

ANNEXE ENVIRONNEMENTALE — PROGRAMME RÉSILIENCE V11

Qualité environnementale de la filière bio-CH₄

Émissions fugitives de méthane · Biodiversité · Gestion durable de la biomasse · Réponses aux critiques ONG

Mai 2026 — Annexe Programme Résilience V11

CONTEXTE — Les organismes critiques du biogas (FNE, Canopée Forêts Vivantes, IEEFA, certains rapports ADEME) concentrent leurs attaques sur deux points : les émissions fugitives de méthane sur les sites de production, et l'impact de la mobilisation de biomasse sur la biodiversité forestière. Ces critiques sont légitimes pour certaines filières de méthanisation ouvertes — elles ne s'appliquent pas de la même façon à la pyrogazéification en enceinte fermée du Programme Résilience. Cette annexe répond point par point avec des engagements concrets et vérifiables.

Partie 1 — Les deux angles d'attaque et leur légitimité

1.1 Les émissions fugitives : une critique légitime pour d'autres filières

Des études récentes (IEEFA 2023, rapports FNE 2024) montrent que certains sites de méthanisation français présentent des taux de fuite de CH₄ allant de 0,5 % à 5 % de la production. Avec un PRG de 80 sur 20 ans, une fuite de 1 % peut annuler une fraction significative des bénéfices carbone d'un site mal contrôlé. Cette critique est réelle et fondée pour les petits digesteurs ouverts sans monitoring rigoureux.

Elle s'applique mal à la pyrogazéification pour une raison technique fondamentale : un réacteur de pyrogazéification est une enceinte fermée sous pression négative légère, contrairement à un digesteur de méthanisation qui peut être partiellement ouvert. Mais cette différence technique doit être démontrée et mesurée, pas simplement affirmée.

1.2 La biodiversité : une critique légitime pour les mauvaises pratiques

L'association Canopée Forêts Vivantes et plusieurs rapports scientifiques documentent les risques d'une mobilisation excessive de biomasse forestière sur les espèces saproxyliques (dépendantes du bois mort), les continuités écologiques et les vieilles forêts. Ces risques sont réels quand la biomasse est prélevée sans encadrement.

Le Programme Résilience cible spécifiquement les biomasses qui se décomposent actuellement sans valorisation — une fraction qui existe indépendamment de tout programme énergétique. La question n'est pas 'faut-il prélever ?', mais 'que fait-on des 28 Mt qui se décomposent déjà chaque année ?'

Principe de réponse du Programme Résilience : nous ne nions pas les risques — nous les quantifions, nous les encadrons réglementairement, et nous les rendons publics. C'est la différence entre un programme sérieux et un programme de façade. Chaque site publie son bilan GES annuel audité. Chaque source de biomasse est certifiée PEFC/FSC. Les zones interdites sont listées contractuellement et non négociables.

Partie 2 — Émissions fugitives de méthane : diagnostic et protocole de maîtrise

2.1 Pyrogazéification vs méthanisation : une différence technique fondamentale

La confusion fréquente entre méthanisation et pyrogazéification est à l'origine de transferts injustifiés de critiques d'une filière à l'autre. Les deux procédés partagent le bio-CH₄ comme produit final mais sont radicalement différents dans leur architecture de confinement.

Paramètre	Méthanisation ouverte (digesteur)	Pyrogazéification (Programme Résilience)	Qualification
Type d'enceinte	Digesteur ouvert ou semi-couvert dans certains sites — risque de fuite diffuse	Réacteur entièrement fermé, sous légère pression négative — fuite structurellement impossible sans alarme	✓Avantage structurel pyrogazéification
Taux de fuite mesuré (études terrain)	0,5–5 % selon état du site (IEEFA 2023, FNE 2024) — très variable selon conformité ICPE	< 0,1 % objectif certifiable (mesure en continu PID/FID obligatoire) — inférieur au réseau gaz naturel GRDF existant	À valider Phase 0 par mesure terrain
Détection et monitoring	Variable selon exploitant — pas toujours systématique sur petits sites	Protocole unifié Programme Résilience : capteurs CH ₄ périmétrique en continu + inspection trimestrielle + audit GES annuel ISO 14064 tiers indépendant	✓Condition contractuelle Phase 0
Cadre réglementaire français	ICPE 2781 (méthanisation) — inspection insuffisante sur certains petits sites	ICPE 2910 + 2971 (pyrogazéification) + arrêté 2013/2017 rejets atmosphériques. Certification CDC Biochar V3 impose audit annuel GES. Double niveau de contrôle.	✓Double cadre ICPE + CDC V3
Comparaison avec le réseau GRDF existant	N/A — réseau séparé	Le bio-CH ₄ injecté dans GRDF est la même molécule que le gaz naturel : il bénéficie des 50 ans de savoir-faire GRDF en détection de fuites réseau (inspection 10 000 km/an)	✓Infrastructure éprouvée

2.2 Le calcul du bilan GES avec fuites — la comparaison qui compte

La question correcte n'est pas 'y a-t-il des fuites ?' (toute installation industrielle en a) mais 'le bilan GES du programme est-il positif même avec des fuites, comparé à ne rien faire ?'. La bonne comparaison est le Programme vs la décomposition naturelle de la biomasse, pas le Programme vs zéro émission.

Scénario	Fuite CH ₄ production	Bilan GES net	Commentaire
Baseline sans Programme (28 Mt décomposent)	~5 % → CH ₄ naturel (PRG 28 sur 100 ans)	~14 Mt CH ₄ = 390 Mt CO ₂ e perdus	La biomasse laissée à se décomposer n'est pas neutre. Elle émet du CO ₂ + du CH ₄ sur 5–20 ans. Le PRG de ce CH ₄ naturel = 28 sur 100 ans (GIEC AR6). Le Programme capture ce flux. [✓GIEC AR6 WG1 §5]

Programme Résilience — site conforme (fuite < 0,1 %)	< 0,1 % (objectif)	Bilan très négatif (puits carbone) []	CH ₄ capturé + brûlé → CO ₂ biogénique (PRG 1). Biochar séquestre C pour > 100 ans. Bilan global très favorable. C'est le scénario cible certifiable CDC V3. []
Programme Résilience — site dégradé (fuite 1 %)	1 % (scénario dégradé)	Bilan toujours négatif []	1 % de fuite sur 262 TWh = 2,6 TWh CH ₄ non brûlé = ~525 000 t CH ₄ × PRG80 = ~42 Mt CO ₂ e. MAIS biochar séquestre 20–23 Mt CO ₂ /an + évitement décomposition naturelle (~390 Mt CO ₂ e). Bilan net toujours largement négatif. [Calcul à affiner]
Programme Résilience — site non conforme (fuite 5 %) — INACCEPTABLE	5 % — site fermé	Mise en demeure immédiate	Un site à 5 % de fuite est déclassé, perd sa certification CDC V3 et son éligibilité CfD. Règle absolue Programme Résilience : aucune tolérance > 1 % mesuré. Précédent ICPE : fermeture administrative sous 48h si dépassement. [✓Règle contractuelle]

Conclusion calcul GES : Même avec un taux de fuite dégradé de 1 % (scénario pessimiste), le bilan GES du Programme Résilience reste nettement négatif (puits carbone net) comparé au scénario de référence de décomposition naturelle. La robustesse du bilan au PRG méthane est structurelle — c'est le biochar qui l'assure. [À valider par ACV indépendante]

2.3 Le protocole de surveillance : 4 niveaux de contrôle

Programme Résilience impose un protocole de surveillance unifié sur tous les 150 sites, allant au-delà des exigences ICPE minimales. Ce protocole est une condition contractuelle de maintien du CfD et de la certification CDC V3.

Fréquence	Mesure effectuée	Outil / Méthode	Condition de déclenchement alerte
En continu (24h/24)	Concentration CH ₄ périmétrique (4 points + sous-vent dominant)	Capteurs catalytiques ou PID (Photo-Ionisation Détecteur)	> 100 ppm CH ₄ sur un point = alerte niveau 1 · > 500 ppm = arrêt automatique alimentation biomasse + appel astreinte [✓Seuils ATEX]
Hebdomadaire	Inspection visuelle tuyauteries + joints + vannes + torches	Détecteur portable CH ₄ FID + grille d'inspection standardisée	Toute fuite visible > 10 ppm localisée = réparation sous 48h. Consigné dans registre ICPE. [✓ICPE 2910]
Trimestrielle	Bilan massique CH ₄ produit / CH ₄ injecté GRDF / CH ₄ torché / CH ₄ auto-consommé	Méthode bilan massique IPCC Tier 2 (2006 IPCC Guidelines Vol. 2 Ch. 4)	Taux de fuite calculé = (CH ₄ produit - CH ₄ valorisé) / CH ₄ produit. Objectif < 0,5 %. > 1 % = plan d'action obligatoire sous 30 jours. [Méthode à standardiser Phase 0]
Annuelle	Audit GES complet site : émissions directes (scope 1) + énergie (scope 2) + biomasse amont (scope 3 partiel)	ISO 14064-3 · Vérificateur tiers accrédité COFRAC · Rapport public annuel	Rapport rendu public sur plateforme nationale Programme Résilience. Condition de maintien CfD et éligibilité EU-ETS. Perte de certification CDC V3 si bilan GES dégradé. [✓Condition contractuelle]
Tous les 5 ans	Audit biodiversité périmètre site (500 m autour) : inventaire faune/flore, continuités écologiques, qualité sol	Prestataire agréé OFB (Office Français de la Biodiversité) · Protocole STOC/STELI	Toute dégradation significative de l'indice biodiversité déclenche un plan de compensation et gel de tout nouveau site dans un rayon de 20 km. [Protocole à définir Phase 0]

2.4 La règle des 15 % sur le slip moteur véhicule

Rappel de la section 7.2 du document Stockage V11 : le slip méthane non brûlé dans le moteur Rex des ÉREV est contrôlé à 0,3–0,5 % (vs 1–3 % non maîtrisé) par trois mécanismes combinés :

- Moteur Atkinson à régime fixe 2 500 tr/min : combustion stable, slip < 1 % en régime permanent. [✓]
- Préchauffeur électrique 50 W au démarrage à froid : résolution en < 30 secondes. [✓]
- Catalyse d'oxydation en sortie d'échappement : efficacité > 98 % sur CH₄ résiduel — technologie maîtrisée sur autocars GNV depuis 30 ans. [✓]

Ces trois mécanismes combinés descendent le slip réel en cycle mixte à 0,3–0,5 % — niveau négligeable en bilan cycle de vie, comparable aux pertes de transmission d'un BEV.

Partie 3 — Biodiversité et gestion durable de la biomasse

3.1 Les sources de biomasse et leur profil de biodiversité

Programme Résilience s'appuie sur quatre sources de biomasse dont les impacts sur la biodiversité sont radicalement différents. Le choix délibéré de sources résiduelles et dégradées (plutôt que cultures dédiées) est le premier niveau de protection de la biodiversité.

Source de biomasse	Volume mobilisé	Impact biodiversité	Certifications requises	Qualification
Bois non récolté — résidus forestiers	~22–25 Mt MS/an (fraction des 28 Mt disponibles)	POSITIF si règle des 15 % respectée : 15 % du bois mort laissé en forêt pour saproxyliques. Haies et ripisylves EXCLUES. [✓INRAE 2023]	PEFC / FSC obligatoire · Bilan plan de gestion forestière · Exclusion zones protégées	✓Pratique établie
Effluents d'élevage (lisiers, fumiers)	~70 TWh/an potentiel (source ADEME)	TRÈS POSITIF : zéro changement d'affectation des sols. Réduit N ₂ O et CH ₄ des stockages à l'air libre (-42 à -70 Mt CO ₂ e/an). [✓ADEME 2024]	Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) · Cadre PAC / MAEC	✓Meilleure option biodiversité
Miscanthus / TRC sur terres marginales	1,5–3,6 Mha × 8–15 t MS/ha · +59–81 TWh/an [△ Scénario étendu 2040+]	POSITIF sur friches et landes dégradées : couverture permanente du sol, pas de labour annuel, habitat pour faune. Interdit sur prairies permanentes et zones Natura 2000. [✓INRAE Biomass & Bioenergy 2022]	Diagnostic agri-environnemental parcelle par parcelle · Exclusion stricte des prairies permanentes	Selon localisation
Bois de chauffage (substitution PAC)	~16 Mt MS/an (si substitution totale) [△ Conditionnel adoption PAC]	NEUTRE à POSITIF : pas d'augmentation des prélèvements en forêt — simple réorientation d'une biomasse déjà prélevée vers un usage plus efficace. Aucune pression supplémentaire sur les écosystèmes.	Maintien des plans de gestion forestière existants · Aucune dérogation requise	△ Conditionnel adoption PAC
BIOMASSES EXPLICITEMENT EXCLUES				
Forêts anciennes (> 100 ans sans exploitation)	0 — EXCLUES	Irremplaçables pour la biodiversité forestière. Exclusion absolue.	Critère RED III Annexe IX + CDC V3	✓Règle absolue
Zones Natura 2000 + haies bocagères + ripisylves	0 — EXCLUES	Réservoirs de biodiversité essentiels et continuités écologiques protégées. Exclusion absolue.	RED III Annexe IX · Loi Biodiversité 2016 · Haies : Loi Agriculture 2024	✓Règle absolue

Prairies permanentes (Carbon Stock)	0 — EXCLUES	Stocks de carbone sol significatifs. La mise en culture de prairies permanentes annulerait le bilan carbone du programme.	RED III Art. 29(3) + PAC conditionnalité BCAE 9	✓ Règle absolue
Zones humides et tourbières	0 — EXCLUES	Stocks de carbone exceptionnels + biodiversité unique. Drainage interdit.	RED III Annexe IX · Directive Habitats 92/43/CEE	✓ Règle absolue

3.2 Le stock minimal de bois mort — clé de l'équilibre forêt-énergie

Les travaux de l'INRAE indiquent que le maintien d'un volume significatif de bois mort est indispensable à la conservation des espèces saproxyliques (insectes xylophages, champignons, oiseaux cavernicoles) et au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers. La biodiversité ne dépend pas seulement d'un pourcentage global — elle dépend aussi de la qualité du bois mort, de sa taille, de sa structure (debout vs couché), de sa répartition spatiale et de sa continuité dans le temps. Quelques gros troncs anciens peuvent être écologiquement plus utiles que beaucoup de petites branches. Ce sont ces nuances que le Programme Résilience intègre dans ses cahiers des charges.

Toute forêt participant à l'approvisionnement en biomasse doit démontrer le maintien permanent d'un stock écologique de bois mort et d'arbres habitats conforme aux recommandations scientifiques et aux référentiels de gestion durable (PEFC/FSC). À titre indicatif, ce stock ne pourra être inférieur à 10 % du volume de bois mort présent sur la parcelle, et sera porté à 15 % ou davantage dans les forêts à forte valeur écologique. Ce seuil constitue un minimum de protection et non un objectif de prélèvement.

Précision de méthode essentielle : l'objectif du Programme n'est pas de retirer le bois mort des forêts. C'est de valoriser une partie des flux annuels de biomasse aujourd'hui peu exploités (branches, houppiers, chablis), tout en maintenant les fonctions écologiques essentielles, en réduisant les risques d'incendie et en augmentant la séquestration durable de carbone par production de biochar certifié. On conserve le stock écologique permanent — on valorise le flux excédentaire annuel.

Le Programme Résilience comme allié de la sylviculture durable : en créant une valeur économique pour les résidus forestiers, il finance les pratiques qui maintiennent les arbres habitats et le bois mort de qualité — pratiques que l'abandon économique de la forêt ne permettait plus. Un écologue forestier devrait y voir non pas une menace mais un instrument de gestion active de la biodiversité. [✓INRAE Forêts 2023]

3.3 Les haies bocagères — une synergie inattendue

Les haies bocagères sont EXCLUES des sources de biomasse du Programme Résilience. Mais le Programme crée indirectement une incitation économique à leur maintien et restauration. En valorisant économiquement les résidus de gestion des bordures forestières, il rend rentables les travaux d'entretien des lisières que les propriétaires n'effectuent plus faute de débouchés. Ce mécanisme d'incitation économique indirecte à la gestion des haies est documenté dans plusieurs études sur les filières bois-énergie certifiées (ADEME 2022). [À confirmer sur sites pilotes Phase 0]

3.4 Conformité RED III — les safeguards biodiversité déjà intégrés

La directive RED III (Directive (UE) 2023/2413), que Programme Résilience respecte pour toutes ses sources biomasse, contient dans son Annexe IX Partie A des critères de durabilité spécifiques :

- Interdiction des biomasses issues de forêts primaires ou à haute valeur de biodiversité (Art. 29.3). [✓]
- Interdiction des terres à forte teneur en carbone (zones humides, tourbières, forêts depuis 2008). [✓]
- Maintien de la biodiversité dans les pratiques forestières (Art. 29.6). [✓]
- Traçabilité des sources biomasse — chaîne de contrôle documentée (Art. 30). [✓]

Programme Résilience va plus loin que RED III en ajoutant ses propres exclusions (haies, ripisylves, prairies permanentes) et le protocole de surveillance biodiversité quinquennal.

Partie 4 — Réponses aux critiques des organismes opposants

Les principales critiques formulées par les ONG et organismes de contrôle peuvent être adressées précisément. Le Programme Résilience les anticipe plutôt que de les subir.

Critique ONG / argument opposant	Réponse Programme Résilience
FNE / IEEFA : « Les sites de méthanisation fuient — le biogas n'est pas climatiquement neutre »	Cette critique vise la méthanisation ouverte — pas la pyrogazéification. Les réacteurs de pyrogazéification sont des enceintes fermées sous pression négative structurellement différentes des digesteurs. De plus, l'argument ignore le baseline : la biomasse non récoltée décomposerait naturellement et émettrait du CH ₄ (PRG 28) sans aucun bénéfice énergétique. Programme Résilience impose un protocole de mesure ISO 14064 public annuel — ce que les détracteurs du biogas exigent et que ce programme fournit. [✓]
Canopée Forêts Vivantes : « Mobiliser 28 Mt de bois détruira les forêts anciennes et menacera les espèces saproxyliques »	Les forêts anciennes (> 100 ans sans exploitation) sont explicitement EXCLUES des sources biomasse du Programme — règle absolue, condition de certification CDC V3. La règle des 15 % de bois mort conservé (recommandation INRAE) est intégrée dans les cahiers des charges. Les 28 Mt cibles sont des résidus non récoltés actuellement (branches, houppiers, chablis) — pas des coupes supplémentaires. En collectant ces résidus de façon certifiée PEFC/FSC, le Programme INCITE économiquement la gestion forestière durable. [✓INRAE Forêts 2023]
WWF / ADEME : « La biomasse est une ressource limitée — il ne faut pas la brûler mais la séquestrer »	C'est précisément la logique du Programme : la pyrogazéification NE BRÛLE PAS la biomasse au sens classique. Elle la transforme en bio-CH ₄ (énergie) ET en biochar (séquestration permanente > 100 ans). 35–40 % du carbone de la biomasse est séquestré sous forme de biochar certifié H/C ≤ 0,4. C'est incomparablement plus efficace que la combustion directe du bois (100 % du carbone libéré en CO ₂). Le Programme Résilience satisfait SIMULTANÉMENT les objectifs énergie et séquestration carbone. [✓CDC Biochar V3, EBC v10.1]
Greenpeace : « Le bio-méthane est une fausse solution qui retarde la transition vers les ENR »	Le bio-CH ₄ dans le Programme Résilience n'est pas alternatif aux ENR — il les complète pour les horizons temporels que les batteries et le V2G ne peuvent pas couvrir (stockage saisonnier, dunkelflaute). Sans solution de stockage inter-saisonnier, toute installation ENR supplémentaire génère des curtailments en été et des déficits en hiver. Le bio-CH ₄ est précisément l'outil qui permet au nucléaire de tourner en baseload et aux ENR de ne pas être curtailés. [✓Analyse systémique — voir Stockage V11]
Riverains / associations locales : « Un site de pyrogazéification, ça sent mauvais et c'est dangereux »	La pyrogazéification opère à 750–900°C en enceinte fermée — toute biomasse est convertie, pas stockée à l'air libre comme dans une méthanisation. Les odeurs caractéristiques des méthaniseurs (H ₂ S, NH ₃) sont absentes. Le syngas est épuré avant injection GRDF. La règle des 50 m de zone tampon végétalisée + le plan d'acceptabilité locale (consultation publique dès Phase 0) sont des conditions contractuelles du Programme. [Protocole à formaliser Phase 0]

Partie 5 — Gouvernance environnementale du Programme

5.1 Le comité indépendant de surveillance environnementale

Programme Résilience propose la création d'un Comité Indépendant de Surveillance Environnementale (CISE) composé de :

- 2 représentants d'ONG environnementales agréées (FNE ou Canopée — y compris des critiques du programme)
- 2 scientifiques INRAE/CNRS spécialistes forêts et biodiversité
- 1 représentant ADEME
- 1 représentant OFB (Office Français de la Biodiversité)

Ce comité a accès à tous les rapports GES annuels et biodiversité quinquennaux. Il peut déclencher des audits supplémentaires à tout moment. Ses recommandations sont publiques. L'inclusion délibérée d'opposants

potentiels dans la gouvernance est la démonstration la plus forte de la confiance du Programme dans ses propres standards. [À instituer formellement Phase 0]

5.2 Le principe de transparence radicale

Tous les rapports GES annuels de tous les 150 sites sont publiés sur une plateforme nationale ouverte, en données brutes téléchargeables. Aucun autre programme énergétique français n'impose ce niveau de transparence. C'est délibéré : un programme qui a confiance dans ses résultats n'a pas de raison de cacher ses données.

Cette transparence sert aussi les investisseurs : un IRR certifié repose sur un bilan GES certifié. Les deux sont liés contractuellement dans les CfD. La rigueur environnementale n'est pas un coût du Programme — c'est une garantie de sa bancabilité. [✓Lien direct avec la stratégie financière]

Partie 6 — Charte de qualification méthanisation : Programme Résilience

La méthanisation représente un gisement de ~70 TWh/an dans le Programme Résilience (effluents d'élevage, biodéchets, résidus agricoles). C'est une filière structurellement différente de la pyrogazéification, avec ses propres risques et ses propres atouts. Elle mérite un cadre de qualification propre, à la fois plus exigeant que la réglementation ICPE minimale et défendable face aux critiques ONG.

L'enjeu n'est pas d'interdire la méthanisation — c'est d'éliminer les mauvaises pratiques qui alimentent la critique légitime et de rendre visible l'excellence des opérateurs sérieux. Une filière qui s'autocontrôle rigoureusement est incomparablement plus solide politiquement qu'une filière qui subit les contrôles externes.

6.1 L'argument de baseline : la méthanisation correcte est meilleure que l'absence

L'argument central que les opposants ne formulent jamais : le lisier stocké en fosse ouverte n'est pas neutre. Il émet spontanément du méthane (PRG 28 sur 100 ans) et du protoxyde d'azote (PRG 265 sur 100 ans). Toute installation de méthanisation correctement gérée améliore le bilan GES par rapport au stockage traditionnel — même avec des fuites résiduelles.

Situation	CH ₄ émis	N ₂ O émis	Bilan GES estimé
Fosse à lisier ouverte (baseline sans programme)	~3–5 % du CH ₄ total émis spontanément (PRG 28) [✓GIEC AR6]	~1–2 % N azote → N ₂ O (PRG 265) [✓ADEME]	~80–120 kg CO₂ e/t lisier · Perdu sans valorisation
Installation niveau A (exemplaire)	< 0,2 % fuites résiduelles [Objectif]	N ₂ O digestat –60 % vs stockage ouvert (digestat stabilisé) [ADEME 2022]	Bilan très négatif (puits). CH₄ capturé + brûlé → CO₂ biogénique. Digestat valorisé. []
Installation niveau B (conforme)	< 0,5 % fuites mesurées []	N ₂ O –40 % vs baseline []	Bilan négatif · Nettement meilleur que fosse ouverte · Acceptable Programme Résilience []
Installation non conforme (fuite > 1 % — EXCLUE)	> 1 % fuites mesurées = inacceptable	Digestat mal géré → N ₂ O non maîtrisé	Peut être équivalent ou pire que fosse ouverte. EXCLUSION IMMÉDIATE du Programme Résilience. Signalement ICPE. [✓ Règle absolue]

Retournement du débat : les opposants montrent des sites mal gérés pour critiquer toute la filière. La Charte Programme Résilience rend cette confusion impossible : les sites mal gérés sont exclus du programme avec la même rigueur que les ONG l'exigent — et nous le faisons de façon contractuelle, publique et vérifiable.

6.2 Les 4 niveaux d'éligibilité

Niveau	Label	Critères synthétiques	Éligibilité Programme	Priorité
A	Exemplaire	Fuites < 0,2 % · Digestat 100 % valorisé · Couverture fosse digestat · Audit ISO 14064 public · Consultation locale annuelle · Formation opérateurs certifiée	CfD plein · Éligible EU-ETS · IPCEI · Accès financements BEI prioritaires	Cible 2030+
B	Conforme	Fuites < 0,5 % mesurées · Digesteur entièrement	CfD standard · Éligible Programme	Exigé dès 2027

		couvert · Torchère opérationnelle · Intrants 100 % résidus/déchets · Rapport GES annuel · Fosse digestat couverte	Résilience · Financement BEI classique	
C	En transition	Audit diagnostic réalisé · Plan d'action formalisé · Engagement atteindre niveau B sous 18 mois · Fuite mesurée entre 0,5 et 1 %	CfD réduit (-15 %) · Accompagnement technique ADEME · Financement conditionnel	2025–2027 uniquement
X	Non éligible	Digesteur ouvert · Fuites > 1 % · Refus d'audit · Intrants cultures dédiées type maïs grain · Digestat non valorisé	Exclusion définitive Programme Résilience · Signalement DREAL/ICPE · Pas de financement public	Exclusion immédiate

6.3 Les 8 critères techniques impératifs (niveau B minimum)

#	Critère	Spécification technique	Vérification / Base réglementaire
1	Digesteur entièrement couvert	Zéro digesteur ouvert ou semi-couvert. Couverture rigide ou membranaire avec collecte du biogaz sur 100 % de la surface du digesteur.	Inspection visuelle trimestrielle + mesure pression légèrement positive dans l'enceinte. ICPE 2781 renforcé. [✓]
2	Torchère opérationnelle 24h/24	Torchère à allumage automatique, capacité 100 % du débit de biogaz nominal. Test d'allumage mensuel enregistré. Aucune émission non brûlée tolérée.	Registre de maintenance torchère · Contrôle automate SCADA. [✓ICPE 2781]
3	Monitoring gaz en continu	Débitmètre gaz haute précision (erreur < 1 %) + capteurs CH ₄ périmétrique 4 points. Données transmises en temps réel à la plateforme nationale Programme Résilience.	Télétransmission temps réel · Alerte automatique > 100 ppm périmètre · Rapport mensuel public. [Plateforme à créer Phase 0]
4	Fuites mesurées < 0,5 %	Taux de fuite = (biogaz produit – biogaz valorisé) / biogaz produit. Méthode bilan massique IPCC Tier 2. Mesure trimestrielle. Résultats publics.	Audit trimestriel tiers accrédité COFRAC. > 0,5 % = plan d'action 30 jours. > 1 % = exclusion. [✓Règle contractuelle]
5	Intrants 100 % résidus/déchets	Zéro culture dédiée (maïs grain, betterave, sorgho en monoculture). Intrants autorisés : effluents d'élevage, biodéchets ménagers, résidus agro-alimentaires, boues STEP, résidus végétaux non récoltés.	Registre d'intrants trimestriel · Traçabilité origine + tonnage. Non-conformité = suspension CfD. RED III Annexe IX Partie A. [✓]
6	Digestat 100 % valorisé sur terres agricoles	Zéro mise en décharge du digestat. 100 % épandu sur terres agricoles avec plan d'épandage agréé préfecture. Analyses digestat annuelles (métaux lourds, pathogènes, microplastiques).	Plan d'épandage ICPE · Analyses conformes arrêté 8 jan. 1998. Remplacement partiel engrais chimiques = co-bénéfice N/P documenté. [✓]
7	Fosse à digestat couverte	Couverture rigide ou membranaire de la fosse de stockage du digestat. Collecte biogaz résiduel de la fosse et valorisation (torchage minimum). Réduit N ₂ O de -40 à -60 %.	Point de vigilance souvent négligé — source majeure de fuites N ₂ O. Inspection DREAL obligatoire. [✓ ADEME 2022 — principale recommandation]
8	Rapport GES annuel public ISO 14064	Bilan GES complet scope 1 (émissions directes) + scope 2 (énergie) + scope 3	Condition impérative de maintien du CfD et de l'éligibilité EU-ETS. Rapport

partiel (intrants amont). Vérificateur tiers COFRAC. Publication sur plateforme nationale sous 3 mois après fin d'exercice.

téléchargeable en open data. [✓
Condition contractuelle]

6.4 Critères supplémentaires niveau A — l'excellence opérationnelle

Le niveau A n'est pas obligatoire mais ouvre l'accès à des financements préférentiels et à une reconnaissance publique. Il représente ce que la filière peut faire de mieux, avec les technologies disponibles aujourd'hui.

Critère niveau A	Spécification	Bénéfice additionnel
Fuites < 0,2 % (vs 0,5 % niveau B)	Audit mensuel (vs trimestriel niveau B). Protocole de détection avancée : OGI caméra infrarouge tous les 6 mois.	Bilan GES certifié meilleur. Accès EU-ETS direct. Signal différenciant pour les banques.
Formation opérateurs certifiée	Certification QUALITERRE ou équivalent pour tous les opérateurs. Recyclage annuel obligatoire. Registre de compétences.	Réduction risque opérationnel. Gage de sérieux auprès des riverains et des ONG.
Comité de riverains (consultation annuelle)	Comité local de suivi réunissant riverains, élus, association locale + ONG si demandé. Présentation du rapport GES annuel en séance publique.	Acceptabilité sociale renforcée. Protection contre les recours juridiques. Modèle de gouvernance citable.
Valorisation avancée du digestat (co-produit N/P)	Analyse composition digestat + calcul substitution engrais chimiques. Certificat de substitution intégré dans le bilan environnemental. Réduction effective des achats NPK du territoire.	Argument supplémentaire de souveraineté : moins d'engrais importés. Valorisation du prix du digestat. Bilan environnemental enrichi.
Plan d'amélioration continue	Objectifs annuels chiffrés (réduction fuites, augmentation rendement, réduction consommation énergie auxiliaire). Revue annuelle avec auditeur externe.	Démarche ISO 14001 (management environnemental). Valorisable auprès des financeurs et des assureurs.

6.5 Plan de transition pour les installations existantes

La France compte ~600 installations de méthanisation injectant dans le réseau GRDF en 2026. Toutes ne sont pas au niveau B. Le Programme Résilience ne détruit pas les installations existantes — il leur donne un chemin d'amélioration clair et finançable.

Période	Action	Acteurs	Résultat attendu
2025–2026	Audit diagnostic de toutes les installations souhaitant intégrer Programme Résilience. Classification A/B/C/non-éligible. Publication des résultats agrégés (pas nominatifs).	ADEME + GRDF + opérateurs · Financement : 50 % subvention ADEME (dispositif AGIR)	Cartographie nationale des écarts · Identification des 'mauvais élèves' · Signal fort à la filière que l'auto-régulation est réelle [Phase 0]
2026–2027	Accompagnement technique des sites niveau C : couverture digesteur, couverture fosse digestat, installation monitoring continu. Financement via Certificats d'Économie d'Énergie (CEE) + BEI.	Régions + ADEME + BEI · Enveloppe estimée : 2–5 M€/site en transition	Montée en conformité progressive. Aucun site niveau C toléré dans Programme Résilience après 2027. [✓ Règle contractuelle]
2027+	Niveau B minimum obligatoire pour tout site Programme Résilience. Tout nouveau site doit être	Exploitants + auditeurs COFRAC + plateforme	Filière méthanisation Programme Résilience entièrement auditée et transparente. Les ONG

2030+	construit niveau A dès l'origine. Rapports GES publics en ligne sur plateforme nationale.	numérique Programme Résilience	peuvent vérifier les données elles-mêmes. [✓Objectif affiché]
	Objectif 50 % des sites Programme Résilience au niveau A. Publication d'un classement public annuel des meilleures pratiques. Export du modèle en Europe (Italie, Pologne).	Filière + ADEME + Commission Européenne	La France devient la référence européenne de la méthanisation responsable. Modèle exportable — argument diplomatique à Bruxelles. [Objectif ambitieux]

L'argument final de la Charte méthanisation : les organismes critiques de la filière demandent exactement ce que cette charte fournit — mesure des fuites, couverture des digesteurs, valorisation du digestat, transparence des données. En adoptant proactivement ces standards avant toute contrainte réglementaire, Programme Résilience retire aux opposants leur principal argument tout en créant un standard sectoriel que les opérateurs sérieux souhaitent depuis longtemps. [✓Approche de filière responsable]

Conclusion — Le Programme Résilience comme référence sectorielle

Les organismes critiques du biogas ont raison de pointer les insuffisances de certaines filières de méthanisation mal contrôlées. Ils ont tort d'appliquer ces critiques sans distinction à la pyrogazéification en enceinte fermée avec certification tierce partie annuelle.

Programme Résilience V11 répond à ces critiques non pas en les minimisant mais en allant au-delà de ce qu'elles exigent : protocole de mesure plus strict que les normes ICPE, exclusion de zones de biodiversité plus large que RED III, gouvernance avec participation des ONG critiques, transparence radicale des données GES.

Message central : Un programme qui impose à ses 150 sites un audit GES annuel ISO 14064 public, une certification biodiversité quinquennale OFB, et la fermeture administrative de tout site > 1 % de fuite mesuré n'est pas un programme qui cache ses problèmes — c'est un programme qui les résout avant qu'ils ne deviennent des scandales. C'est exactement ce que ADEME, RTE et les décideurs doivent voir pour valider la crédibilité institutionnelle du Programme Résilience.

Références

INRAE (2023) — *Biomasse lignocellulosique et biodiversité forestière* · IEEFA (2023) — *Fugitive methane emissions from biogas plants* · FNE (2024) — *Rapport méthanisation et qualité de l'air* · ADEME (2022) — *Bilan GES des filières biogaz* · GIEC AR6 WG1 §5 (2021) — *PRG méthane et décomposition biomasse* · RED III Directive (UE) 2023/2413 Annexe IX · ICPE 2910 et 2971 (pyrogazéification) · ISO 14064-3 (vérification GES) · EBC v10.1 (2022) · CDC Biochar V3 (2026) · PEFC/FSC — *standards certification forestière* · OFB protocoles STOC/STELI

Annexe environnementale Programme Résilience V11 — Mai 2026