmes, confirmant un signal préoccupant de déclin observé depuis 2015. Il a une conséquence directe sur les plans de neutralité carbone :

- **Les plans « neutralité carbone 2050 » reposant sur des puits forestiers** sont fondés sur une capacité d'absorption dont la base physique s'affaiblit.
- **Philippe Ciais (LSCE, Paris-Saclay)** : « Si ce fort affaiblissement se reproduisait dans les prochaines années, nous risquons d'observer une augmentation rapide du CO₂ et du changement climatique au-delà de ce que prévoient les modèles. »
- **Bon Pote / analyse critique** : « Il est urgent de remettre en question tous les plans de compensation carbone des entreprises et les plans de neutralité carbone 2050 des pays qui comptent sur les forêts. »
- **Ce n'est pas une conclusion idéologique** : c'est la conséquence logique des données publiées par les scientifiques du climat les plus reconnus, dont Philippe Ciais du LSCE (Paris-Saclay), partenaire habituel des institutions que les naturalistes citent eux-mêmes.

3.3 Ce que la Directive RED III implique pour la biomasse

- **Le CO₂ biogénique peut être compté à zéro dans les bilans énergétiques** — il fait partie du cycle court, pas du stock géologique.
- **Le CH₄ et le N₂O sont toujours comptés avec leur PRG élevé** — d'où l'exigence de fuite méthane ≤ 1 % comme condition contractuelle dans tout déploiement sérieux.
- **La biomasse résiduelle et les coproduits bénéficient d'un régime favorable** — à condition de respecter les critères de durabilité (pas de terres à haute valeur carbone, pas de déforestation).

4. Le positionnement général — ce document n'oppose pas nature et technique

Ce document aurait pu être lu comme une critique des écosystèmes naturels ou des organisations qui les défendent. Ce n'est pas son objet.

Position claire

1. Arrêter les émissions fossiles reste la priorité absolue — c'est la condition nécessaire.
2. Les puits naturels (forêts, océans, tourbières, mangroves) sont indispensables et doivent être protégés, restaurés et développés.
3. Mais compter exclusivement sur eux pour ramener le CO₂ atmosphérique vers des niveaux compatibles avec un climat plus stable revient à leur demander davantage que ce qu'ils ont démontré pouvoir fournir.
4. Des solutions complémentaires d'extraction et de stockage durable doivent donc être développées en parallèle — pas à la place de la nature, mais avec elle.

4.1 L'avantage stratégique du CO₂ biogénique concentré

Un point technique rarement mentionné dans les débats mérite d'être explicité :

Capter du CO₂ à 40–50 % de concentration — comme le fait la méthanisation ou la pyrogazéification — est infiniment moins coûteux en énergie que l'extraire de l'air ambiant qui n'en contient que 0,043 %. Cette différence de concentration change radicalement l'équation économique et énergétique de la séquestration.

Le CO₂ biogénique concentré produit par la filière peut être orienté vers plusieurs voies de séquestration complémentaires :

- **Biochar (voie solide)** : 23 Mt CO₂/an stabilisés 500–5 000 ans — séquestration garantie et quantifiée.
- **Carbonatation minérale** : CO₂ + Ca(OH)₂ → CaCO₃ stable des siècles à millénaires — matériaux bas-carbone, amendement agricole.
- **Stockage géologique** : là où la géologie locale le permet — potentiel complémentaire non encore quantifié.
- **Synthèses chimiques** : valorisation industrielle du CO₂ concentré en substitut de CO₂ fossile.

Les 23 Mt CO₂/an associées au biochar constituent le niveau minimal de séquestration durable. Le CO₂ biogénique concentré coproduit ouvre un potentiel complémentaire dont l'existence est difficile à contester — même si son volume reste à quantifier précisément selon les déploiements.

Sources et références vérifiées

- GIEC AR6 WG3 (2022) — Climate Change : Mitigation of Climate Change — Chapitres AFOLU et Cross-sectoral
- ATEE (avril 2022) — « Que dit le dernier rapport du GIEC sur la pyrogazéification et le biochar ? » — atee.fr
- Philippe Ciais / équipe internationale — étude puits de carbone 2023, présentée conférence cycle carbone, Manaus, juillet 2024

- National Science Review — absorption terrestre 2023 : niveau le plus bas en 20 ans (février 2026)
- Bon Pote — « Analyse : a-t-on observé un effondrement des puits de carbone terrestres en 2023 ? »
- Réseau Action Climat — « Stockage du carbone dans les sols et réchauffement climatique »
- Directive RED III (UE) — critères de durabilité et comptabilisation des émissions biomasse
- Règlement UE méthane / Fit for 55 — mesure, déclaration et réduction des fuites CH₄
- EBC Premium Standard — European Biochar Certificate — critères H/C, T°, stabilité 500–5000 ans
- Forest Europe SFM Indicators 2020 — biodiversité saproxylique et gros bois morts
- Nature (2008) — « Carbon is forever » — persistance atmosphérique du CO₂
- Franzluebbers / Réseau Action Climat — dynamiques de stockage du carbone dans les sols