

# Bilan environnemental compare — EREV bio-CH4, EREV GNC et hybride essence

Note technique · Aout 2026 · Profil mixte 77 % urbain + 23 % longue distance · 15 000 km/an

## Positionnement — a lire en premier

### L'EREV complete l'electrique — il ne le remplace pas

Dans le Programme Resilience, **le BEV reste la solution de reference pour les trajets quotidiens urbains et periurbains** — soit 77 % des km annuels des Francais. L'EREV n'est pas presente comme concurrent du BEV pour cet usage.

Cette note compare les architectures sur le profil mixte reel (77 % urbain sur batterie + 23 % longue distance sur Rex) — le perimetre pour lequel l'EREV a ete concu comme **complement a l'electrique** : autonomie longue distance sans dependance a l'infrastructure de recharge, independance lors des pointes reseau, et sequestration carbone via le biochar co-produit.

### Le point cle — meme vehicule, seul le carburant change

L'EREV GNC fossile et l'EREV bio-CH4 sont **le meme vehicule** — meme batterie 25 kWh, meme Rex a regime fixe, meme profil de conduite. La difference entre +0,7 t CO2/an et -0,5 t CO2/an tient uniquement au carburant. La transition GNC fossile → bio-GNV se fait a la station, pas dans le vehicule. L'EREV GNC peut etre **lance maintenant** sur le reseau GNV existant (~500 stations France).

## Comparatif environnemental — EREV GNC, EREV bio-CH4, hybride et BEV (reference)

Le BEV figure dans ce tableau comme reference, non comme concurrent de l'EREV. Profil mixte · 15 000 km/an · Sources : ADEME ACV 2024, JEC Well-to-Wheel v5, EBC/Puro.earth, Corpus EREV Resilience V11

| Critere                  | Hybride essence   | EREV GNC fossile    | EREV bio-CH4 *          | BEV (reference)       |
|--------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| CO2 a la roue (g/km)     | 95–115            | 35–50               | 0–10 biogenique (1)     | 5–10 (2)              |
| Cycle de vie (gCO2eq/km) | 120–140           | 55–75               | Negatif (1)             | 30–45                 |
| Lithium (kg/vehicule)    | 1–2               | 4–5                 | 4–5                     | 12–18 (3)             |
| Cobalt (kg/vehicule)     | 1–3               | 3–5                 | 3–5                     | 8–15 (3)              |
| CO2 fabrication (t)      | 7–9               | 9–12                | 9–12                    | 15–20                 |
| NOx (mg/km)              | 60–80             | 10–20               | 10–20                   | 0–2                   |
| Particules fines         | Moderees          | Tres faibles        | Tres faibles            | Tres faibles (4)      |
| Sequestration carbone    | Aucune            | Aucune              | Biochar EBC/CRCF        | Aucune                |
| Bilan net 15 000 km/an   | +1,5 a +1,8 t CO2 | +0,5 a +0,9 t CO2   | -0,3 a -0,8 t CO2       | +0,3 a +0,5 t CO2 (5) |
| Deployable maintenant    | Oui               | Oui — reseau GNV FR | Des deploiement bio-GNV | Oui                   |

## Pourquoi l'EREV GNC fossile est déjà nettement meilleur que l'hybride essence

Sans parler de bio-CH<sub>4</sub>, sans attendre la pyrogazeification, l'EREV GNC fossile présente un bilan environnemental structurellement supérieur à l'hybride essence pour trois raisons physiques :

### 77 % des kilomètres sans aucune combustion

Les trajets quotidiens (< 50 km) se font intégralement sur batterie — zero carburant, zero CO<sub>2</sub>, zero NO<sub>x</sub>. L'hybride brûle toujours de l'essence même en ville, même au ralenti. C'est la batterie de 25 kWh qui fait la différence, pas le Rex.

### Le Rex GNC brûle beaucoup plus proprement que l'essence

Le méthane (CH<sub>4</sub>) est la molécule organique la plus simple. Sa combustion produit essentiellement CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O — très peu de NO<sub>x</sub>, zero suie, zero hydrocarbures imbrûlés. Les NO<sub>x</sub> passent de 60–80 mg/km (hybride) à 10–20 mg/km (EREV GNC) — une réduction de 70 %.

### Le Rex tourne à régime fixe — toujours à son point optimal

Contrairement au moteur essence (cycles chauds/froids permanents), le Rex tourne à ~2 500 tr/min constant. Rendement garanti 44–48 % en permanence, contre 20–26 % en moyenne réelle pour un moteur à cycle variable. Moins de démarrages à froid = moins d'usure et moins d'émissions transitoires.

### Resultat concret

L'EREV GNC fossile émet **55–75 gCO<sub>2</sub>eq/km en cycle de vie complet**, contre 120–140 pour l'hybride essence — une réduction de plus de 50 % avant même de parler de bio-CH<sub>4</sub>. Son bilan NO<sub>x</sub> est 3 à 4 fois meilleur. Ce n'est pas une amélioration marginale — c'est un changement de catégorie.

## Quand le carburant change — le basculement vers le bilan négatif

Même véhicule, même Rex, même conduite. Le passage du GNC fossile au bio-GNV transforme un bilan de +0,7 t/an en -0,5 t/an. Ce basculement vient entièrement du biochar co-produit lors de la pyrogazeification.

### Le mécanisme physique du bilan négatif

Le CO<sub>2</sub> émis à la combustion du bio-GNV est **biogénique** — cycle court, non cumulatif dans l'atmosphère. Pour chaque tonne de bio-CH<sub>4</sub> produite, la pyrogazeification génère du **biochar certifié EBC/CRCF** (H/C<sub>org</sub> ≤ 0,4, T ≥ 700°C, stabilité millénaire) qui sequestre **2,5 à 3,1 t CO<sub>2</sub>eq/t** dans les sols agricoles de façon permanente. Les émissions biogéniques à la combustion sont inférieures à la séquestration du biochar co-produit. **Le bilan net est négatif.**

### Ce que l'EREV bio-CH<sub>4</sub> est le seul à offrir

Le BEV est neutre au mieux — pas de séquestration. Le FCEV H<sub>2</sub> vert est neutre au mieux — physiquement incapable d'être négatif. **L'EREV bio-CH<sub>4</sub> est le seul véhicule capable d'un bilan carbone structurellement négatif**, grâce au biochar co-produit de la chaîne de production. C'est sa contribution propre à la trajectoire carbone-négative de Resilience 2045.

## Stratégie de déploiement — deux temps, un seul véhicule

### Note méthodologique — les deux composantes du bilan négatif de l'ÉREV bio-CH<sub>4</sub>

Le bilan négatif repose sur deux avantages physiques distincts et cumulatifs qu'il faut pouvoir distinguer face à un interlocuteur technique :

① **Avantage chimique intrinsèque du méthane** — le CH<sub>4</sub> émet structurellement moins de CO<sub>2</sub> par MJ utile que l'essence (rapport H/C = 4, PCI 50 MJ/kg, rendement Rex fixe 44–48 %). Cet avantage est présent dès le GNC fossile (–50 % CO<sub>2</sub> vs hybride essence). Il est indépendant de l'origine du carburant.

② **Séquestration nette par le biochar co-produit** — lorsque le carburant est du bio-CH<sub>4</sub> issu de pyrogazification, la réaction co-produit du biochar certifié EBC qui retire physiquement du carbone de l'atmosphère (2,5 à 3,1 t CO<sub>2</sub>eq/t biochar). Ce crédit séquestration s'ajoute au premier avantage et fait basculer le bilan en négatif.

*Ces deux avantages ne se substituent pas — ils s'additionnent. Le premier est mesurable dès aujourd'hui sur le réseau GNV fossile. Le second ne s'active qu'avec la filière pyrogazification Résilience. Toute comparaison qui ne les distingue pas séparément risque d'être contestée par un lecteur technique.*

L'EREV n'a pas besoin d'attendre le déploiement complet de la pyrogazeification pour être mis sur le marché. Le réseau GNV français compte déjà ~500 stations. La transition du GNC fossile au bio-GNV se fait à la station, pas dans le véhicule.

**Phase 1 · Maintenant → 2030**

**EREV GNC fossile — lancer le marché**

- Réseau GNV existant (~500 stations France)
- Déjà -50 % CO<sub>2</sub> vs hybride essence
- NO<sub>x</sub> 3 à 4 fois inférieurs
- Crée le marché, forme les conducteurs
- Valide l'architecture EREV à grande échelle

**Phase 2 · 2028 → 2035+**

**EREV bio-GNV — basculement progressif**

- Sites pilotes pyrogazeification opérationnels
- Bio-CH<sub>4</sub> injecte progressivement dans le réseau GNV
- Le même véhicule bascule vers le bilan négatif
- Aucune modification véhicule ni infrastructure
- Bilan négatif certifiable EBC/CRCF

**Même logique que le GNL fossile → bio-GNL pour les camions**

Cette stratégie deux temps est identique à celle du transport lourd dans Resilience V11 : camions GNL fossiles aujourd'hui, bio-GNL progressif au fur et à mesure de la production. **C'est le carburant qui se decarbonise, pas le véhicule qui change.** Le conducteur ne voit aucune différence entre GNC fossile et bio-GNV — même réservoir, même Rex, même comportement.

- (1) **Bilan négatif EREV bio-CH<sub>4</sub>** : émissions biogéniques à la combustion (cycle court, non cumulatif) inférieures à la séquestration du biochar co-produit. Retrait net physique certifiable EBC/CRCF UE 2024/3012.
- (2) **BEV CO<sub>2</sub> à la roue** : mix électrique français 2026 (~50 gCO<sub>2</sub>/kWh) x 15 kWh/100 km = ~7,5 g/km. Fourchette 5–10 g/km selon usage et saison.
- (3) **BEV — métaux critiques** : avec NMC 811. Chimies LFP : cobalt nul mais lithium maintenu à ~12–15 kg.
- (4) **BEV — particules fines** : zéro émission échappement, mais particules de freins et pneus (véhicule plus lourd que l'EREV) non nulles.
- (5) **BEV — bilan positif résiduel** : CO<sub>2</sub> fabrication batterie (~15–20 t) amorti sur ~200 000 km. Légèrement émetteur les premières années.

Programme Resilience V11 · Bilan environnemental compare V1 · Août 2026 · [resilience2045.fr](https://resilience2045.fr)  
Sources : ADEME ACV véhicules 2024 · JEC Well-to-Wheel v5 · EEA · EBC/Puro.earth · CRCF UE 2024/3012 · GRDF · INSEE · Corpus EREV Resilience V11 V3 Final