

DÉMONSTRATEUR TERRITORIAL N°3 — NORMANDIE

Bocage, logistique biomasse et pyrogazéification : trois sources, une complémentarité naturelle

Méthode de planification territoriale Résilience V11 · Mix bocage + forêt + paille · Architecture logistique 3 niveaux · CUMA et coopératives existantes · Qualification V11 : Plausible

123 400 km	330 000 t/an	385–545 kt	+17 à +65 %
haies bocagères Basse-Normandie	besoin site 1 000 t/j × 330 j	gisement net mobilisable estimé	marge sur besoin scénario central

1. CONTEXTE TERRITORIAL

La Normandie combine les trois types de gisements mobilisables par Résilience dans des proportions représentatives de la France de l'Ouest : bocage (123 400 km de haies en Basse-Normandie, densité 53 m/ha soit 2× la moyenne nationale), forêt (22,8 millions de m³ sur pied) et résidus de grandes cultures (1,9 Mt de paille/an dont ~210 000 t excédentaires). Ce triptyque permet de lisser l'approvisionnement sur l'année — chaque source ayant sa propre fenêtre de récolte naturellement décalée.

2. PROBLÈME CENTRAL — L'ÉCART OFFRE/DEMANDE

Un site de 1 000 t/j consomme 330 000 t/an en continu. La biomasse normande est par nature saisonnière, dispersée entre des milliers de propriétaires, et fragmentée géographiquement. C'est cet écart — demande industrielle continue vs offre rurale fragmentée — qui a fait échouer une partie significative des projets biomasse industrielle en Europe ces vingt dernières années, bien avant que les questions de procédé thermochimique ne se posent.

Sans organisation logistique	Avec modèle 3 niveaux Résilience
Approvisionnement spot · prix volatils · ruptures	Contrats-cadres 10–15 ans · prix indexés stables
Milliers de contrats individuels ingérables	5 à 10 contrats-cadres avec CUMA/coopératives
Stock géant sur site pour absorber saisonnalité	Stock tampon 30–45 j · lissage par plateformes amont
Concurrence avec chaufferies bois-énergie locales	Cartographie préalable · mix multi-source réduit pression

3. RESSOURCES DISPONIBLES — TROIS SOURCES COMPLÉMENTAIRES

La règle fondamentale : un gisement théorique n'est pas un gisement mobilisable. Sur du foncier privé fragmenté, 40 à 60 % seulement des propriétaires signent. Les zones écologiquement sensibles et les parcelles inaccessibles mécaniquement réduisent encore le gisement. C'est le gisement net — pas le brut — qui doit servir de base à la décision d'investissement.

Source	Gisement brut	Taux mobilisation	Gisement net	Disponibilité	Qualification
Bocage (haies Basse-Normandie)	200 000 t/an	40–60 %	160 000–240 000 t	Annuelle (oct.–mars)	■ Robuste
Forêt (résidants exploitation)	100–180 000 t	50–70 %	80 000–125 000 t	Annuelle (oct.–déc.)	Plausible
Paille excédentaire (céréales)	145 000 t/an	70–85 %	145 000–180 000 t	Saisonnière (juil.–août)	■ Robuste
TOTAL NET MOBILISABLE	—	—	385 000–545 000 t	—	+17 à +65 % vs besoin

CALENDRIER DE RÉCOLTE — LA COMPLÉMENTARITÉ NATURELLE

La complémentarité calendaire est presque parfaite : paille en été, forêt en automne, bocage en hiver. Cette structure naturelle — et non une prouesse d'ingénierie — permet un stockage tampon dimensionné pour quelques mois plutôt que pour une année entière.

Source	Automne (sept–nov)	Hiver (déc–fév)	Printemps (mars–mai)	Été (juin–août)	Pic
Bocage (élagage haies)	●●	●●●	●	—	Déc–fév · hors sève
Forêt (rémanents)	●●●	●●	●	—	Oct–déc · sols portants
Paille (excédent moisson)	—	—	—	●●●●	Juil–août · 4–6 semaines

4. ARCHITECTURE RÉSILIENCE — MODÈLE À 3 NIVEAUX

Niveau 1 — Collecte de proximité (rayon 25–35 km) : CUMA, ETA, exploitants forestiers · déchiqueteuses mobiles, presses à balles · matériel existant en Normandie.

Niveau 2 — Plateformes de regroupement : 4 à 6 plateformes en étoile · 1,5–3 ha chacune · hangar couvert 1 000–2 500 m² · séchage naturel 3–4 mois · 1 salarié/plateforme · modèle documenté Mayenne Bois Énergie.

Niveau 3 — Stock tampon sur site : 30–45 jours · 27 000–41 000 t · amortit les aléas · ne stocke pas la saisonnalité (rôle des plateformes).

Principe clé : le site signe 5 à 10 contrats-cadres avec des structures intermédiaires (CUMA, coopératives, SCIC bois-énergie) — pas avec des milliers de propriétaires individuels.

5. BÉNÉFICES ÉNERGÉTIQUES

Production (1 site)	Volume annuel	Destination
Bio-CH ₄ injecté réseau	3,5–3,7 TWh/an	Réseau GRTgaz · GNV transport lourd
Chaleur fatale	100–200 MWth/site	Séchage biomasse · réseau chaleur local
Électricité nette ORC	0–4 MWe surplus	Autoconsommation + réseau local

6. BÉNÉFICES CLIMATIQUES

Flux carbone	Volume annuel	Qualification V11
Biochar certifié EBC/CDC V3	13 000–25 000 t/an	■ Séquestration > 100 ans
CO ₂ séquestré net (biochar)	36 000–75 000 t CO ₂ eq/an	Certifiable CRCF UE · acte délégué 03/02/2026
Cendres minérales (K, P, Ca)	15–25 t/j	Retour agricole · substitution engrais importés

7. BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES

Flux économique	Estimation	Remarque
Vente bio-CH ₄	~150–300 M€/an	Prix marché + prime renouvelable
Vente biochar amendement	~10–20 M€/an	Sols agricoles normands + prairies
Crédits carbone CRCF	~3–7 M€/an	EU-ETS · ~100 €/t CO ₂ eq
Emplois non délocalisables	1 000–2 000 directs+indirects	Bassins bocagers et agricoles locaux

8. BÉNÉFICES POUR LA SÉCURITÉ DES APPROVISIONNEMENTS

Le modèle à 3 niveaux avec contrats-cadres 10–15 ans transforme une filière agricole fragmentée en approvisionnement industriel sécurisé. La diversification des sources (bocage + forêt + paille) réduit la vulnérabilité aux aléas climatiques et aux fluctuations de prix — une source défaillante peut être partiellement compensée par les deux autres. **Note :** ■ ~40 rotations de semi-remorques/jour vers le site — accès routier calibré obligatoire, évitement des traversées de bourgs, plan de circulation concerté avec les communes riveraines.

9. VEROUS DE LA PHASE 0

Verrou	Nature	Action requise
--------	--------	----------------

Étude de gisement SIG	Rayon 35–40 km · usages concurrents à soustraire	Obligatoire avant toute décision d'investissement
Taux de contractualisation réel	40–60 % estimé · à confirmer terrain	Démarchage pilote · CUMA · Chambres d'agriculture
Desserte forestière privée	80 % forêts privées nécessitent amélioration	Cartographie pistes + Fonds Forêt-Bois
Recul linéaire bocager	–1 200 km/an (Manche) · fragilité long terme	Clause reconstitution obligatoire contrats 15 ans
Cannibalisation filières existantes	Chaufferies collectives normandes en place	Cartographie usages concurrents dans le rayon
Scénario dégradé 80 % central	308 000–436 000 t · marge négative possible	même source d'appoint identifiée (CSR, bois fin de vie)

10. QUALIFICATION V11 : PLAUSIBLE

La Normandie est qualifiée **Plausible** dans le corpus Résilience V11. Le gisement est réel, diversifié et documenté par des études régionales existantes (DRAAF, Chambres d'agriculture, Biomasse Normandie, IGN). Les structures logistiques intermédiaires existent déjà (CUMA normandes, coopératives céréalières, réseau Chambres d'agriculture). La complémentarité calendaire des trois sources est une force structurelle qui réduit le CAPEX de stockage. Les incertitudes résiduelles portent sur le taux de contractualisation réel et la desserte forestière privée. **La Normandie illustre un principe général applicable aux 150 sites Résilience : aucune région ne peut compter sur une seule source — le mix 3 sources est la règle, pas l'exception.**