

ANALYSE COMPARATIVE — CAMIONS 44 TONNES

Transport lourd — Longue distance · Flottes captives · Décarbonation · Horizon 2030

Programme Résilience V11 — Juin 2026

Ce document présente : (1) Comparaison complète GNL classique + bio-GNL vs ÉREV Résilience + bio-LCH4 — rendements, réservoirs, coûts, maintenance, durée de vie. (2) Comparatif élargi aux 4 technologies décarbonées avec démonstration physique des blocages BEV et H₂ en longue distance. (3) Analyse des flottes captives courtes distances — appels de puissance, infrastructure, optimum. (4) Dépendance aux matériaux rares et souveraineté. (5) Conclusion générale.

Partie 1 — GNL classique + bio-GNL vs ÉREV Résilience + bio-LCH4

Analyse comparative complète sur le segment 44 tonnes longue distance. Les deux solutions utilisent du bio-GNL ou bio-LCH4 (même molécule CH₄, même bilan carbone biogénique). La différence réside dans l'architecture moteur, le rendement et les coûts de cycle de vie.

1.1 Rendement — analyse de la chaîne d'énergie

Maillon de la chaîne	GNL classique (Otto/HPDI)	ÉREV Résilience (Atkinson fixe)
Moteur thermique	35–38 % au point optimal Moyenne réelle : 31–33 % (régimes variables)	48–52 % cible 2030 (régime fixe constant 1 800 tr/min)
Transmission	Boîte 12–16 vitesses : -8 % (pertes synchronisation, engrenages)	Réducteur simple 1 rapport : -3 % seulement
Récupération au freinage	0 % — 100 % dissipé en chaleur dans les freins	+3,5 % — freinage régénératif via moteur électrique
Rendement global effectif	~29–31 %	~44–46 % (+40 %)
Consommation bio-GNL/LCH4	32 kg/100 km (référence constructeurs)	~22–24 kg/100 km estimé (-25 %)

Principe clé : le Rex Atkinson tourne toujours à son point de rendement optimal (1 800 tr/min fixe). Un moteur conventionnel passe moins de 30 % de son temps à son régime de meilleur rendement. C'est le même principe que les locomotives Diesel-électrique et les groupes électrogènes marins, prouvés industriellement depuis un siècle.

1.2 Autonomie pour 1 000 km — comparaison des réservoirs

Paramètre	GNL classique	ÉREV Résilience
Carburant pour 1 000 km	320 kg bio-GNL	220–240 kg bio-LCH4
Densité LCH4 liquide (-162°C)	0,424 kg/L (5,72 kWh/L)	0,424 kg/L — même molécule
Volume réservoir pratique	800–900 L (2 réservoirs sous châssis)	550–600 L — plus compact
Pression de stockage	3–5 bar — basse pression	3–5 bar — identique
Masse système stockage	~870 kg	~620 kg
Faisabilité sous châssis 44t	✓ Standard industriel Volvo/Scania	✓ Plus compact encore
Autonomie totale réelle	800–1 500 km (selon taille réservoirs)	1 150–1 300 km (batterie + LCH4)
Autonomie ZEV électrique	0 km	110–130 km (200 kWh batterie LFP)

1.3 Prix d'achat et TCO sur 1 500 000 km

Poste	GNL classique	ÉREV Résilience
Prix achat	175 000–200 000 € (actuel)	155 000–175 000 € cible (>500 unités/an)
Avantage prix achat	Référence	-20 000 à -25 000 € vs GNL classique
Boîte de vitesses (révision 800 000 km)	15 000–30 000 €	Supprimée — 0 €
Embrayage (2 remplacements)	8 000–12 000 €	Supprimé — 0 €
Arbre de transmission + cardans	4 000–8 000 €	Supprimé — 0 €
Rex / moteur (révision)	25 000–40 000 € à 1 000 000 km	20 000–30 000 € à 1 800 000 km (régime fixe)
Moteurs électriques	—	3 000–5 000 € (roulements seulement)

Freins	8 000–12 000 € (usure standard)	4 000–7 000 € (récupération réduit usure -40 %)
Batterie LFP 200 kWh	—	0–20 000 € (usage partiel → vie du camion)
Total maintenance drivetrain	64 000–110 000 €	33 000–73 000 €
Économie maintenance	Référence	-30 000 à -50 000 €
Carburant (marché, même prix/kg)	32 kg × 1,20 € × 15 000 × 100 = 576 000 €	22 kg × 1,20 € × 15 000 × 100 = 396 000 €
Économie carburant	Référence	-180 000 €
TCO total 1 500 000 km	Référence	-230 000 à -255 000 € d'avantage ÉREV

1.4 Durée de vie comparée

Composant	GNL classique	ÉREV Résilience
Moteur / Rex	1,5–2 M km (régime variable)	2 M+ km estimé (régime fixe = -30 % stress thermique)
Boîte de vitesses	600 000–1 000 000 km → révision majeure	Supprimée
Moteurs électriques	—	2 M+ km (roulements seulement)
Batterie LFP (200 kWh)	—	~15–20 ans en usage ÉREV partiel ≈ vie du camion
Durée de vie économique	1,5–2 M km avec révisions	2 M+ km avec moins de révisions majeures

Principe locomotive diesel-électrique : un Rex à régime fixe (1 800 tr/min constant) accumule beaucoup moins de cycles thermiques, de variations de charge et de contraintes mécaniques qu'un moteur à régime variable. Les locomotives Diesel-électriques appliquent ce principe depuis 80 ans, avec des durées de vie de 30 à 40 ans. La batterie LFP à 200 kWh en usage ÉREV (cycles partiels quotidiens) ne sera probablement jamais remplacée pendant la vie économique du camion.

POINTS A DEMONTRER SUR PROTOTYPE

Rendement 48–52 % Atkinson non encore validé sur prototype routier — démontré sur moteurs stationnaires

Essais 2027–2028

Prix 155–175 k€ conditionné à volumes >500 unités/an — pas disponible aujourd'hui Montée en volume

Infrastructure Bio-LCH4 en cours de déploiement — GRDF cible 2027 (Novéa, Charwood, Elvéa) Déploiement 2027+

Partie 2 — Comparatif ÉREV bio-GNV · BEV · H₂ FCEV · 44 tonnes longue distance

Cette partie compare les trois alternatives décarbonées pour le transport lourd longue distance. Elle démontre pourquoi le BEV et l'H₂ FCEV se heurtent à des contraintes physiques réhivitoires sur ce segment, et pourquoi l'ÉREV Résilience constitue la solution optimale à horizon 2030.

2.1 Fiche technique comparative — 4 technologies

Critère	GNL classique + bio-GNL	ÉREV Résilience + bio-GNV	BEV 44t	H ₂ FCEV
Prix achat	175–200 k€	155–175 k€	250–350 k€	300–500 k€
Autonomie totale	800–1 500 km	1 150–1 300 km	300–500 km Δ	400–500 km réels Δ
Ravitaillement	10–15 min	5–10 min	45–90 min Δ	15–20 min
Charge utile	~25 t	~25 t	~22,5–23,5 t Δ	~22–24 t
CO ₂ (carburant bio/vert)	~0 g/km	0 g/km	0–60 g/km*	0 g/km (H ₂ vert)
ZEV zones sensibles	0 km Δ	110–130 km ✓	300–500 km ✓	Pleine autonomie
Infrastructure	Bonne EU	En cours 2027	Mégachargeurs rares Δ	Quasi inexistante Δ
Coût carburant/100 km	38–42 €	22–31 €	18–25 €	48–80 € Δ

* CO₂ BEV : mix réseau France 2025 ~50 gCO₂ /kWh × 120 kWh/100 km = 60 g/km. Sur réseau 100 % renouvelable : 0 g/km.

2.2 Rendements comparés — deux lectures essentielles

Il faut distinguer le rendement réservoir→roue (efficacité interne du camion) du rendement well-to-wheel (incluant la production du carburant). Ces deux lectures donnent des résultats très différents pour l'hydrogène.

Rendement	GNL classique	ÉREV Résilience	BEV 44t	H ₂ FCEV
Réservoir → roue (efficacité interne du camion)	29–31 %	42–46 %	83–87 %	50–55 %
Well-to-wheel (production carburant incluse)	28–31 %	42–46 %	75–80 %	28–35 %
Explication	Moteur variable hors rendement optimal la plupart du temps	Rex fixe toujours optimal + récup. freinage	Direct élec → roue. Efficace mais dépend du mix réseau	Pile→roue : bon. Mais électrolyse 70 % + compression 88 % = pertes massives amont

Le paradoxe de l'hydrogène : sa pile à combustible est efficace (50–55 % réservoir→roue), mais pour produire 1 kg d'H₂ par électrolyse verte, on consomme ~55 kWh d'électricité. À la fin, le camion H₂ utilise 3 fois plus d'électricité renouvelable qu'un BEV équivalent pour le même trajet. Le rendement well-to-wheel de l'H₂ est équivalent à celui d'un moteur GNL fossile.

2.3 Pourquoi le BEV 44t est inadapté à la longue distance

Le BEV présente le meilleur rendement réseau→roue (79–82 %) et le coût énergétique le plus bas (18–25 €/100 km). Mais il se heurte à des contraintes physiques réhivitoires sur le segment longue distance 44t.

- Autonomie insuffisante : 300–500 km réels pleine charge. Un trajet Toulouse–Paris (680 km) nécessite au moins un arrêt de recharge de 45 à 90 minutes — une perte de productivité inacceptable pour le transport professionnel.
- Mégachargeurs quasi absents sur axes routiers ruraux : chaque camion nécessite une puissance de 350 à 1 000 kW. Un hub logistique de 10 camions simultanés représente 3,5 à 10 MW de puissance instantanée — soit l'équivalent d'un petit quartier urbain.

- Perte de charge utile : une batterie 900 kWh (LFP, 2,5 kg/kWh) pèse 2 250 kg de plus qu'un réservoir LNG équivalent. Sur un 44t, cela réduit la charge utile de 1,5 à 2,5 tonnes — une perte économique directe pour le transporteur.
- Remplacement de batterie : à 600–900 kWh et 100–150 €/kWh (2030), le remplacement représente 60 000 à 135 000 € — un coût absent dans le GNL ou l'ÉREV (LFP à cycles partiels).
- Stress réseau : la recharge simultanée de flottes BEV dans les dépôts crée des pics de puissance importants nécessitant un renforcement massif des réseaux de distribution.

Verdict BEV 44t longue distance : excellent pour la distribution régionale et les circuits inférieurs à 400 km. Physiquement inadapté au transport longue distance international sans une infrastructure de recharge massive et coûteuse qui n'existera pas à grande échelle avant 2032–2035 minimum.

2.4 Pourquoi l'H₂ FCEV est inadapté à la longue distance

L'H₂ FCEV bénéficie d'un ravitaillement rapide (15–20 min) et d'une autonomie théoriquement élevée. Mais il se heurte à une contrainte physique absolue : la densité volumétrique pratique de l'hydrogène comprimé à 700 bar.

Le problème du réservoir — calcul physique

Paramètre	Bio-LCH4 pour 1 000 km	H ₂ 700 bar pour 1 000 km
Carburant nécessaire	220–240 kg bio-LCH4	78–82 kg H ₂
Densité théorique	0,424 kg/L (5,72 kWh/L)	0,040 kg/L (1,33 kWh/L) — théorique
Densité pratique (réservoirs réels)	0,38–0,42 kg/L (isolation cryo)	0,015–0,020 kg/L (Xcient : 31 kg dans 1 750 L)
Volume réservoir pratique	550–600 L ✓	4 500–5 000 L X
Pression de stockage	3–5 bar (basse pression)	700 bar (extrême)
Masse système stockage	~620 kg	~1 500–2 000 kg
Nombre de réservoirs	1–2 cylindres standard	~18–20 réservoirs Type IV
Faisabilité sous châssis 44t	✓ Standard	X Impossible — 6x la capacité disponible

Référence réelle : le Hyundai Xcient FCEV 34t embarque 31 kg d'H₂ dans 7 réservoirs totalisant 1 750 L, pour 400 km d'autonomie. Atteindre 1 000 km nécessiterait ~77 kg d'H₂ dans ~4 500 L de réservoirs — soit 5,7 fois plus que le camion actuel. Aucun châssis 44t standard ne peut accueillir ce volume.

- Coût carburant prohibitif : l'hydrogène vert coûte actuellement 6–12 €/kg, avec un objectif 2030 de 3–6 €/kg. À 8 kg/100 km, le coût carburant est de 48–80 €/100 km, soit 1,5 à 2 fois le diesel et 2 à 3 fois le bio-LCH4 de l'ÉREV.
- Infrastructure quasi inexistante : moins de 30 stations H₂ pour poids lourds en France en 2025. Chaque station coûte 1 à 3 M€ à installer et à maintenir — contre quelques dizaines de milliers d'euros pour une station bio-LCH4 sur réseau existant.
- Stack pile à combustible : remplacement estimé à 50 000–150 000 € tous les 500 000–800 000 km — un coût de maintenance majeur sans équivalent dans les autres technologies.

Verdict H₂ FCEV longue distance : la contrainte physique du réservoir (4 500 L pour 1 000 km vs 600 L pour le LCH4) est rédhibitoire sur un châssis standard 44t. Le coût de l'H₂ vert et l'absence d'infrastructure condamnent cette technologie à une niche d'applications très spécifiques (flottes captives courtes distances, bus urbains) avant 2035 minimum.

2.5 Maintenance et durée de vie — 4 technologies

Poste maintenance	GNL classique	ÉREV Résilience	BEV 44t	H ₂ FCEV
Boîte de vitesses	15–30 k€ à 800 000 km	Supprimée — 0 €	Supprimée — 0 €	Supprimée — 0 €
Embrayage	8–12 k€	Supprimé	Supprimé	Supprimé
Moteur / Rex thermique	25–40 k€ à 1 M km	20–30 k€ à 1,8 M km (fixe)	—	—

Stack pile à combustible	—	—	—	50–150 k€ à 500–800 k km
Batterie principale	—	0–20 k€ (LFP partiel)	60–135 k€ (LFP 600–900 kWh)	0 (petite aux.)
Moteurs électriques	—	3–5 k€ (roulements)	3–5 k€	3–5 k€
Freins	8–12 k€	4–7 k€ (–40 % rég.)	3–5 k€ (–60 % rég.)	3–5 k€
Total sur 1 500 000 km	64–110 k€	33–73 k€	66–155 k€ Δ	53–158 k€ Δ
Durée de vie estimée	1,5–2 M km	2 M+ km	1,5–2 M km (batterie)	1,5–2 M km (stack)

Partie 3 — Dépendance aux matériaux rares et souveraineté

La transition vers des camions décarbonés crée de nouvelles dépendances aux matériaux critiques. Ce tableau est central dans l'évaluation de la souveraineté industrielle de chaque technologie.

3.1 Matériaux critiques par camion 44t

Matériau	GNL classique	ÉREV Résilience	BEV 44t	H ₂ FCEV
Lithium (kg)	0	15–20 kg (LFP — sans cobalt)	45–70 kg (3–4x ÉREV) Δ	3–5 kg (batterie aux.)
Cobalt (kg)	0	0 (chimie LFP)	0 (LFP) 10–30 kg si NMC Δ	0
Platine Pt (g)	0	0	0	100–150 g Critique — RARE Δ
Terres rares Nd (kg)	~0	5–8 kg (aimants moteurs)	5–8 kg	5–8 kg
Cuivre (kg)	~80 kg standard	~90 kg	~200–300 kg Δ (mégachargeurs)	~100 kg
Origine principale	Acier EU Bio-GNL local	Li : Aus/Chili/Chine Bio-LCH4 local	Li : Aus/Chili Cuivre : Chili	Pt : 80 % Afr. du Sud 10 % Russie Δ
Score souveraineté /5	4,5 / 5	3,5 / 5	2,5 / 5	1,5 / 5 Δ

3.2 L'avantage souveraineté de l'ÉREV Résilience

- Chimie LFP sans cobalt : l'ÉREV utilise une batterie LiFePO₄ (LFP) qui n'utilise pas de cobalt — éliminant la dépendance aux mines du Congo (70 % de la production mondiale, souvent associées à des conditions de travail critiquées).
- Lithium limité : 15–20 kg vs 45–70 kg pour le BEV. La batterie de 200 kWh représente un engagement en lithium 3 à 4 fois inférieur au BEV pour une autonomie totale supérieure.
- Carburant local : le bio-LCH4 est produit sur le territoire français à partir de biomasse résiduelle. Pas d'importation, pas de dépendance géopolitique.
- Pas de platine : contrairement à l'H₂ FCEV, aucun métal du groupe platine n'est requis.

3.3 Le blocage absolu du platine pour l'hydrogène

Le platine est l'un des éléments les plus rares de la croûte terrestre. La contrainte d'approvisionnement est physique, pas économique.

Donnée	Impact
Production mondiale annuelle de platine	~190 tonnes/an — dont 80 % Afrique du Sud, 10 % Russie
Platine par camion H ₂ FCEV	~100–150 g par stack pile à combustible
500 000 camions EU/an (marché annuel)	50 000–75 000 kg = 50–75 tonnes de platine par an
Part de la production mondiale consommée	26–40 % de TOUTE la production mondiale de platine
Conséquence	Une généralisation du camion H ₂ en Europe est physiquement impossible avec les niveaux de production actuels de platine

Le platine ne peut pas être substitué dans les piles à combustible avec les technologies actuelles. Une montée à grande échelle du camion H₂ se heurterait à un plafond physique de disponibilité de platine, totalement indépendant du coût ou de la technologie. C'est une contrainte minière fondamentale, pas un problème de prix.

3.4 Verdict final — Longue distance 44t · Horizon 2030

Critère synthèse	GNL + bio-GNL	ÉREV Résilience	BEV 44t	H ₂ FCEV
------------------	---------------	-----------------	---------	---------------------

Longue distance >800 km	✓ Oui	✓ Oui	X Non (300–500 km)	X Difficile (réservoir)
ZEV zones sensibles	X Non	✓ Oui (110–130 km)	✓ Oui (300–500 km)	✓ Oui
Infrastructure 2030	✓ Disponible	En cours	X Insuffisante	X Quasi absente
Coût total (achat + TCO)	Référence	Meilleur	Défavorable (batterie)	Très défavorable
Souveraineté matériaux	Très bonne	Bonne	Moyenne	Très faible (Pt)
CO ₂ (carburant bio/vert)	~0 g/km	0 g/km	0–60 g/km	0 g/km
Verdict 2030	Phase out post-2035	Optimal LD	Optimal régional	Niche ou 2035+

Conclusion : L'ÉREV Résilience alimenté au bio-LCH₄ constitue la solution optimale pour le transport lourd longue distance à horizon 2030. Il combine la seule autonomie réellement compatible avec le transport professionnel (1 150–1 300 km), le meilleur coût total de possession, une dépendance aux matériaux rares minimisée par la chimie LFP, un carburant 100 % local et décarbonné, et la capacité ZEV pour les zones sensibles. Le BEV excelle en régional. L'H₂ se heurte à des blocages physiques et économiques qui le rendent inadapté avant 2035.

Sources : Volvo · Scania · Mercedes · Hyundai · IEA Transport 2024 · AFRY Hydrogen Study 2023 · BloombergNEF EV Outlook 2024 · World Platinum Investment Council 2024 · Programme Résilience V11 Mai 2026

Partie 4 — Flottes captives courtes distances : BEV · ÉREV · H₂

Le segment des flottes captives (livraison urbaine, bennes à ordures, bus, véhicules portuaires et aéroportuaires) est souvent présenté comme le terrain idéal du BEV et de l'H₂. Cette analyse montre que l'ÉREV y apporte des avantages systémiques décisifs qui sont rarement pris en compte.

4.1 Le problème de l'appel de puissance au dépôt — contrainte BEV

L'argument du BEV pour les flottes captives repose sur le retour au dépôt chaque nuit, permettant une recharge lente. Mais cette recharge simultanée génère des appels de puissance qui constituent un problème d'infrastructure réel et coûteux.

Paramètre dépôt 50 camions	BEV 600 kWh	ÉREV Résilience 200 kWh
Énergie totale à charger par nuit	50 × 600 × 0,8 = 24 000 kWh	50 × 200 × 0,8 = 8 000 kWh
Durée recharge nocturne	8 heures	8 heures
Puissance moyenne soutenue	3 750 kW = 3,75 MW	1 250 kW = 1,25 MW
Pic simultané (arrivées groupées)	7 000–10 000 kW	2 300–3 300 kW
Renforcement raccordement dépôt	500 k€ à plusieurs M€ selon distance poste source	Minimal — bio-GNV raccordement GRDF
Infrastructure complémentaire	Bornes haute puissance + transformateurs	Connexion réseau GRDF existant (200 000 km)
Investissement infrastructure dépôt	500 000–2 000 000 €	50 000–150 000 €

Un dépôt de 50 camions BEV nécessite une puissance moyenne de 3,75 MW — l'équivalent d'un petit quartier urbain. Selon la distance au poste source HTA/HTB le plus proche, le renforcement du raccordement peut représenter 500 000 à plusieurs millions d'euros d'investissement réseau, rarement intégré dans les comparaisons de coût d'infrastructure.

4.2 Comparatif des 3 solutions sur flottes captives

Critère — Flottes captives	BEV 44t	ÉREV Résilience	H ₂ FCEV
Rendement urbain (courte dist.)	Optimal — 83–87 % réseau → roue	Quasi-optimal — ~80 % en mode batterie dominant	Bon — 50–55 % pile → roue
Appel puissance au dépôt	Élevé — 3,75 MW moy. (50 cam.)	Modéré — 1,25 MW moy. (3x moins) ✓	Aucun — ravitaillement rapide

Infrastructure dépôt	Bornes HPC + réseau renforcé 500 k€–2 M€ Δ	Raccordement GRDF existant 50–150 k€ \checkmark	Station H ₂ dédiée 1–3 M€ Δ
Temps immobilisation	8h recharge nocturne (acceptable en flotte captive)	30 min ravitaillement bio-GNV + recharge lente batterie \checkmark	15–20 min ravitaillement Avantage non décisif en captif
Flexibilité de mission	Limitée aux courts circuits	Tous circuits — court et long \checkmark	Limitée
ZEV zones sensibles	300–500 km \checkmark	110–130 km \checkmark	Pleine autonomie \checkmark
Coût véhicule	250–350 k€ Δ	155–175 k€ \checkmark	300–500 k€ Δ
Remplacement batterie/stack	60–135 k€ (LFP 600–900 kWh)	0–20 k€ (LFP 200 kWh — cycles partiels)	50–150 k€ (stack pile)
Dépendance matériaux rares	Li 45–70 kg (LFP sans cobalt)	Li 15–20 kg · LFP sans cobalt \checkmark	Pt 100–150 g · CRITIQUE Δ
Simplicité opérationnelle dépôt	Gestion charge · smart grid	Bio-GNV + recharge légère \checkmark	Gestion H ₂ haute pression

4.3 Pourquoi l'H₂ n'est pas avantageux même en flotte captive

Le principal argument de l'H₂ pour les flottes captives est la recharge rapide (15–20 minutes). Mais cet avantage est sans objet pour un camion qui rentre au dépôt chaque nuit — 8 heures suffisent amplement pour recharger un BEV ou un ÉREV.

- Investissement station H₂ : 1 à 3 M€ par dépôt pour une station capable d'alimenter 50 véhicules/jour — contre 50 000–150 000 € pour un raccordement bio-GNV GRDF.
- Coût H₂ vert : 6–12 €/kg en 2025, objectif 2030 de 3–6 €/kg dans le meilleur scénario. À 8 kg/100 km, le coût carburant reste 48–80 €/100 km — 2 à 3 fois le bio-LCH₄ de l'ÉREV.
- Stack pile à combustible : remplacement estimé à 50 000–150 000 € tous les 500 000–800 000 km — un coût de maintenance sans équivalent dans les deux autres technologies.
- Dépendance au platine : 100–150 g par camion. Pour une flotte de 50 véhicules : 5 à 7,5 kg de platine — soit ~150 000 à 225 000 € en valeur matière (platine à ~30 000 €/kg) uniquement en catalyseur.
- Aucun avantage de densité volumique sur courte distance : le problème des 4 500 L de réservoir pour 1 000 km ne disparaît pas en flotte captive — on le contourne simplement en acceptant une autonomie réduite à 300–400 km, ce que l'ÉREV et le BEV font aussi bien à moindre coût.

Sur les flottes captives courtes distances, l'H₂ FCEV cumule les surcoûts (véhicule, station, carburant, stack) sans avantage opérationnel décisif sur des circuits qui rentrent chaque nuit. Le retour sur investissement d'une station H₂ de dépôt (1–3 M€) ne peut être justifié que pour des flottes à haute utilisation (>400 km/jour, 2 rotations/jour) — un profil rare dans le transport urbain standard.

4.4 L'ÉREV — plateforme unique pour les deux segments

L'avantage stratégique central de l'ÉREV Résilience est d'être la solution optimale sur les deux segments avec la même plateforme physique.

Segment	ÉREV en mode dominant	Avantage vs concurrent optimal
Flotte captive urbaine (<200 km/jour)	Mode batterie dominant Rex en veille ou peu sollicité Rendement ~80 % (quasi-BEV)	Vs BEV : 3x moins d'appel réseau dépôt Vs H ₂ : pas de station dédiée Même plateforme que le LD
Distribution régionale (200–600 km/jour)	Mode mixte batterie + Rex ZEV en zones sensibles Bio-GNV sur autoroutes	Vs BEV : autonomie sans recharge rapide Vs H ₂ : coût infrastructure moindre Flexibilité totale de mission
Transport LD international (>600 km/trajet)	Mode Rex dominant Batterie tampon et ZEV urbain Rendement 44–46 %	Seule solution viable à ce niveau BEV inadapté · H ₂ physiquement bloqué

Conclusion générale

Sur la longue distance 44t

Le BEV se heurte à des contraintes opérationnelles rédhibitoires (autonomie 300–500 km, recharge 45–90 min, mégachargeurs absents sur axes ruraux). L'H₂ FCEV se heurte à une contrainte physique absolue : la densité volumique de l'hydrogène comprimé à 700 bar est de 0,040 kg/L, déterminée par les propriétés moléculaires de H₂ et les lois de la thermodynamique.

Cette valeur n'augmentera pas en 2030, ni en 2035, ni en 2050 — elle est aussi immuable que le pouvoir calorifique de la molécule elle-même. Pour 1 000 km, il faut physiquement 4 500 à 5 000 litres de réservoirs à 700 bar — six fois le volume disponible sous un châssis 44t standard.

L'ÉREV Résilience alimenté au bio-LCH4 est la seule solution techniquement viable sur ce segment à horizon 2030, combinant autonomie réelle (1 150–1 300 km), ZEV urbain (110–130 km), réservoir compact (550–600 L), coût d'achat inférieur et TCO structurellement meilleur sur 1 500 000 km.

Sur les flottes captives courtes distances

Le BEV est techniquement optimal en rendement mais génère des appels de puissance au dépôt 3 fois supérieurs à l'ÉREV, nécessitant un renforcement réseau de 500 000 à 2 000 000 € rarement comptabilisé. L'H₂ FCEV n'offre aucun avantage décisif sur ce segment : l'avantage de recharge rapide est sans objet pour des flottes qui rentrent chaque nuit, et les surcoûts (station 1–3 M€, H₂ vert 6–12 €/kg, platine 100–150 g/camion) ne sont justifiés par aucun gain opérationnel réel.

L'ÉREV est également l'optimum sur les flottes captives : rendement quasi-BEV sur circuits courts, appel réseau minimal, infrastructure bio-GNV sur réseau GRDF existant, et — point stratégique central — même plateforme que le transport longue distance.

Sur les matériaux rares

La chimie LFP de l'ÉREV élimine le cobalt et minimise le lithium (15–20 kg vs 45–70 kg pour le BEV). Le platine de l'H₂ FCEV constitue un blocage physique d'approvisionnement : équiper seulement 500 000 camions européens par an consommerait 26 à 40 % de la production mondiale totale de platine, indépendamment de tout progrès technologique.

Verdict final	GNL + bio-GNL	ÉREV Résilience	BEV 44t	H ₂ FCEV
Longue distance LD	✓ Possible Phase out post-2035	✓✓ Optimal	X Inadapté (autonomie)	X Physiquement bloqué (réservoir)
Flotte captive urbaine	✓ Possible Phase out post-2035	✓✓ Optimal (plateforme unique)	✓ Bon (appel réseau Δ)	~ Possible (coût élevé)
Distribution régionale	✓ Possible	✓✓ Optimal	~ Limite d'autonomie	~ Possible (infra Δ)
Souveraineté matériaux	Très bonne	Bonne — LFP	Moyenne	Très faible (Pt monopole)
Infrastructure 2030	Disponible	En déploiement	Insuffisante Δ	Quasi absente Δ
Verdict global 2030	Transition Phase out 2035	Solution optimale tous segments	Régional <400 km	Niche très limitée blocage physique H ₂

Message stratégique central : l'ÉREV Résilience alimenté au bio-LCH4/bio-GNV est la seule architecture de camion 44t qui répond de manière optimale à tous les segments d'usage — longue distance, distribution régionale et flottes captives — avec une seule plateforme physique, une seule infrastructure carburant (réseau GRDF), un coût d'achat inférieur à toutes les alternatives décarbonées, et une dépendance aux matériaux rares minimisée par la chimie LFP sans cobalt. Ni le BEV (blocages opérationnels et réseau), ni l'H₂ (blocages physiques du réservoir et d'approvisionnement en platine) ne couvrent l'ensemble du spectre à horizon 2030.

Sources : Volvo · Scania · Mercedes · Hyundai · IEA Transport 2024 · AFRY Hydrogen Study 2023 · BloombergNEF EV Outlook 2024 · World Platinum Investment Council 2024 · Programme Résilience V11 Juin 2026 · calculs physiques H₂ densité 700 bar