

PROGRAMME RÉSILIENCE 2045

Note de cadrage stratégique

La pyrogazéification n'a de sens que dans le système Résilience complet

Pourquoi ce n'est pas un projet de biogaz — c'est un projet de souveraineté énergétique

Juin 2026 — À l'attention des décideurs institutionnels et industriels

1. L'objection légitime — et pourquoi elle est mal posée

Face à un projet de pyrogazéification à 460 M€ par site, avec un verrou technique non résolu à grande échelle, la réaction naturelle d'un décideur est **légitime** : « Si c'est pour produire du biométhane qui va finir dans des chaudières résidentielles, le jeu n'en vaut pas la chandelle. Une pompe à chaleur fait bien mieux pour chauffer un logement — pourquoi mobiliser une ressource aussi complexe à produire pour un usage où elle n'est pas la meilleure option ? »

Cette objection est exacte sur le plan thermodynamique — et elle définit précisément ce que le Programme Résilience n'est pas.

2. Ce que Résilience n'est pas

Un projet biométhane mal orienté serait...	Le Programme Résilience est...
Affecter le biométhane au chauffage résidentiel — alors qu'une PAC fait 3 à 4 fois mieux par kWh électrique	Réserver le biométhane aux usages où l'électrification directe ne fonctionne pas : ÉREV, aviation, poids lourds
Gaspiller une ressource rare et neutre en carbone sur un usage où l'électricité est thermodynamiquement supérieure	Créer la flexibilité passive qui rend le réseau électrique résilient face aux 5 crises hivernales
Technologie disponible, peu risquée, peu différenciante — mais mal allouée	Seule technologie permettant simultanément énergie + séquestration + stockage saisonnier + carburant mobilité longue distance
Rentable à 200–500 t/j avec des technologies maîtrisées (méthanisation)	Requiert 1 000 t/j et une compétence industrielle de niveau raffinerie — parce que l'enjeu systémique le justifie
Projet agricole local — intérêt sectoriel limité	Programme national — évite 250–350 Md€ d'infrastructure électrique et 7 EPR2 non nécessaires

La pyrogazéification Résilience n'est pas une filière de chauffage résidentiel — c'est une infrastructure de souveraineté énergétique, dont le carburant principal sont les véhicules ÉREV et les usages que l'électrification directe ne peut pas couvrir, pas les chaudières où la pompe à chaleur est structurellement supérieure.

3. Les quatre fonctions qu'aucune autre technologie ne peut assurer simultanément

La pyrogazéification à grande échelle n'a de sens économique, environnemental et stratégique que parce qu'elle assume **quatre fonctions simultanées** que chacune des technologies alternatives ne peut assumer qu'en partie :

	Fonction	Pourquoi elle est irremplaçable	Ce qui disparaît sans elle
①	Carburant ÉREV (Bio-GNV) — la fonction principale	L'ÉREV bascule automatiquement sur Bio-GNV lors des pointes électriques — sans décision conducteur, sans smart grid. Il retire passivement 40 GW de demande réseau lors du grand froid hivernal.	Sans Bio-GNV, l'ÉREV redevient un VE ordinaire. Le déficit électrique de janvier passe de -10 GW gérable à -65 GW ingérable. 5 situations critiques sur 5 non résolues.
②	Séquestration carbone par le biochar — la seule voie française	La pyrogazéification à ≥ 550 °C produit un biochar de haute stabilité (H/Corg < 0,4, durée de vie > 500 ans). Certifiable CRCF depuis le 3 février 2026. Aucune autre filière ne produit ce type de carbone stable en quantité significative.	Sans pyrogazéification : 0 tonne de séquestration permanente dans Résilience. Les 20–23 Mt CO ₂ /an certifiables CRCF disparaissent. La France n'a plus de levier de neutralité carbone propre au-delà de 2040.
③	Stockage saisonnier via le réseau GRDF — la batterie géante à zéro CAPEX	Le biométhane injecté dans les 130 TWh de stockages souterrains GRDF constitue le seul stockage saisonnier opérationnel en France — 87 fois le stockage électrique national. Il est météo-indépendant et immédiatement pilotable.	Sans biométhane de pyrogazéification : le stockage saisonnier reste un problème non résolu. Les batteries couvrent 4 à 8 heures — pas 3 à 5 jours d'anticyclone hivernal sans vent.
④	Carburant aviation et poids lourds — les secteurs non électrifiables	L'aviation long-courrier et les poids lourds longue distance ne seront pas électrifiés à horizon 2045 — physiquement impossible. Le bio-GNL (liquéfaction du biométhane) est la seule alternative au kérosène et au GNL fossile disponible à grande échelle en France.	Sans pyrogazéification : la France importe du GNL fossile pour son aviation et ses poids lourds à l'horizon 2045 — dépendance énergétique structurelle maintenue sur ces deux secteurs.

Les quatre fonctions sont interdépendantes : supprimer l'une dégrade les trois autres. C'est ce couplage qui justifie la complexité et le CAPEX — non pas la technologie en elle-même.

4. Pourquoi la méthanisation seule ne peut pas remplir ces quatre fonctions

La méthanisation agricole est une technologie mature, moins coûteuse et sans verrou technologique majeur. Elle constitue d'ailleurs la **deuxième jambe du Programme Résilience** (70 TWh/an dans le scénario central V11). Mais elle ne peut pas remplacer la pyrogazéification :

Critère	Méthanisation	Pyrogazéification	Conséquence pour Résilience
Biomasse valorisable	Humide uniquement (effluents, CIVE, biodéchets)	Sèche uniquement (bois, paille, rémanents)	Les deux filières sont complémentaires — elles n'utilisent pas la même biomasse. La pyrogazéification valorise 50–60 Mt/an de biomasse sèche que la méthanisation ne peut pas traiter.

Critère	Méthanisation	Pyrogazéification	Conséquence pour Résilience
Production de biochar	✗Aucune	✓11–13 Mt/an (20–23 Mt CO ₂ /an)	La séquestration carbone permanente certifiable CRCF est exclusivement portée par la pyrogazéification. La méthanisation ne séquestre pas de carbone — elle émet du CO ₂ biogénique (non séquestré).
Volume de biométhane	~70 TWh/an (plafond gisement humide FR)	~144 TWh/an (pyrogazéification seule)	Sans pyrogazéification, la France produit ~70 TWh de biométhane — insuffisant pour alimenter les ÉREV + aviation + poids lourds + stockage saisonnier (cible : 262 TWh total V11).
Adaptabilité aux variations climatiques	Stable — peu sensible aux aléas	Stable — météo-indépendant	Les deux filières sont météo-indépendantes — avantage commun sur l'éolien et le solaire pour le stockage saisonnier.
Complexité technologique / risque	Faible — TRL 9 Mature industriellement	Élevée — TRL 7–8 Verrou goudrons à lever	La méthanisation est le choix naturel pour le volume de base. La pyrogazéification est le choix nécessaire pour les quatre fonctions irremplaçables — y compris quand la complexité est plus élevée.

5. La bonne question à poser

La question n'est pas « *est-ce que la pyrogazéification est rentable ?* » Elle est mal posée parce qu'elle isole une technologie de son système.

La question correcte est : « **Quelle valeur économique et stratégique la France perd-elle si elle ne déploie pas la pyrogazéification à grande échelle ?** »

Sans pyrogazéification à grande échelle	Avec pyrogazéification (Programme Résilience)
-85 TWh d'économie sur le réseau électrique disparaissent → 7 EPR2 supplémentaires nécessaires → +84 Md€	+144 TWh biométhane → -7 EPR2 → économie 84 Md€ rien que sur le nucléaire
0 séquestration carbone permanente certifiable en France → objectif neutralité 2050 non atteint	20–23 Mt CO ₂ /an séquestrés → levier de neutralité carbone propre et souverain
ÉREV sans carburant bio → retour au VE ordinaire → réseau électrique non résilient face aux 5 crises	ÉREV avec Bio-GNV → mécanisme passif de résilience réseau → -40 GW automatiquement au grand froid
Aviation et poids lourds au GNL fossile importé → dépendance maintenue à l'horizon 2045	Bio-GNL français pour aviation + poids lourds → substitution progressive des importations fossiles
50–60 Mt/an de biomasse sèche (rémanents forestiers, pailles) non valorisée → décomposition sans bénéfice climatique	50–60 Mt/an valorisés en énergie + biochar → double bénéfice énergétique et climatique
COÛT DE L'INACTION : +84 Md€ nucléaire + réseau non résilient + neutralité carbone compromise	COÛT DE L'ACTION : 69 Md€ CAPEX (autofinancé 5–8 ans) + engagement public 10–15 Md€

La pyrogazéification Résilience n'est pas un projet de biogaz.

C'est l'infrastructure qui rend possible l'ensemble du système :

résilience électrique · neutralité carbone · mobilité décarbonée · stockage saisonnier

Supprimer la pyrogazéification du scénario Résilience, c'est supprimer le scénario Résilience lui-même.