

BRETAGNE — DÉMONSTRATEUR RÉSILIENCE

Bocage, incendies, eau : trois enjeux, une même réponse systémique

Bretagne en chiffres — gisement et enjeux

~123 000 km de haies bocagères · 1,9 Mt/an de paille (excédent ~200 000 t) · Forêts feuillues (Brocéliande, Argoat) · ~12–15 sites Résilience potentiels dans la zone Grand Ouest · 30 000+ exploitations agricoles dont >3 000 avec élevage intensif · Incendies 2022 : 2 400 ha brûlés (Landes de Cojoux, Crozon, Monts d'Arrée) · Nappes en tension croissante estivale (Blavet, Scorff, Vilaine amont)

1. Pourquoi la Bretagne est une région pilote naturelle pour Résilience

La Bretagne n'est pas une région en marge du Programme Résilience — elle en est un territoire central. Le Grand Ouest bocager (Normandie, Bretagne, Pays de Loire) concentre à lui seul environ 55 sites sur les 150 prévus à l'échelle nationale, soit plus d'un tiers du programme. C'est le territoire le plus favorable de France : densité bocagère exceptionnelle, mix de trois sources de biomasse naturellement complémentaires dans l'année, réseau GRDF parmi les plus denses du pays, acteurs agricoles structurés.

Mais la Bretagne apporte en plus deux enjeux que la Normandie n'a pas au même degré : le risque incendie qui n'est plus une abstraction depuis les étés 2022 et 2023, et un cycle de l'eau sous pression croissante — sols agricoles intensifs ayant perdu une fraction significative de leur capacité d'absorption, nappes en déficit estival, qualité des eaux menacée par les nitrates. Résilience répond à ces trois enjeux simultanément — c'est précisément l'objet de ce document.

2. Le gisement de biomasse breton — trois sources, une complémentarité naturelle

Comme en Normandie, la force de la Bretagne réside dans la complémentarité calendaire de ses trois sources de biomasse. Aucune ne suffit seule à alimenter un site en continu — leur succession dans l'année le permet.

Source	Gisement brut	Taux mobilisation	Gisement net	Fenêtre de récolte
Bocage (haies, taillis)	~380 000 t/an	40–60 %	150 000–230 000 t	Déc–mars (hors sève)
Forêt (rémanents feuillus)	~120 000–160 000 t	50–70 %	60 000–110 000 t	Oct–déc (sols portants)
Paille excédentaire	~200 000 t/an	70–85 %	140 000–170 000 t	Juil–août (moisson)
Effluents d'élevage (méthan.)	Important (1er rang)	—	Voie méthanisation	Continu
TOTAL NET MOBILISABLE	—	—	350 000–510 000 t	+6 à +55 % vs besoin site

Un site Résilience de 1 000 t/j consomme 330 000 t/an par bassin de collecte de 35–40 km de rayon. Le territoire breton peut accueillir 12 à 15 sites de ce type, chacun alimenté par son propre bassin de collecte local indépendant — ce chiffre ne correspond pas au gisement régional total breton (350 000–510 000 t) mais à la capacité d'accueil du territoire en bassins non superposés. La Bretagne s'inscrit dans la zone Grand Ouest qui concentre ~55 des 150 sites Résilience prévus à l'échelle nationale.

3. Le risque incendie — une réalité bretonne que Résilience traite en amont

La Bretagne n'est plus épargnée. L'été 2022 a marqué les esprits : 2 400 hectares brûlés dans les Landes de Cojoux (Saint-Just, Ille-et-Vilaine), sur la presqu'île de Crozon (Finistère), dans les Monts d'Arrée. Ces incendies ont mis en évidence une vulnérabilité structurelle : des landes à ajoncs et bruyères non gérées, des lisières forestières encombrées de rémanents secs, des bocages peu entretenus avec accumulation de bois mort.

La logique Résilience renverse ce mécanisme. En interceptant la biomasse lignocellulosique — rémanents forestiers, bois mort de bocage, taillis — avant qu'elle ne s'accumule et ne sèche sur pied, la filière supprime simultanément une ressource énergétique précieuse (pour la pyrogazéification) et du combustible potentiel. Ce n'est pas un effet secondaire du programme — c'est l'une des raisons d'être de la gestion active de la biomasse.

La boucle prévention incendie — Résilience

Biomasse interceptée avant séchage → moins de charge combustible en forêt et bocage → réduction de l'intensité des incendies potentiels → forêts et landes préservées → biodiversité et régulation hydrique maintenues. Simultanément : la biomasse interceptée produit du biométhane et du biochar — valorisation économique de ce qui était auparavant un risque.

En Bretagne, les milieux les plus à risque sont les landes atlantiques (ajoncs d'Europe, bruyère cendrée), les lisières de résineux (Douglas, pins) dans les massifs de plantation, et les talus bocagers laissés à l'abandon depuis l'arrachage. La gestion active de ces milieux — dans le cadre de contrats avec les CUMA et les propriétaires — est précisément ce que la logistique de collecte Résilience organise au niveau 1 (rayon 25–35 km autour du site).

La collecte énergétique n'est pas en elle-même une politique de prévention des incendies. Elle devient un outil de prévention lorsqu'elle est intégrée à une gestion sylvicole et DFCI ciblée sur les secteurs où la réduction de la charge combustible est effectivement pertinente — lisières, rémanents secs, talus bocagers abandonnés. Cette distinction est essentielle : les zones de landes atlantiques et les habitats Natura 2000 nécessitent un cadrage écologique préalable, et la collecte n'y est pas systématiquement appropriée.

4. Le cycle de l'eau en Bretagne — un dérèglement silencieux

4.1 Le paradoxe breton : beaucoup de pluie, des nappes en tension

La Bretagne reçoit 700 à 1 200 mm de précipitations par an selon les secteurs — bien au-dessus de la moyenne nationale. Pourtant, ses nappes phréatiques peinent à se recharger, ses rivières (Blavet, Scorff, Vilaine amont, Aulne) descendent à des étiages préoccupants en juillet-août, et les épisodes

de sécheresse agricole se multiplient. La Bretagne n'est pas en manque d'eau en volume annuel — elle manque de capacité à retenir l'eau quand elle tombe.

4.2 La contrainte géologique — le sous-sol cristallin du Massif armoricain

La Bretagne — et le Morbihan en particulier — repose presque entièrement sur des roches cristallines : granites, schistes, gneiss et micaschistes du Massif armoricain. Cette géologie est fondamentalement différente des bassins sédimentaires (Beauce, Alsace, bassin parisien) où les roches poreuses et perméables permettent la formation de nappes phréatiques profondes, volumineuses et tamponnées. Sur roche cristalline, l'eau de pluie ne peut pas s'infiltrer profondément : la roche est quasi imperméable.

Les seuls réservoirs disponibles sont les altérites — la couche de roche altérée et fracturée en surface sur quelques mètres à quelques dizaines de mètres — et les réseaux de fissures dans la roche saine (aquifères de socle). Ces réservoirs sont locaux, de faible capacité, et très sensibles aux sécheresses : une saison estivale sans recharge suffit à les épuiser. Le Morbihan est le département breton le plus vulnérable sur ce point — sa géologie granitique dominante offre peu d'altérites épaisses, et les quelques aquifères de socle productifs sont concentrés dans des secteurs limités (vallées alluviales, zones de failles).

Cette contrainte géologique est structurelle et permanente — elle ne peut pas être corrigée. Ce qui peut être amélioré, en revanche, c'est la capacité des sols de surface à ralentir et absorber l'eau de pluie avant qu'elle ne ruisselle, maximisant ainsi la recharge des aquifères superficiels disponibles. C'est précisément ce que font le biochar et la reconstitution du bocage.

4.3 Les facteurs aggravants construits par l'activité humaine

Sur cette contrainte géologique de base s'ajoutent trois mécanismes aggravants liés aux pratiques agricoles et à l'aménagement du territoire. Premièrement, les sols agricoles intensifs bretons — grandes surfaces en maïs, prairies temporaires, légumes de plein champ — ont perdu une fraction significative de leur matière organique depuis les années 1970, réduisant leur capacité d'absorption. Deuxièmement, le bocage breton a perdu 60 à 70 % de son linéaire de haies depuis 1950 — précisément les structures qui ralentissaient le ruissellement et favorisaient l'infiltration. Troisièmement, les sols compactés par les engins agricoles lourds créent une semelle imperméable qui redirige les précipitations vers le ruissellement plutôt que vers l'infiltration.

Le résultat est paradoxal mais physiquement cohérent : lors des épisodes pluvieux intenses (de plus en plus fréquents), l'eau ruisselle rapidement vers les rivières et la mer sans recharger les nappes. La sécheresse estivale qui suit n'est pas seulement climatique — elle est le produit de cette imperméabilisation du territoire.

4.4 Le problème des nitrates — lié au même diagnostic

La Bretagne est historiquement confrontée à l'eutrophisation de ses cours d'eau et de ses côtes — les algues vertes en sont le symbole le plus visible. Le mécanisme central est le lessivage des nitrates depuis les sols agricoles vers les nappes et les rivières lors des épisodes pluvieux. Ce lessivage est directement amplifié par les sols appauvris en matière organique et en capacité de rétention : un sol qui ne retient pas l'eau ne retient pas non plus les nutriments.

5. Ce que Résilience apporte à la Bretagne sur l'eau et les sols

5.1 Le biochar — amendement hydrique permanent

Le biochar produit par les sites de pyrogazéification bretons — 13 000 à 25 000 tonnes par site par an — est destiné en priorité aux sols agricoles locaux. Son effet hydrique est documenté : +10 à 40 % de rétention d'eau selon la texture du sol, grâce à sa structure microporeuse qui retient l'eau disponible pour les plantes tout en améliorant la conductivité hydraulique. Sur les sols limoneux et argilo-limoneux bretons, typiques des zones maraîchères et céréalières, cet effet est particulièrement significatif.

L'infiltration facilitée par un sol amendé au biochar réduit mécaniquement le ruissellement lors des épisodes pluvieux : l'eau pénètre plutôt qu'elle ne s'écoule. À l'échelle d'un bassin versant, cela améliore la recharge des nappes en hiver et réduit les pics de crue. C'est précisément le mécanisme qui manque aux sols bretons aujourd'hui.

5.2 Le couple digestat + biochar — solution au problème des nitrates

Les effluents d'élevage bretons (lisier de porc, fientes de volaille, fumier bovin) représentent l'un des gisements de méthanisation les plus importants de France. La voie Résilience — méthanisation des effluents, séparation de phases, épandage du digestat liquide mélangé au biochar — est supérieure à l'épandage direct de fumier sur tous les critères hydriques et agronomiques.

Le biochar agit comme une éponge à nutriments dans la zone racinaire : il retient les nitrates et les phosphates là où les plantes peuvent les absorber, réduisant le lessivage vers les nappes de 20 à 40 % selon les études. Ce couple digestat + biochar substitue partiellement les engrais azotés de synthèse — dont l'excédent non absorbé est la cause principale de l'eutrophisation des eaux bretonnes — tout en améliorant structurellement la capacité hydrique des sols.

La boucle eau — Résilience en Bretagne

Effluents d'élevage → méthanisation → biométhane (énergie) + digestat · Biomasse lignocellulosique → pyrogazéification → biométhane + biochar · Digestat + biochar épandus ensemble → rétention d'eau +10 à 40 % · infiltration facilitée → nappes rechargées · réduction lessivage nitrates → moins d'algues vertes · substitution partielle des engrais de synthèse → moins de pression sur les cours d'eau.

5.3 La reconstitution du bocage — infrastructure hydrique

La logistique Résilience impose une clause de reconstitution dans les contrats de collecte bocagère à 15 ans : pour chaque kilomètre de haie exploité, un programme de replantation est engagé. La haie bretonne n'est pas seulement une ressource énergétique — c'est une infrastructure hydrologique. Ses racines maintiennent la structure du sol, ses tiges ralentissent le ruissellement de surface, son couvert limite l'évaporation. La reconstitution du bocage dans le cadre des contrats Résilience est donc un co-bénéfice hydrique direct, pas un effet collatéral.

5.4 Le miscanthus — infrastructure hydraulique vivante et ressource pour la pyrogazéification

Le miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) constitue une piste particulièrement prometteuse pour les contraintes spécifiques du Morbihan et plus largement de la Bretagne granitique. Culture pérenne vivace, il pourrait jouer simultanément le rôle de zone de rétention hydraulique, de favorisateur de recharge des aquifères de socle, et de ressource de haute valeur pour la pyrogazéification. Cette combinaison de fonctions en fait une hypothèse de travail prioritaire pour un démonstrateur expérimental en Bretagne granitique.

Son système racinaire profond — 2 à 3 mètres selon les conditions — pénètre dans les altérites et pourrait créer des chenaux d'infiltration préférentiels vers les horizons altérés superficiels. L'hypothèse est que ces racines favorisent la recharge des aquifères de socle, qui sont les seuls réservoirs disponibles dans le Morbihan. Ce mécanisme est plausible et documenté dans la littérature sur les graminées pérennes en zone de socle cristallin, mais son ampleur effective devra être quantifiée localement par des expérimentations hydrologiques — c'est précisément l'objet du démonstrateur proposé en section 9.

La boucle miscanthus en Bretagne granitique

Miscanthus planté en bandes sur versants et talwegs → tiges denses ralentissent le ruissellement de surface → racines profondes (2–3 m) fracturent les altérites → chenaux d'infiltration vers aquifères de socle → nappes superficielles rechargées → réduction du ruissellement chargé en nitrates vers les côtes → récolte annuelle des tiges en hiver → biomasse lignocellulosique haute valeur acheminée vers les sites de pyrogazéification → biométhane + biochar → biochar épandu sur les sols → rétention hydrique améliorée. Une seule plante, quatre fonctions simultanées.

Planté en bandes transversales aux versants — dans les talwegs, en bordure de parcelles, sur les zones tampons entre culture et cours d'eau — le miscanthus constitue un obstacle physique au ruissellement de surface. Ses tiges denses en hiver (jusqu'à 3 mètres de hauteur) freinent l'eau lors des épisodes pluvieux intenses, multipliant les points d'infiltration sur l'ensemble du versant. Contrairement aux fascines de bois mort ou aux ouvrages hydrauliques, ces bandes sont vivantes, auto-renouvelées, et économiquement valorisables.

La récolte annuelle en fin d'hiver — lorsque les tiges sont sèches et que la plante est en dormance — produit 10 à 14 tonnes de matière sèche par hectare en conditions bretonnes (données INRAE 2015–2021), avec un potentiel de 15 à 20 t/ha dans les meilleures conditions. Cette biomasse lignocellulosique est l'une des meilleures ressources pour la pyrogazéification : taux de cellulose et de lignine élevés, faible teneur en cendres, densité énergétique favorable. Elle s'inscrit naturellement dans le calendrier de récolte Résilience — hiver/début de printemps — qui complète la paille estivale et les rémanents forestiers automnaux.

L'établissement du miscanthus nécessite 2 à 3 ans avant d'atteindre son plein régime de production. Il peut donc jouer un rôle transitoire pendant la reconstitution du bocage (qui demande 15 à 20 ans pour être pleinement efficace), puis coexister avec les haies dans le paysage. Dans le Morbihan, les zones prioritaires pour son implantation sont les versants drainant vers les ruisseaux à étiage sévère, les zones tampons en bordure des rivières (Blavet, Scorff, Oust), et les talwegs non cultivés des plateaux granitiques.

Note : la combinaison explicite zones de rétention hydraulique sur roche cristalline → recharge aquifères de socle → récolte annuelle → pyrogazéification constitue un angle original que Résilience peut faire valoir. Elle répond à une contrainte géologique que la plupart des politiques de l'eau ignorent ou traitent par des ouvrages coûteux, là où une culture pérenne bon marché et économiquement productive peut remplir le même rôle.

6. Architecture logistique — modèle à 3 niveaux adapté à la Bretagne

Le modèle Résilience appliqué en Normandie (démonstrateur V1) est directement transposable en Bretagne, avec les mêmes acteurs : Chambres d'agriculture, CUMA de déchiquetage, coopératives céréalières (Triskalia, Eureden, Terrena), exploitants forestiers privés, ONF pour les forêts publiques.

Niveau	Fonction	Acteurs bretons	Rayon
Niveau 1 — Collecte	Déchetage haies, récolte paille, rémanents forestiers	CUMA de déchetage, ETA, exploitants forestiers	25–35 km
Niveau 2 — Plateformes	Regroupement, séchage 3–4 mois, homogénéisation du mix	Coopératives (Triskalia, Eureden), SCIC bois-énergie	35–60 km
Niveau 3 — Site	Stock tampon 30–45 j, pyrogazéification continue	Opérateur industriel (contrat 20 ans)	Point fixe

Principe clé : le site signe 5 à 10 contrats-cadres avec des structures intermédiaires — pas avec des milliers de propriétaires individuels. Ce modèle a fait ses preuves en Normandie et Mayenne (Mayenne Bois Énergie).

7. Bénéfices pour la Bretagne — tableau de synthèse

Dimension	Bénéfice Résilience	Ordre de grandeur
Énergie	Biométhane injecté réseau GRDF par site (site 1 000 t/j)	~900 GWh–1 TWh/an (!)
Énergie	Chaleur fatale (séchage, réseau chaleur local)	100–200 MWth/site
Carbone	Biochar certifié EBC séquestré durablement	13 000–25 000 t/an/site
Carbone	CO ₂ séquestré net par site	36 000–75 000 t CO ₂ eq/an
Eau	Amélioration rétention hydrique sols amendés	+10 à 40 % selon texture
Eau	Réduction lessivage nitrates sols + biochar	–20 à 40 % selon études
Incendies	Réduction charge combustible bocage/forêt	Effet préventif structurel
Eau — aquifères	Miscanthus en bandes : infiltration vers aquifères de socle	Racines 2–3 m · effet dès an 3
Énergie — miscanthus	Biomasse récoltée annuellement pour pyrogazéification	10–20 t MS/ha/an
Emploi	Emplois directs et indirects non délocalisables	1 000–2 000 par site
Agriculture	Substitution partielle engrais de synthèse	Digestat + cendres minérales

8. Points de vigilance spécifiques à la Bretagne

Cannibalisation des filières bois-énergie existantes. La Bretagne dispose de chaufferies collectives bois-énergie déjà alimentées. Une cartographie préalable des usages concurrents dans un rayon de 40 km autour de chaque site potentiel est indispensable avant toute décision d'investissement.

Desserte forestière privée. Les massifs feuillus bretons (Brocéliande, Quénécán, forêts du Morbihan) sont majoritairement privés et nécessitent souvent des améliorations de desserte pour l'exploitation des rémanents. Ce verrou est identique à celui de la Normandie — il est levable par cartographie SIG préalable et mobilisation du Fonds Forêt-Bois.

Landes bretonnes et Natura 2000 — pour une gestion active assumée. Les landes atlantiques à ajoncs et bruyères ne sont pas des milieux naturels intouchables — ce sont des milieux semi-naturels historiquement entretenus par le pâturage extensif, la fauche et les feux pastoraux. Lorsqu'on les abandonne, deux trajectoires sont possibles : la fermeture progressive par embroussaillage et colonisation ligneuse, ou l'accumulation d'une charge combustible sèche qui finit par brûler en méga-incendie incontrôlé. L'incendie des Landes de Cojoux en 2022 illustre exactement ce mécanisme.

La gestion active de ces milieux est donc une nécessité écologique, pas une option. L'alternative à la gestion n'est pas la préservation — c'est l'abandon, suivi tôt ou tard du méga-incendie. La LPO, Bretagne Vivante et les CPIE bretons pratiquent déjà des interventions mécanisées et des feux dirigés sous dérogation sur plusieurs landes. Résilience s'inscrit dans cette logique en la rendant économiquement viable : la collecte de biomasse sèche et de rémanents dans ces zones constitue une gestion active compatible avec la conservation, à condition d'être saisonnière, ciblée sur les secteurs à risque, et contractualisée avec les gestionnaires. Elle transforme un coût de gestion en ressource valorisée — et prévient le méga-incendie qui, lui, détruirait 100 % de la biodiversité de la zone concernée.

Recul bocager. Malgré le regain d'intérêt pour les haies, le bocage breton continue à reculer dans certains secteurs. Les contrats Résilience incluent une clause de reconstitution obligatoire — c'est une condition contractuelle, pas une option.

9. La Bretagne comme territoire de démonstration

La Bretagne illustre mieux que tout autre territoire la logique systémique de Résilience. Elle concentre simultanément le gisement de biomasse le plus favorable de France, un risque incendie émergent que la gestion active peut prévenir, et un cycle de l'eau sous pression que le biochar et la reconstitution du bocage peuvent améliorer structurellement.

Un site Résilience en Bretagne ne produit pas seulement du biométhane. Il réduit le combustible incendie, améliore la rétention hydrique des sols, réduit le lessivage des nitrates vers les côtes, reconstitue le bocage, et crée des emplois non délocalisables dans les bassins ruraux. C'est précisément ce que « Résilience » signifie : un système conçu pour rester robuste face à des contraintes simultanées.

10. Protocole expérimental proposé — trois niveaux de certitude

Le démonstrateur breton repose sur des acquis solides, des mécanismes documentés, et des hypothèses à valider. Cette distinction est essentielle pour la crédibilité scientifique et institutionnelle du programme.

Niveau	Statut	Exemples dans ce document
Niveau 1 — Établi	Documenté, reproductible, sourcé	Gisement bocage/forêt/paille · méthanisation · pyrogazéification · biochar EBC · existence du risque incendie · nappes en tension Morbihan · géologie cristalline
Niveau 2 — Mécanisme documenté	Démontré en conditions contrôlées, transposable	Biochar → amélioration rétention hydrique (+10 à 40 %) · bocage → réduction ruissellement · digestat + biochar → réduction lessivage nitrates (–20 à 40 %) · gestion biomasse → réduction charge combustible en secteurs ciblés
Niveau 3 — Hypothèse à démontrer	Plausible, à quantifier sur le terrain breton	Ampleur de la recharge des aquifères de socle par le miscanthus · bilan hydrologique à l'échelle d'un bassin versant granitique · réduction quantitative des incendies par gestion biomasse · rendement énergétique du mix breton spécifique

Le démonstrateur breton proposé n'a pas pour ambition de prouver ce qui est déjà établi — il a pour objet de transformer les hypothèses de niveau 3 en données mesurables. Concrètement, cela signifie : un bassin versant granitique instrumenté dans le Morbihan (piézomètres, pluviomètres,

débitmètres) pour mesurer l'effet réel du miscanthus sur la recharge des aquifères de socle ; des parcelles de référence avec et sans biochar pour quantifier l'amélioration de la rétention hydrique sur sol breton ; un suivi de la charge combustible dans les secteurs de collecte bocagère avant et après intervention ; et un bilan énergétique réel du premier site breton sur 24 mois d'exploitation.

Ce passage du scénario prospectif au programme expérimental territorial est précisément ce qui distingue Résilience des autres propositions de transition énergétique : le programme ne prétend pas avoir toutes les réponses — il propose une architecture dans laquelle chaque action produit simultanément de la valeur économique et des données scientifiques.

Ce document a été élaboré dans le cadre du Programme Résilience 2045 à partir du Démonstrateur Normandie V1 (méthode et chiffres de référence), du document de positionnement territorial des 150 sites V1, et de la note sur le cycle de l'eau et les ressources hydriques V10 (juillet 2026). Les ordres de grandeur sont ceux du corpus V11 — ils doivent être affinés par une étude de gisement SIG spécifique à chaque bassin de collecte breton.