

# Luxembourg in transition

Coalitions d'excellence :  
*infrastructure des territoires  
de subsistances*



<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>Métrieque du quotidien et (dé)mesure du monde</b> .....	<b>7</b>
<b>L'infrastructure des territoires de subsistance</b> .....	<b>8</b>
<b>Les coalitions d'excellence de l'alimentation et de la construction</b> .....	<b>10</b>
<b>Les circuits raisonnés: une logistique reterritorialisée</b> .....	<b>12</b>
<b>L'écologie agricole et forestière: une gestion durable des sols</b> .....	<b>14</b>
<b>Quatre archétypes territoriaux productifs</b> .....	<b>16</b>
<b>SCÉNARISATION</b> .....	<b>17</b>
<b>Saison 0: La disparition du sol (1780-2022)</b> .....	<b>19</b>
Quatre territoires en crise pendant la pandémie .....	21
<b>Saison 1: Les vaches Europe (2022-2025)</b> .....	<b>23</b>
La décarbonation des circuits du lait .....	26
Le bocage laitier agroécologique .....	28
L'agroparc et ses fermes villageoises .....	30
Bilan CO <sub>2</sub> : Une commune rurale pionnière en 2050 .....	32
<b>Saison 2: Dans les forêts d'Ardennes (2025-2030)</b> .....	<b>33</b>
L'industrie d'excellence des feuillus .....	38
Les massifs forestiers résilients .....	40
Le campus sylvicole .....	42
Bilan CO <sub>2</sub> : Les puits de carbone du canton reforesté .....	44
<b>Saison 3: Les aulnes d'Alzette (2030-2038)</b> .....	<b>47</b>
Débit de l'eau, débit de lait .....	50
Les sols humides repeuplés .....	52
Le parkway rural .....	54
Bilan CO <sub>2</sub> : Le bassin versant dépollué .....	56
<b>Saison 4: Les cités de Terres Rouges (2038-2048)</b> .....	<b>59</b>
L'étalement urbain contrôlé et le réemploi des matériaux ..	62
Les lisières urbaines .....	64
Les cités-jardins .....	66
Bilan CO <sub>2</sub> : L'héritage de l'urbanisme moderne recyclé ...	68
<b>Saison 5: L'infrastructure des subsistances d'une région européenne (2048-2080)</b> .....	<b>71</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>75</b>
Coalitions et jeux d'acteurs (Partie Prenante)	
Mécanismes régionaux et européens (Justinien Tribillon)	
Métrieque du lait (Gwenaëlle Raton)	
Gestion écologique des sols (Sol&Co et TVK)	
Un projet en collaboration avec l'ENSA Nancy	

## MÉTHODOLOGIE METRIQUE ET AMÉNAGEMENT DES SOLS

L'introduction explicite la méthode expérimentale développée pour pouvoir croiser une étude des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'alimentation et de la construction avec une approche spatiale et aboutir à un projet territoires de subsistances transfrontaliers. Celui-ci repose sur des coalitions d'excellence entre agriculture et foresterie.

## CONTEXTUALISATION SPATIALE ET TEMPORELLE

Chaque saison est liée à un site réel au Luxembourg et à un type de sol en lien avec une matière. La succession des saisons effectue un dézoom de l'échelle communale à l'échelle de la Grande Région pour suivre la trajectoire d'une transition *bottom up*: on voit d'abord les actions immédiates portées par des acteurs locaux, alors que les projets de plus grande ampleur liés à la planification et aux évolutions réglementaires nationales et européennes apparaissent progressivement. Chaque site est symbolique d'une échelle d'action. L'ensemble repose sur des ellipses temporelles, on ne suit pas chaque site saison après saison, afin de découvrir le territoire transfrontalier par des cadrages successifs, cependant les actions de chaque saison se cumulent. Chaque saison permet de visualiser globalement l'avancée des coalitions d'excellence et de suivre la baisse globale des émissions de GES.

### **Saison 1: La vache Europe**

La commune de Beckerich

*Le lait et le sol agricole*

### **Saison 2: Dans les forêts d'Ardennes**

Le canton de Clervaux

*Le bois et le sol forestier*

### **Saison 3: Les aulnes d'Alzette**

Les vallées de Luxlait

*La coalition du lait et du bois, l'eau et le sol hydromorphe*

### **Saison 4: Les cités des Terres Rouges**

La zone transfrontalière du bassin minier

*Les matériaux de construction et les sols urbains*

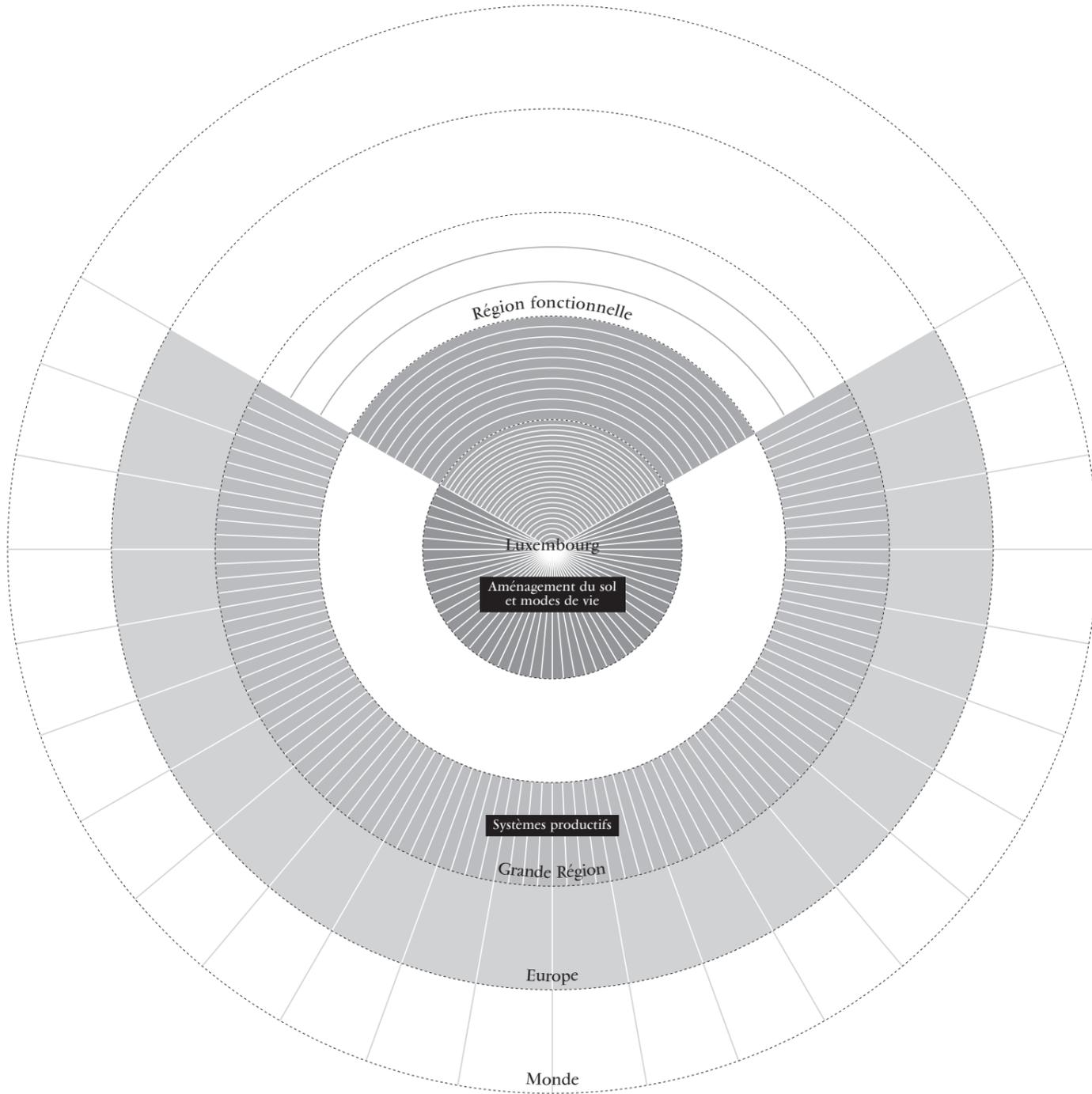
## RÉSULTATS

L'épilogue, en saison 5, rassemble les résultats métriques et décrit la structure spatiale qui émerge de l'accumulation des projets sur chacun des quatre types de sols de la région fonctionnelle. Il évoque enfin la place de celle-ci dans la Grande Région, comment celle-ci trouve sa place dans un nouvel ensemble de territoires de subsistances européens.



# Introduction

Fig 1. Schéma méthodologique, métrique du quotidien, (dé)mesure du monde.



# MÉTRIQUE DU QUOTIDIEN ET (DÉ)MESURE DU MONDE

« Atterrir ce n'est pas devenir local – au sens de la métrique usuelle – mais capable de rencontrer les êtres dont nous dépendons, aussi loin qu'ils soient en kilomètres. » Bruno Latour, *Où suis-je?*, p. 96

## 16,02 tonnes CO<sub>2</sub>éq/habitants/an dans la région fonctionnelle transfrontalière du Luxembourg

Si ce chiffre, calculé en tonnes de GES par habitant, renvoie aux modes de vie d'une population dont le quotidien se déroule principalement dans le territoire transfrontalier – à l'exception des voyages d'une partie de la population –, la cartographie de l'ensemble des systèmes productifs qui contribuent à cette empreinte se dessine, quant à elle, à l'échelle du monde. La région fonctionnelle luxembourgeoise est en cela un cas d'étude exemplaire pour étudier le mode de subsistance des régions métropolitaines européennes qui sont des nœuds d'articulation de flux de matières, et d'énergies à la fois très mondialisés et très locaux.

Une petite part seulement du trajet des matières consommée par les habitants se situe dans la région fonctionnelle. C'est un peu le « dernier kilomètre » des circuits planétaires des éléments chimiques. Si l'on prend l'exemple du calcium présent dans le lait, une partie de celui-ci a commencé son trajet il y a près de trois milliards d'années lorsque se sont formées les roches calcaires issues des sédiments océaniques qui se sont retrouvées il y a 300 millions d'années soulevées sur les hauts plateaux andins. L'érosion faisant œuvre, les particules de calcaire se sont dissoutes dans l'eau des rivières dévalant les pentes de la cordillère jusqu'au bassin de l'Amazone et se sont mélangés aux sols de la forêt au gré des crues du fleuve. Depuis une cinquantaine d'années, au rythme des défrichements et des plantations, le calcium a été fixé dans les pousses de soja, avant d'être concentrés dans les tourteaux à destination des vaches laitières européennes, de traverser l'Atlantique depuis un port de la côte brésilienne jusqu'à Anvers où ils ont été transférés sur une péniche puis transportés jusqu'au port de Mertert sur la Moselle, et enfin livrés jusqu'aux étables des fermes intensives. Après un parcours d'une cinquantaine de mètres dans le système digestif d'une vache, il se retrouvent dans les tuyaux de la trayeuse automatique. De la salle de traite au camion-citerne réfrigéré... qui achemine le lait jusqu'à la laiterie Luxlait de Bissen, il parcourt encore une cinquantaine de kilomètres en moyenne. Puis, pour une petite partie (30%), son trajet se termine par quarante kilomètres supplémentaires jusqu'au supermarché d'une zone commerciale, et enfin un dernier kilomètre avant de se retrouver dans un verre de lait à la table d'une cuisine familiale. Après digestion, une partie repartira dans les canalisations d'eau usées jusqu'à une station d'épuration, et enfin quelques derniers kilomètres en camion sous forme de boues, avant d'être épandus dans un champ de maïs fourrager et de repartir cette fois-ci dans la boucle de l'alimentation animale et humaine produite localement. La majeure partie du lait produit va quant à elle être collectée par d'autres laiteries industrielles situées dans la région fonctionnelle et alimenter les habitants de la Grand Région (pour 56%), alors que les excédents transformés en poudre ou lait UHT ou concentré continueront leur course vers le reste de l'Europe (pour 44%) et parfois jusqu'en Afrique ou en Chine, achevant la grande dérive du calcium.

Cette petite histoire du calcium révèle que toute une autre partie des émissions de GES sont déconnectées des modes de vie des habitants de la région transfrontalière. Elles sont le résultat de politiques économiques et industrielles mondialisées, qui n'ont jusqu'ici pas pris en compte les effets des activités humaines sur le réchauffement climatique. Notre méthode expérimentale s'attaque à cette partie de l'empreinte carbone avec l'hypothèse qu'une action sur les systèmes productifs aura *in fine* un impact également sur les modes de vie, notamment en redéfinissant des bassins d'emplois liés à la production et la transformation locale de matières bio-géosourcées.

Cette hypothèse nous a conduit à un choix méthodologique, celui de quantifier l'empreinte des systèmes productifs de l'alimentation et de la construction à l'échelle du Luxembourg pour pouvoir maîtriser le jeu de données nécessaire. Entrer dans la nébuleuse de la mondialisation nécessite en effet des données très fines pour pouvoir retracer les différents maillons de la chaîne, du producteur au consommateur, or on perd rapidement le fil, tant les flux de matières industrialisées se ramifient, et font appel à toute une série d'intermédiaires. De même, au niveau productif, les modes de gestion peuvent varier d'une commune à l'autre. La commune d'Attert par exemple, en Wallonie, a décidé de passer toute son agriculture en gestion biologique, pour protéger les eaux de sa rivière, alors qu'en aval, de l'autre côté de la frontière à Beckerich, Redange et Ell, les ruisseaux affluents de l'Attert sont encore pollués par les pratiques des fermes laitières intensives. Ces différences de gestion à une échelle micro ont un impact significatif sur les émissions de GES, et ne sont plus visibles dès lors que l'on prend des moyennes nationales ou régionales pour les communes belges, allemandes et françaises de la région transfrontalière.

Étudier les émissions des systèmes productifs à l'échelle du Grand-Duché du Luxembourg nous a permis d'éclairer leur fonctionnement réel qui dépasse largement l'échelle du bassin de vie de la région fonctionnelle. Cette approche qui inclut les flux d'import-export présente l'avantage de donner un bilan à l'échelle des politiques nationales, tout en proposant des politiques transfrontalières souhaitables, qui pourront faire l'objet de négociations entre les différentes régions. À partir de cette entrée productive nous avons cependant conçu et quantifié un projet d'aménagement et de mutation des sols à l'échelle de la région fonctionnelle en prenant en compte les dynamiques territoriales transfrontalières et en extrapolant les résultats sur les systèmes productifs obtenus à l'échelle du Luxembourg. Cette extrapolation nécessiterait d'être perfectionnée avec un jeu de données précis à l'échelle des communes de la région transfrontalière, mais donne tout de même une bonne approximation du projet de transition, dans la mesure où la métrique du quotidien vaut en tant que telle, mais donne également la mesure des phénomènes mondiaux.

# L'INFRASTRUCTURE DES TERRITOIRES DE SUBSISTANCE

Pour répondre à l'objectif du Plan Climat européen, de faire baisser les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la région fonctionnelle de 16,02 à 1 tonne  $eqCO_2$ /hab/an en 30 ans, notre équipe a fait le choix de cibler deux domaines d'étude précis, l'alimentation et la construction. Nous avons fait l'hypothèse que retrouver un lien entre territoires de vie et bassins de subsistance permettra de réduire significativement les émissions de GES tant à l'échelle globale que locale, tout en réduisant aussi la pression humaine sur les milieux naturels, comme par exemple les océans aujourd'hui saturés et pollués par les milliers de navires qui acheminent dans le monde entier matières premières et transformées. Imaginer la relocalisation de l'ensemble des systèmes productifs n'est pas envisageable dans un horizon aussi court que 2050, et n'est pas non plus souhaitable. Nos sociétés sont fondées depuis l'antiquité sur un équilibre entre une production locale et des échanges commerciaux, qui permettent de distribuer plus également à la surface de la Terre les ressources liées aux spécificités des sols et des climats de chaque région. Cependant l'industrialisation et la mondialisation successive des différents systèmes productifs a eu un effet délétère sur la Terre et son climat. Il s'agit aujourd'hui de repenser l'infrastructure des territoires de subsistance, et de trouver le bon équilibre entre autonomie et interdépendance.

## STOPPER L'HYPERSPÉCIALISATION DES SYSTÈMES RURAUX

Si l'on prend l'exemple de l'alimentation, certains sols sont plus propices aux grandes cultures, ceux des plateaux lorrains au sud du Luxembourg par exemple, alors que les terres schisteuses de l'Oesling et des Ardennes sont plus propices aux pâturages. Cette distinction, visible à l'échelle de la région fonctionnelle, vaut également à l'échelle européenne, où certains territoires se sont plus spécialisés dans l'élevage, d'autres les cultures céréalières, et d'autres encore dans la culture de vignes, de fruits... Cependant, cette spécialisation n'était jamais totale, et l'ensemble des systèmes agricoles a fonctionné pendant longtemps sur des principes de polyculture, notamment car une variété d'espèces cultivées et élevées est nécessaire à la bonne qualité des sols et donc à la durabilité d'un système agricole. Cependant, depuis les années 1950, la mise en place de modes de gestion agricole reposant sur le contrôle des exploitations par des moyens chimiques, puis la dérégulation et la mondialisation des marchés agro-alimentaires, ont conduit à une hyper-productivité et une hyperspécialisation de l'agriculture. Un phénomène semblable a parallèlement touché la sylviculture, principalement des conifères, dont les plantations se sont industrialisées pour alimenter les filières de construction bois. Les forêts de feuillus, plus épargnées jusqu'à aujourd'hui, car plus complexes à exploiter, sont menacées de suivre la même voie. Dans le même temps sous la pression démographique de l'après-guerre, l'urbanisation a pris une forte ampleur, 20 429 hectares de terres artificialisées au Luxembourg entre 1950 et 2020, grignotant hectares après hectares sur les sols agricoles, forestiers et humides. Ensemble, ces processus caractéristiques des pays européens, sont facteurs d'importantes émissions de GES, et présentent paradoxalement une menace sur l'autonomie alimentaire, malgré les énormes surplus que dégagent les filières spécialisées. La crise du vivant, engendrée en partie par les modes de gestion conventionnels, met aujourd'hui en péril les capacités productives des sols appauvris et surexploités ainsi que les écosystèmes environnementaux. Les recherches des agronomes ou des ingénieurs forestiers indiquent qu'un retour vers des systèmes de polyculture, accompagné de pratiques agro-écologiques, est nécessaire pour une meilleure durabilité de ces systèmes entièrement dépendants de la bonne santé des sols.

## AUGMENTER LA RÉSILIENCE DES SOLS ET DU VIVANT

Le sol n'a cessé de perdre du sens, de la valeur, du volume, au cours des trois derniers siècles d'industrialisation, au profit d'activités décontextualisées puis dématérialisées. La société carbonée ignore la ressource du sol, en trois dimensions. Or la transition écologique, nous oblige à replacer le sol, ses capacités et ses limites, au cœur de nos

préoccupations, car de son état dépend notre capacité à faire face aux changements, à nous adapter au nouveau régime climatique. L'erreur serait de ne considérer les sols et la végétation qu'ils accueillent seulement comme une solution pour stocker du carbone, alors qu'ils sont actuellement le théâtre d'une crise du vivant et de la fertilité de la Terre. L'extraction des matières dédiées à l'alimentation et la construction affectent directement la bonne santé des sols mondiaux et de la biodiversité qui vit en leur sein ou à leur surface, et réduit d'autant plus leur capacité à résister aux grands bouleversements climatiques à l'œuvre. Le stress qu'occasionne le réchauffement climatique sur la chaîne du vivant est augmenté par les modes de gestion et pratiques intensives mis en place au cours du siècle dernier. Si ceux-ci ont permis un gain immense en termes de confort quotidien/styles de vie, ils sont aujourd'hui appelés à évoluer pour prendre soin du sol, le soubassement commun de nos sociétés, source des matières premières vitales, mais aussi l'élément le plus fragile. L'excellence industrielle moderne, portée par le progrès technologique de l'après-guerre, s'est basée sur une coalition entre énergies fossiles, chimie et s'est centrée sur une course à l'augmentation des rendements et des vitesses d'exploitation; jusqu'à arriver à des situations absurdes de surproduction, de gâchis accompagnés de dégâts immenses sur l'environnement. L'excellence des industries naissantes de la transition écologique vise quant à elle une juste mesure entre productivité et résilience. Grâce aux connaissances toujours plus fines sur les interactions entre plantes, animaux, champignons et éléments chimiques présents dans les matières du sol, toute une série de pratiques écologiques est en train d'être expérimentées pour permettre la transition de l'agriculture et de la foresterie, sans pour autant revenir à des systèmes pré-industriels et réduire drastiquement les rendements.

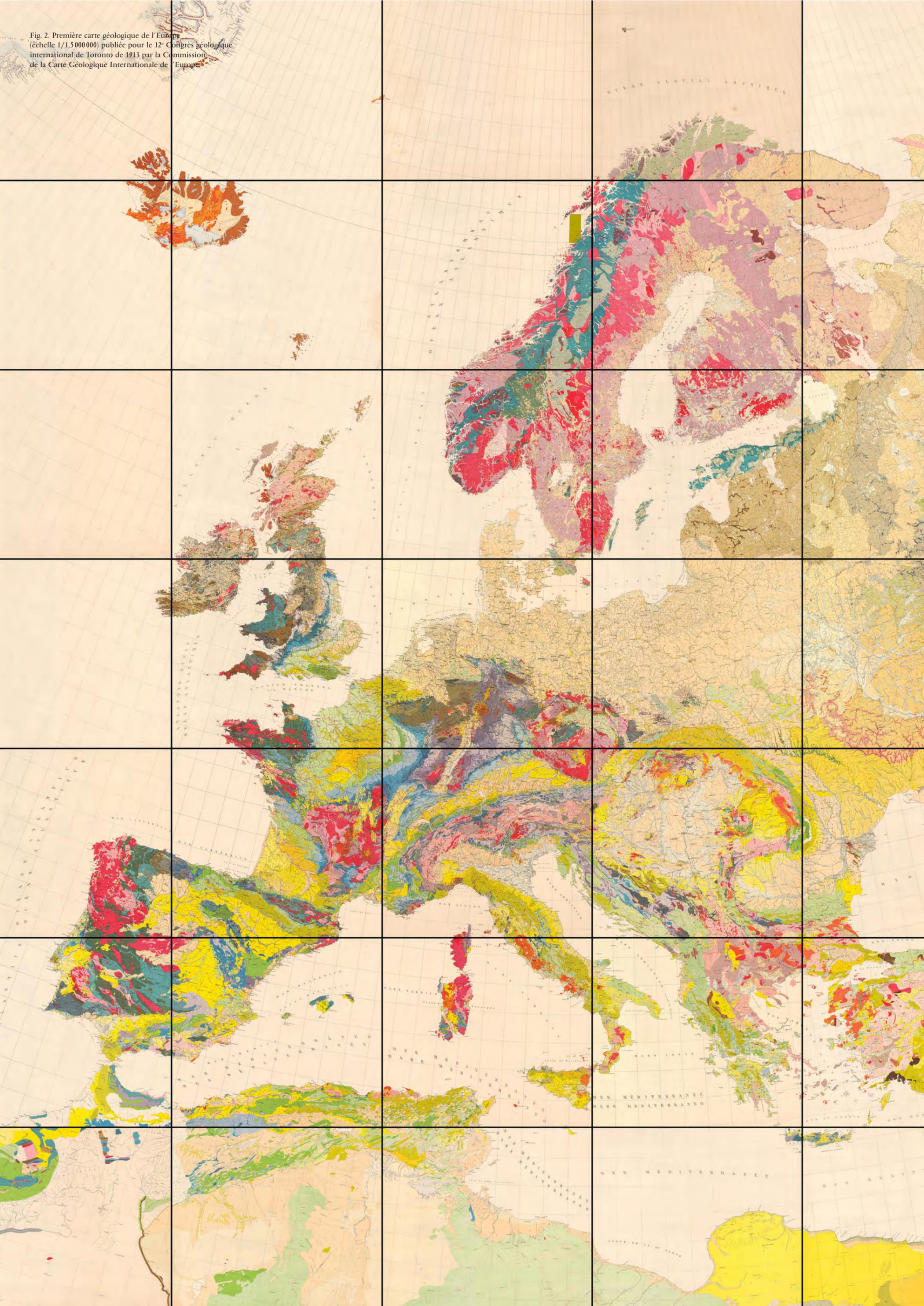
## CONSTRUIRE L'INFRASTRUCTURE DES SUBSISTANCES

Après une ère de spécialisation des systèmes productifs, la transition écologique qui s'amorce est donc une période d'invention de nouvelles coalitions entre matières, systèmes productifs et territoires, qui prennent soin des sols et redessinent une infrastructure des subsistances. En prenant en filature les denrées alimentaires et les matériaux de construction, nous avons pu établir un diagnostic des milieux agricoles et forestiers qui produisent les matières premières, et des milieux habités qui les consomment. Cela conduit à identifier une série de coalitions qui redistribuent les rapports:

- entre matières (ex: le bois aide le blé à mieux pousser dans les exploitations d'agroforesterie),
- entre systèmes productifs (ex: la scierie mobile aide l'éleveur laitier à entretenir les arbres qu'il a planté au bord de ses ruisseaux),
- entre habitants et acteurs économiques d'un territoire (ex: la grande ville fait alliance avec la coopérative laitière industrielle pour renaturer son bassin versant et protéger ses ressources en eau).

Prises ensembles, ces coalitions nous permettent d'imaginer la transition de la région fonctionnelle vers un mode de subsistance plus raisonné, et de définir une infrastructure écologique qui met sur un pied d'égalité la vision métropolitaine du territoire centré sur ses polarités urbaines, et la vision rurale focalisée sur les paysages ressources. Cette infrastructure des subsistances articule des principes spatiaux fondamentaux nécessaires à une coprésence des systèmes productifs locaux et des territoires transfrontaliers où se déroulent les parcours de vie des humains et des autres êtres vivants. Elle est pensée comme une structure à la fois robuste et flexible, permettant la résilience et l'adaptation aux changements sociaux et environnementaux. Elle implique de réorienter certains systèmes productifs qui font aujourd'hui la renommée du Luxembourg, mais sont sources d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Elle pourrait être mise en œuvre grâce à des nouvelles coalitions entre agriculture et foresterie qui permettront de passer d'une gestion productiviste des ressources à une gestion écologique et ainsi de changer d'excellence.

Fig. 2. Première carte géologique de l'Europe  
(échelle 1/1,500,000) publiée pour le 12<sup>e</sup> Congrès géologique  
international de Toronto de 1913 par la Commission  
de la Carte Géologique Internationale de l'Europe.



# LES COALITIONS D'EXCELLENCE DE L'ALIMENTATION ET DE LA CONSTRUCTION

En 2018, à l'échelle du Luxembourg, les circuits de l'alimentation et de la construction émettaient ensemble 4,48 tonnes  $\text{eqCO}_2/\text{hab}/\text{an}$  (dont 1,33 tonnes liés aux transports dédiés, hors logistique agro-alimentaire). Il faudrait les réduire à 0,26 tonne  $\text{eqCO}_2/\text{hab}/\text{an}$  à l'horizon 2050 (0,17 pour la construction et 0,09 pour l'agriculture), dans l'hypothèse que le rapport aux autres sources d'émissions reste constant. L'effort est très important pour ces deux circuits dont les émissions sont globalement constantes depuis le boom urbain et l'industrialisation de l'agriculture de l'après-guerre. Les deux principaux secteurs d'émissions de GES de ces deux types de circuits sont : l'élevage et la construction en béton utilisant du ciment (bâtiments et routes).

Notre choix méthodologique est d'étudier en finesse les circuits du lait et du bois qui sont des leviers pour penser la décarbonation de l'ensemble des circuits de l'alimentation et de la construction. Le lait est symptomatique de toute la filière d'élevage intensive, qui émet (0,97 tonne  $\text{eqCO}_2/\text{hab}/\text{an}$ ) et dont la décarbonation passe par une inévitable baisse du cheptel. Le bois quant à lui est un des matériaux de substitution possible et disponible pour réduire les quantités de ciment consommées, principale poste d'émission de gaz à effet de serre de l'industrie de la construction (1,16 tonnes  $\text{eqCO}_2/\text{hab}/\text{an}$  contre 0,87 pour tous les autres matériaux confondus).

## LE LAIT ET LE BOIS, DES COALITIONS D'EXCELLENCE

La réduction du cheptel laitier libèrera des surfaces pour d'autres productions alimentaires aujourd'hui massivement importées, et une densification forestière, les pâturages et champs restants pourront être plantés de haies et d'arbres selon les principes agro-écologiques,

augmentant les capacités de stockage de carbone du pays. Les forêts peuvent quant à elle devenir des lieux de sylvo-pastoralisme pour des vaches rustiques, brebis, chèvres qui permettront une diversification de la production de lait, tout en améliorant les conditions d'une gestion durable des forêts de feuillus. Penser les coalitions du lait et du bois permet de gagner plus de carbone, et dépasser les contraintes que la réduction des émissions de GES impose à ces deux matières, pour imaginer une coalition d'excellence, nouvelle identité économique à l'échelle des territoires de subsistances européens.

**Cela nous conduit à proposer deux leviers fondamentaux pour la décarbonation de l'empreinte de l'agriculture et de la construction :**

- **Les circuits raisonnés, qui visent un ajustement des productions à la demande et une réduction des distances parcourues entre lieux de production et de consommation. Cela engendre par conséquent une baisse des émissions de GES liés aux transports des matières, mais aussi une baisse de la surproduction, du gaspillage, grâce à une consommation modérée alliant santé et modes de vie.**
- **L'écologie agricole et forestière, qui consiste à mettre les pratiques agricoles et forestières en adéquation avec les capacités des sols et permet de réduire les émissions de GES de l'agriculture et d'augmenter les puits de carbone des sols et de la biomasse.**

Fig. 3. Évolution des émissions directes de gaz à effet de serre du circuit de l'alimentation et part respective des matières apportant des protéines animales (filières bovines, laitières, porcines et oeuf) de 1960 à 2018 et objectifs 2050 (en t  $\text{eqCO}_2/\text{hab}/\text{an}$ ). [Sources : OCDE, EEA, Banque mondiale, Eurostat, STATEC]

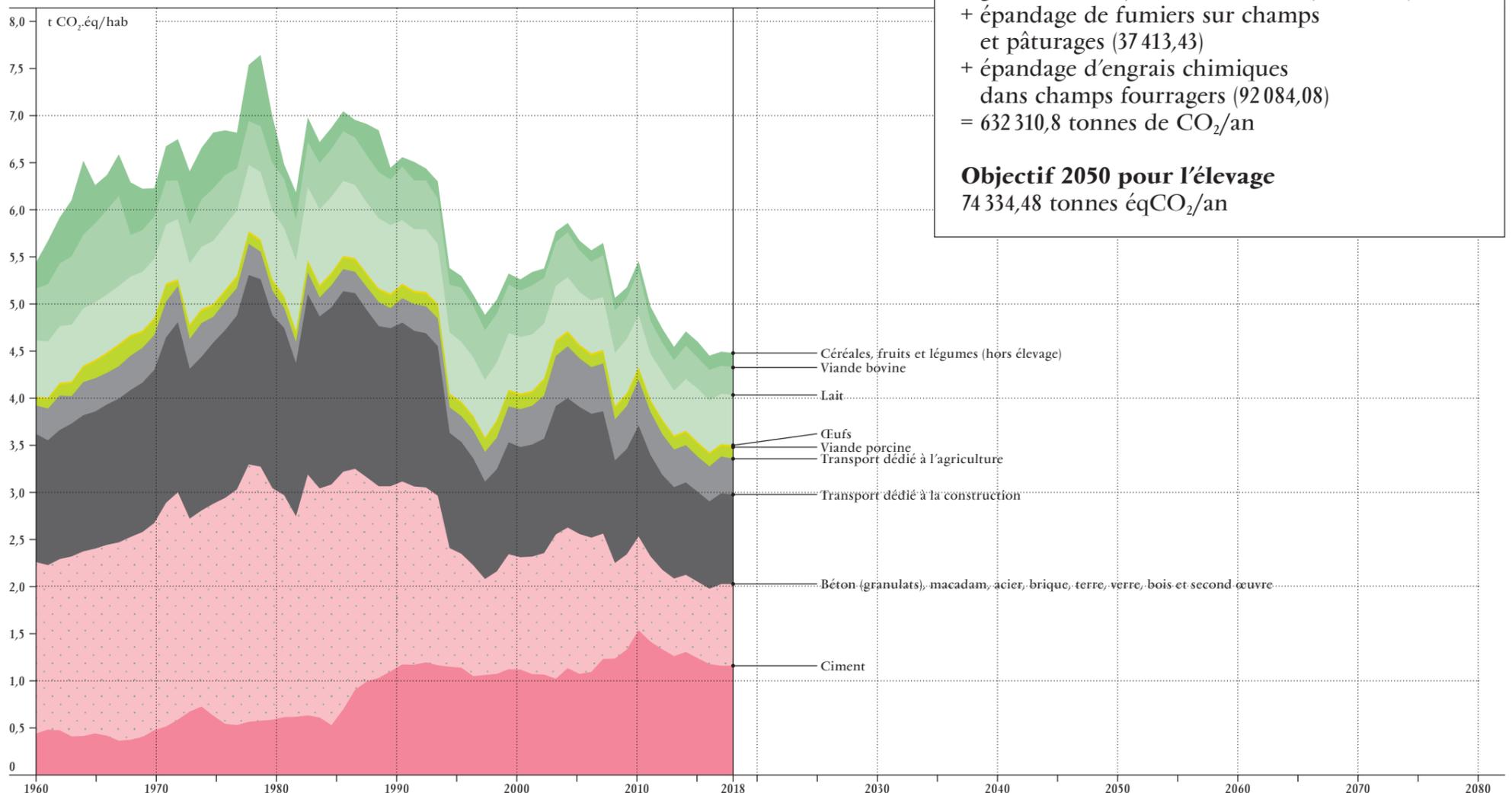
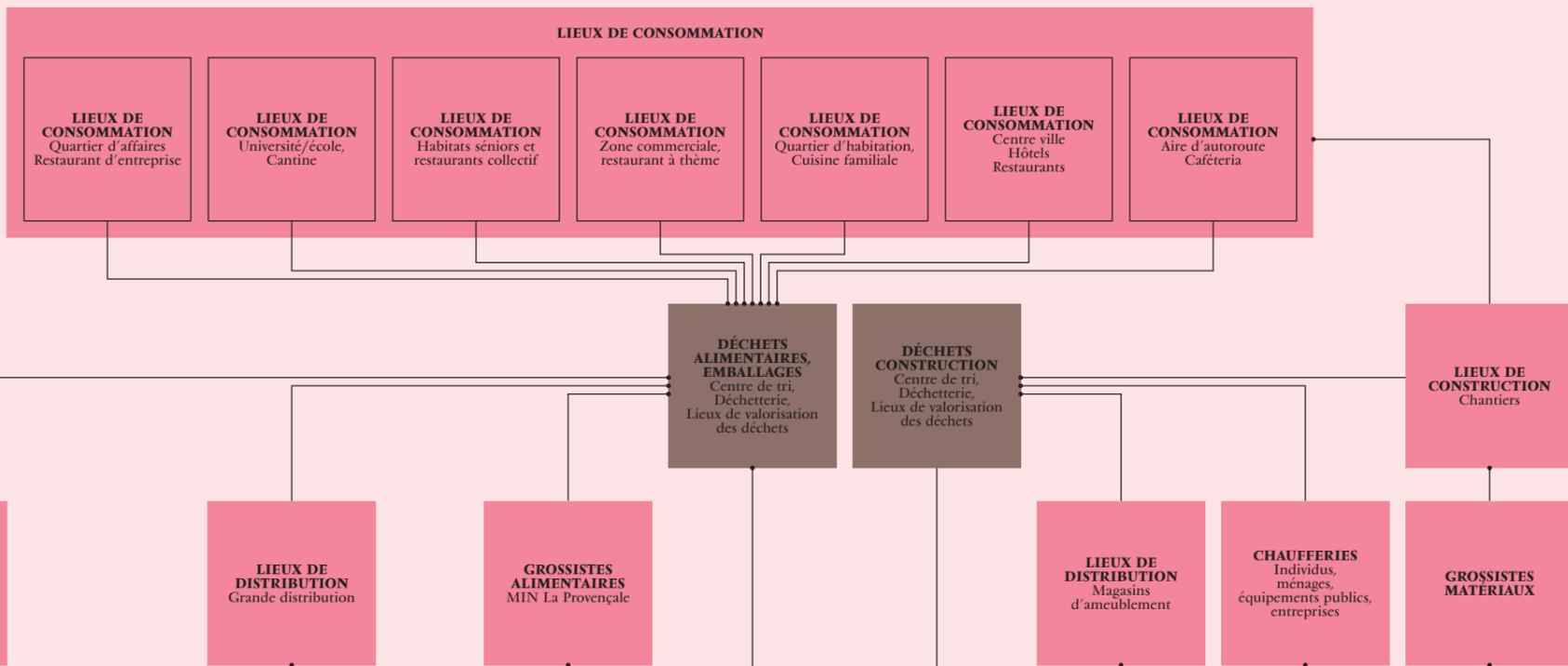
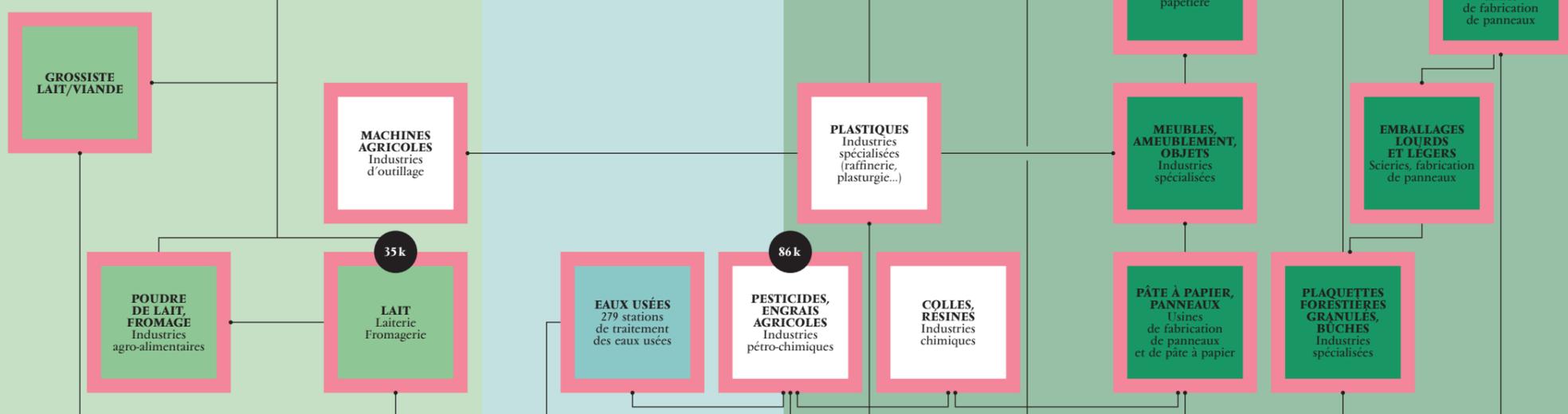


Fig. 4. Répartition des émissions et stockage de GES dans les circuits du lait et du bois.

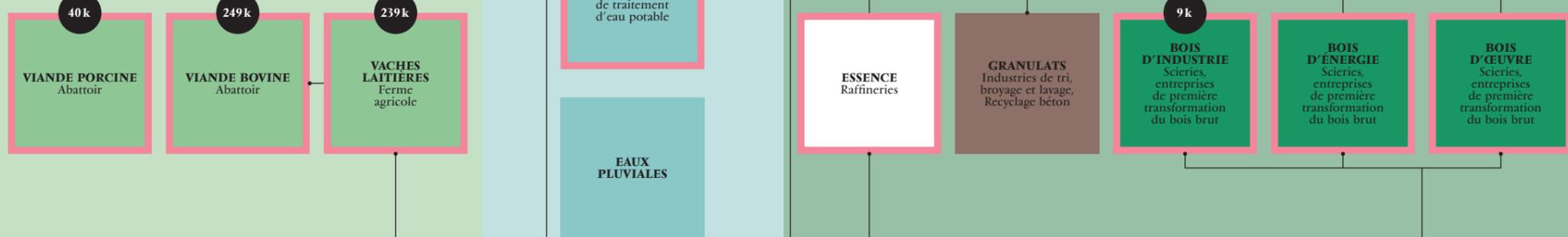
Distribution  
Consommation



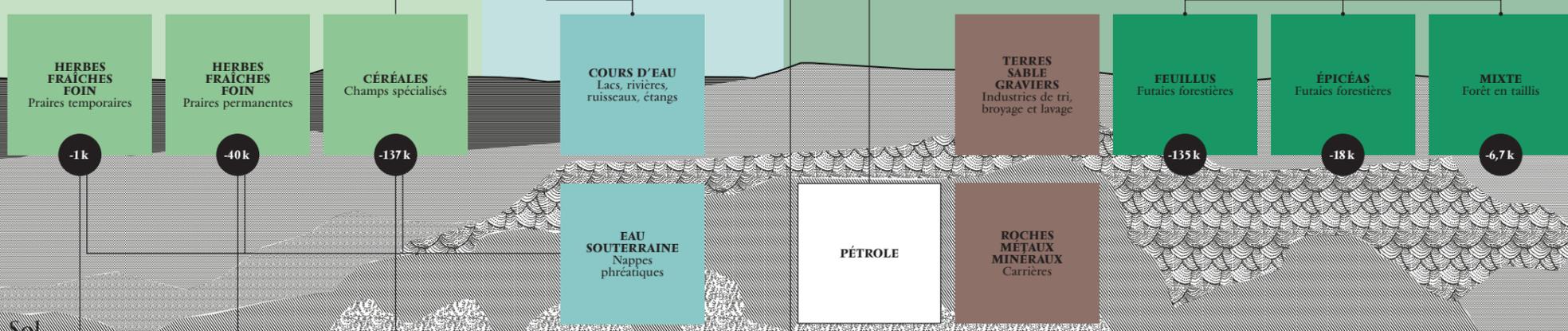
Transformation



Exploitation



Extraction



Sol

# LES CIRCUITS RAISONNÉS : UNE LOGISTIQUE RETERRITORIALISÉE

**Si la communauté internationale maintient ses efforts en vue de la baisse des émissions globales de GES, et tient ses objectifs de décarbonation à horizon 2050, le coût des matières va être progressivement indexé au poids en émissions de GES lié à leur extraction, leur transformation et leur transport. Cela va inévitablement reconfigurer la géographie des systèmes productifs et tendre à relocaliser ceux qui peuvent l'être pour réserver les transports aux biens de consommation qui ne peuvent être produits localement. Les circuits des matières de l'alimentation et de la construction peuvent facilement être raccourcis en Europe, où les sols sont fertiles et offrent une variété de matériaux géosourcés (terre, pierre). De plus, la périssabilité des denrées alimentaires, et le poids des matériaux de construction sont deux facteurs qui favorisent d'autant plus la réduction des bassins d'approvisionnement de ces circuits. Mais avant la mise en place d'une logistique de proximité, le principal levier reste la rationalisation des productions.**

## UNE PRODUCTION RAISONNÉE ET INNOVANTE

Si l'on suit l'exemple du lait, la suppression des quotas laitiers a engendré des dégâts considérables : la mise en faillite d'élevage extensifs des régions laitières historiques, montagneuses et la massification de l'élevage industriel sur la façade océanique européenne, de la Bretagne au Danemark. Les rendements de leurs vaches laitières sont dopés aux tourteaux de soja importé du Brésil (18 000 tonnes/an, responsable de 8 700 hectares de déforestation, soit 3 717 510 tonnes de CO<sub>2</sub>éq émises dans l'atmosphère par ce changement d'usage du sol. Le transport des aliments pour animaux pèse pour 1/3 du trafic total (en majorité des tourteaux) et 19% des émissions de CO<sub>2</sub> (Source WWF).

Depuis la suppression des quotas laitiers, l'organisation du transfert de flux de lait est devenue une gestion des surplus. La collecte du lait relève en effet du challenge logistique : étant donné sa périssabilité, la collecte doit avoir lieu tous les 2 ou 3 jours maximum sur toutes les fermes de la grande région, et si la distribution des produits finis est plus aisée, notamment pour les produits industriels, encore faut-il trouver des débouchés. Face à cette difficulté, la stratégie est clairement orientée vers les pays émergents et les trajets au long court. Ainsi, les produits industriels à faible valeur ajoutée (Lait UHT, concentré et en poudre) sont exportés dès leur production. C'est actuellement 30% du lait produit au Luxembourg qui est exporté au long court, soit par route (Europe de l'Est, Grèce) ou encore en porte-conteneurs (Chine et Afrique), grevant ainsi le bilan carbone du transport d'aliments.

La filière bovine luxembourgeoise est massivement exportatrice (70% du lait est exporté). Une baisse importante du cheptel est à envisager, conduisant à réorienter la production vers une excellence qualitative et non plus quantitative. Les exportations sont aujourd'hui surtout une gestion des énormes surplus liés à la fin des quotas laitiers : des litres de lait qui finissent en lait en poudre ou stérilisé et envoyé à des milliers de km. Il est possible d'imaginer une autre voie... d'autant plus que le Luxembourg, avec ses 457 000 t de lait produit par an, est largement autosuffisant, il joue même un rôle indéniable pour la fourniture de produits laitiers à la grande région. La réduction des exportations au long court n'impacterait pas son rôle et permettrait d'agir sur la réduction des émissions de GES car l'exportation des produits laitiers hors de la grande région représente 5,5 millions tonnes CO<sub>2</sub>éq, soit près de 9% des émissions du transport actuel.

L'innovation est aussi une clé de la décarbonation, pour le bois par exemple, l'industrialisation de la filière de construction bois après la seconde guerre mondiale, a favorisé les résineux et notamment les épicéas, plus faciles à exploiter, plus rapide à pousser, mais de moindre qualité... Tout le système de certification est fortement lié à cette essence, majoritaire dans les pays maîtres de la filière bois européenne, l'Autriche, l'Allemagne, les pays scandinaves et la Russie, où l'épicéa

est bien adapté au climat. Or ce type de bois est faiblement durable et son utilisation en tant que bois d'œuvre dépend des traitements synthétiques pour assurer sa pérennité.

La mise en place d'une filière de construction en bois de feuillus est un défi de taille pour les pays d'Europe occidentale dont les plantations d'épicéas sont aujourd'hui décimées par les scolytes, car ils ne sont plus adaptés aux conditions climatiques. Cette nouvelle industrie, ainsi que la mutation des anciens massifs d'épicéas en feuillus nécessite des programmes de recherche et développement, pour constituer les nouveaux savoir-faire, et réinventer la production à partir de multiples essences.

## UNE LOGISTIQUE DE PROXIMITÉ

Ces logiques de réajustement des productions sont nécessaires pour réduire à la source les émissions de CO<sub>2</sub>éq des matières alimentaires et de construction. Une fois les quantités produites diminuées pour répondre aux besoins réels des consommateurs, le second levier consiste à mettre en place une logistique de proximité.

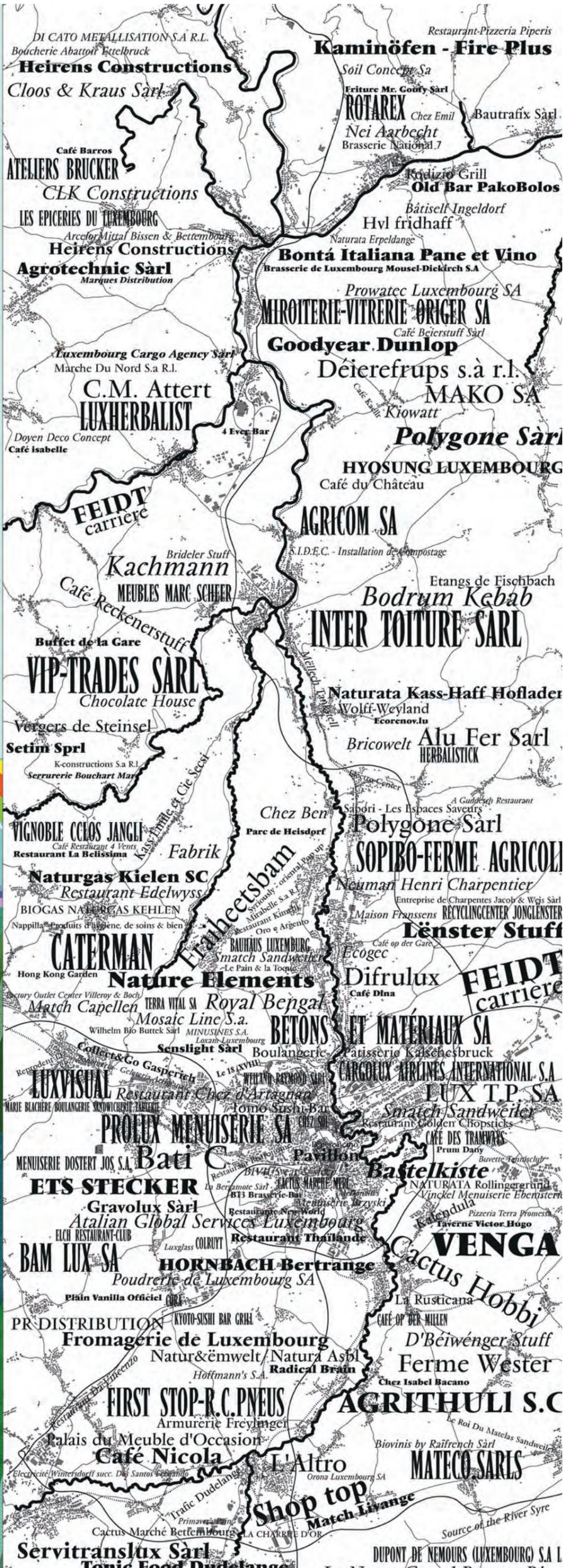
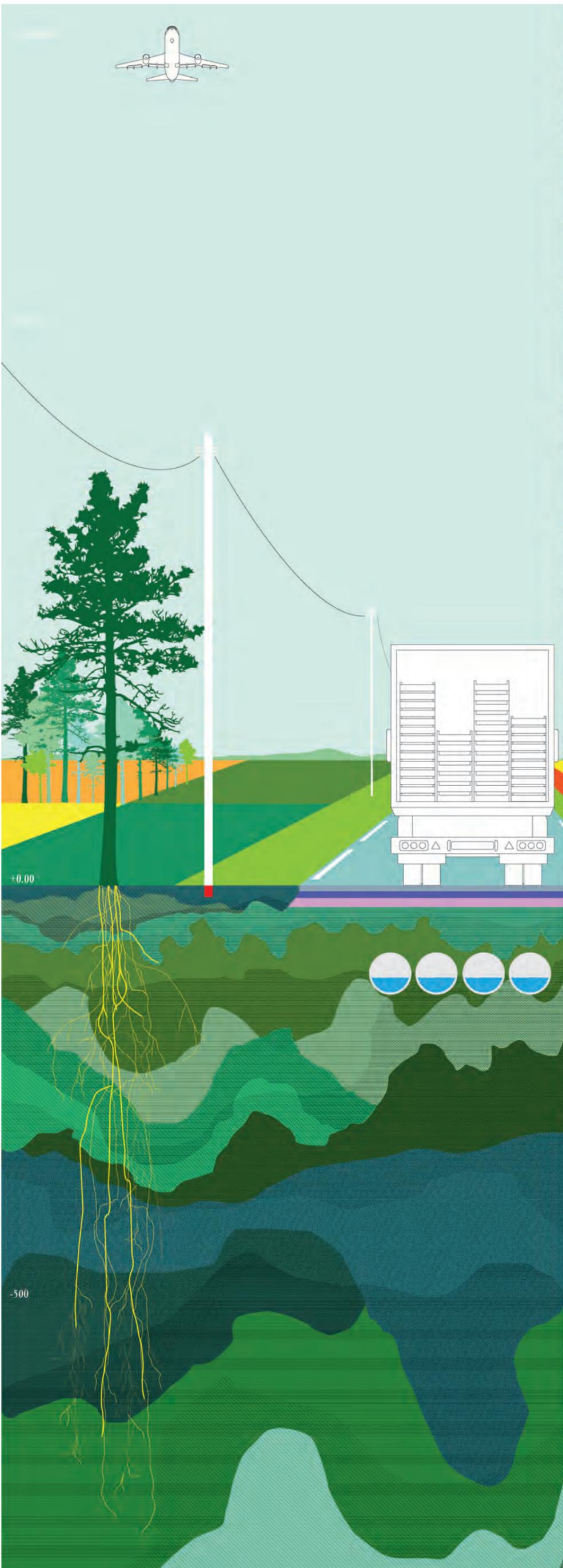
En suivant de nouveau l'exemple du lait, la logique économique qui prévaut aujourd'hui dans la filière impacte fortement l'organisation du transport des denrées alimentaires et sa durabilité. Ainsi, on remarque que la gestion des surplus produit de nombreux trajets qui pourraient être réduits ou évités : des trajets de fermes luxembourgeoises vers des laiteries frontalières qui redistribueront les produits finis au Luxembourg, des logiques de collecte de lait de fermes adhérentes plutôt que des logiques de proximité (transport du lait vers la laiterie la plus proche), des échanges marchands de produits laitiers au sein de la grande région qui ne suivent pas des logiques de proximité de la clientèle etc. Une meilleure rationalisation des flux en fonction des bassins de production, de l'emplacement des laiteries et des lieux de consommation est possible. Elle se fonde sur de la coopération entre laiteries par exemple (lait collecté dans les fermes les plus proches, envoi des produits finis aux laiteries qui ciblent d'autres bassins de consommation) mais aussi vers une relocalisation des infrastructures de transformation, par exemple dans les fermes proches de bassins de consommation, facilitant alors les modes de déplacement doux pour les consommateurs et les liens producteurs/consommateurs.

Le bois est soumis aux mêmes phénomènes de mondialisation des échanges, avec des grumes qui traversent les frontières et sillonnent parfois le monde entier, les chênes d'Europe occidentale sont massivement exportés en Chine, alors que les États-Unis importent de plus en plus d'épicéas russes et européens. Les acteurs de la filière bois de la Grande Région travaillent actuellement à un label bois de proximité, qui permettrait de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> lié à ces transports, tout en appuyant une gestion plus durable des forêts.

En complément de ces leviers, notre deuxième méthode de mesure concerne la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> permise par les pratiques agro-écologiques et de foresterie durable, et la séquestration de carbone dans les sols et la biomasse.

Quantité de bois d'œuvre (BO) importé et exporté au Luxembourg en m<sup>3</sup> en 2020

	Import	Production locale	Export	Total du bois dédié à la construction
BO Conifères (m <sup>3</sup> )	621 000,00	91 250,00	190 553,00	521 697,00
BO Feuillus (m <sup>3</sup> )	28 553,05	25 981,00	1 322,42	53 211,00



# L'ÉCOLOGIE AGRICOLE ET FORESTIÈRE : UNE GESTION DURABLE DES SOLS

Il s'agit d'utiliser au maximum la nature comme facteur de production tout en préservant sa richesse et ses capacités de renouvellement.

L'écologie agricole et forestière, qui consiste à mettre les pratiques agricoles et forestières en adéquation avec les capacités des sols, permet de réduire les émissions de GES de l'agriculture et d'augmenter les puits de carbone des sols et de la biomasse.

Elle implique le recours à un ensemble de techniques qui considèrent l'exploitation agricole ou forestière dans son ensemble. C'est grâce à cette approche systémique que les résultats techniques et économiques peuvent être maintenus ou améliorés tout en améliorant les performances environnementales. Elle réintroduit de la diversité dans les systèmes de production et restaure une mosaïque paysagère diversifiée. Le rôle de la biodiversité comme facteur de production est renforcé, voire restauré.

## RÉDUIRE LES ÉMISSIONS ET AUGMENTER LA SÉQUESTRATION

L'objectif est triple :

- Réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées par une meilleure gestion des sols, ayant des effets bénéfiques aussi sur la qualité de l'eau et la biodiversité. Cela implique de quitter les principes de l'agriculture intensive (labours, épandages chimiques) qui dérèglent le fonctionnement des sols (le cycle de l'azote, cause d'un dégazage de protoxyde d'azote) et réduisent ses capacités de stockage. De même l'arrêt des coupes rases en forêt évite le déstockage rapide du sol forestier et permet sa régénération.
- Limiter au maximum l'étalement urbain aussi bien sur le sol agricole que forestier, car chaque hectare a gagné sur la forêt ou les surfaces agricoles libère les stocks de carbone qu'ils contiennent dans l'atmosphère (80tC/ha pour les forêts et 50tC/ha pour les champs)
- Améliorer la séquestration de carbone dans les sols reste une action limitée en termes de bilan carbone, et controversée par les scientifiques en raison des difficultés à évaluer les potentiels de stockage, mais elle est dans tous les cas vitale pour la résilience des sols agricoles et des zones humides et berges qui ont besoin d'être massivement replantés d'arbres, de haies pour améliorer les cycles bio-géochimiques, et éviter l'érosion.

## UNE MÉTHODE DE CALCUL LIÉE AUX SOLS, À LEURS USAGES, ET LEURS MODES DE GESTION

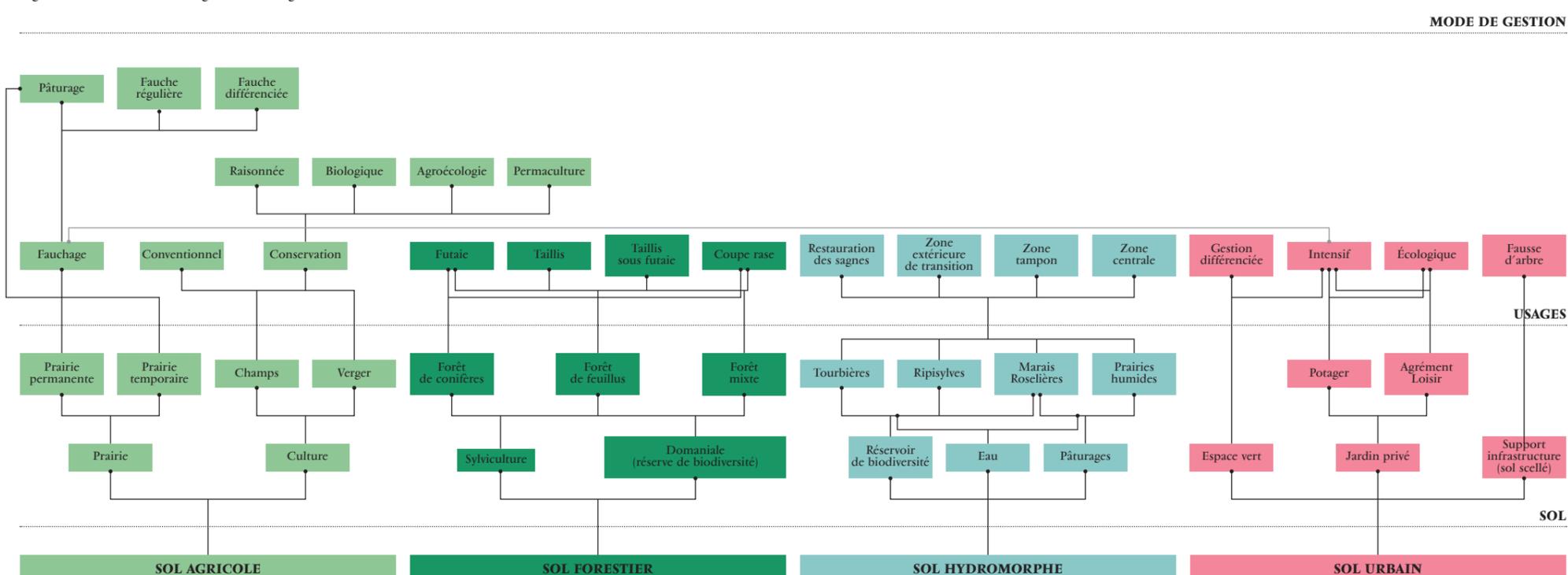
L'arborescence schématise notre méthode de calcul des flux de séquestration de carbone dans le sol, basé sur l'outil Aldo développé par l'ADEME, à partir des différentes utilisations des sols, c'est-à-dire l'ensemble des modifications humaines, au niveau du sol, d'un environnement naturel en un environnement plus ou moins anthropisé. Ces modifications humaines sont différentes selon les **types de sols**. Les principaux types de sol présents dans l'arborescence sont en lien avec les différents écosystèmes que l'on peut rencontrer en Europe: sol forestier, sol prairial, sol agricole, sol urbain et sol hydromorphe. Il est à noter que ces principaux types de sol ne sont pas basés sur une description pédologique mais plutôt sur une description écologique du sol. Ces types de sols reflètent également les différents usages que l'Homme attribue à ces sols.

Les **usages** sont caractérisés selon la dimension fonctionnelle des sols, c'est-à-dire par les bénéfices écologiques, sociologiques et économiques de l'exploitation de ces sols (ex: prairie, sylviculture, grande cultures, potager, parc, parking, zone humide...). Afin de maintenir ces usages, différents **modes de gestions** sont possibles. Par exemple, un sol agricole, pour un usage du type culture, peut être géré de manière intensive ou raisonnée. Ainsi, les modes de gestions sont considérés comme l'ensemble des actions humaines entreprises sur le sol permettant de maintenir, de façon directe ou indirecte, le(s) usage(s). Pour finir, un mode de gestion regroupe généralement un ensemble de **pratiques**, c'est-à-dire des techniques précises modifiant la qualité des sols (ex: labour, amendement, traitement par des produits phytosanitaires, exploitation à différents moments par différentes plantations etc.).

L'arborescence ne se veut pas parfaitement exhaustive car, bien que les types de sol et les usages sont généralement bien documentés, car précisés par différentes instances (gouvernementales, académiques, instituts de recherche etc.), les modes de gestions et les pratiques sont moins encadrés, car ils n'ont parfois pas de définition précise et dépendent surtout des acteurs de terrain.

En raison des limites de la séquestration de carbone, nous avons fait l'hypothèse d'intégrer dans le calcul de décarbonation les flux évités (N<sub>2</sub>O liés aux amendements, labours) et de considérer les flux négatifs de stockage comme un bonus, permettant éventuellement de réajuster les résultats.

Fig. 5. Arborescence « Sol-Usages-Mode de gestion »



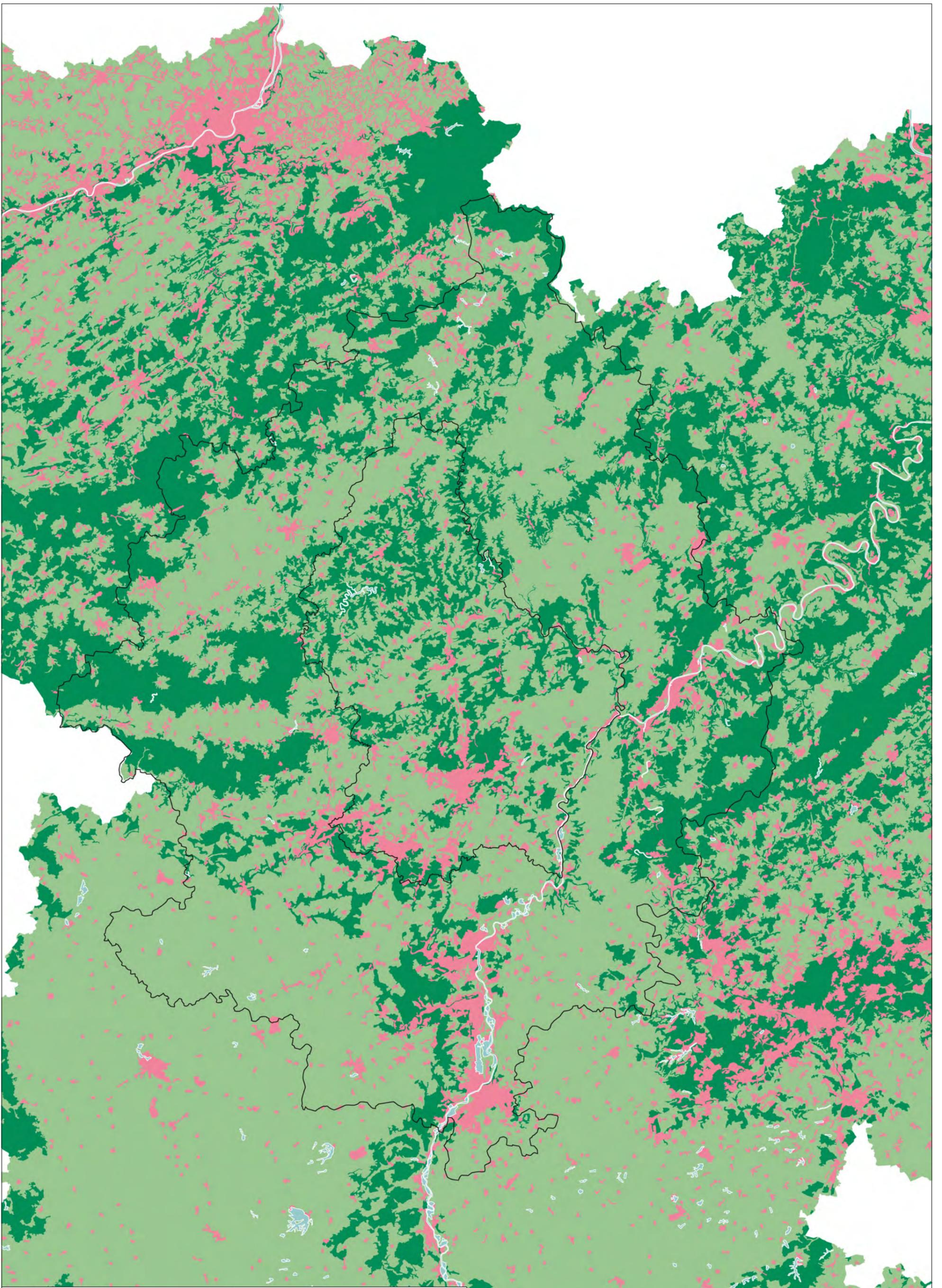


Fig. 6. Cartographie des quatre sols de la région transfrontalière (2020)

**SOL AGRICOLE**  
 Sol agricole

**SOL FORESTIER**  
 Sol forestier

**SOL HYDROMORPHE**  
 Sol hydromorphe

**SOL URBAIN**  
 Sol urbain

# QUATRE ARCHÉTYPES TERRITORIAUX PRODUCTIFS

Partir des matières et des systèmes productifs pour faire baisser l’empreinte carbone de la région fonctionnelle, nous conduit à repenser les infrastructures de subsistance en lien avec la géographie des ressources. Cela nous conduit également à repenser les manières de vivre et travailler dans les territoires agricoles et forestiers qui sont aujourd’hui handicapés par des stratégies « hors-sols ». En matière d’exploitation agricole et forestière, les choix structurants (comme la valeur ajoutée) échappent aux acteurs de terrain pour échoir, sous forme de domaine réservé, à l’exécutif national et aux institutions européennes (et, derrière, à de grands groupes financiarisés). Si le hors-sol est une impasse, son contraire – l’ancrage dans le sol et les milieux – ouvre des perspectives utiles pour penser l’avenir. À cet égard, l’agriculture biologique nous éclaire. En remplaçant la technologie et la chimie dits de pointe par l’excellence et l’attention humaines et environnementales, elle crée des emplois et prend soin des campagnes dans toutes leurs composantes – les gens, la faune, la flore, les sols, l’air et l’eau – et dans toute leur diversité. L’exemple de l’agriculture bio montre aussi que l’ancrage, loin d’être synonyme d’isolement, appelle et favorise la mise en réseau, pour faire circuler les savoirs et les ressources. L’évolution des systèmes productifs n’est pas une question limitée à des choix industriels et économiques, mais repose sur des choix politiques, car ils sont intrinsèquement liés aux styles de vie et aux modes de consommation qui en découlent.

## COALITIONS ET MOBILISATION

La transition écologique des systèmes productifs passe par des coalitions entre consommateurs et producteurs, acteurs publics, associatifs et privés, et ce à de multiples échelles de coopération. On ne peut pas les prévoir car elles sont liées à chaque contexte, histoires, etc. Cependant, des principes de base permettent d’imaginer comment des coalitions pourraient se nouer dans la région fonctionnelle luxembourgeoise. La scénarisation qui suit en propose une série, liée à un travail de benchmark reproduit en annexe. Toutes visent à renforcer le pouvoir d’agir des acteurs locaux. Penser les systèmes agricoles et forestiers par leurs milieux, c’est aussi se rendre attentif à toutes les initiatives locales qui se développent aux côtés et en marge de l’action publique. Ici une entreprise d’insertion ou une coopération citoyenne pour préserver la forêt, là un réseau citoyen d’attention aux personnes âgées, là encore une contractualisation entre agriculteurs et collectivités locales pour préserver la ressource en eau. Dans tous les cas, l’objectif est de mettre l’action publique au service des « milieux », de leurs besoins et de leurs initiatives. Pour cela, il faut que l’acteur public accepte de se décentrer et change de posture, pour outiller et renforcer le pouvoir d’agir des acteurs locaux.

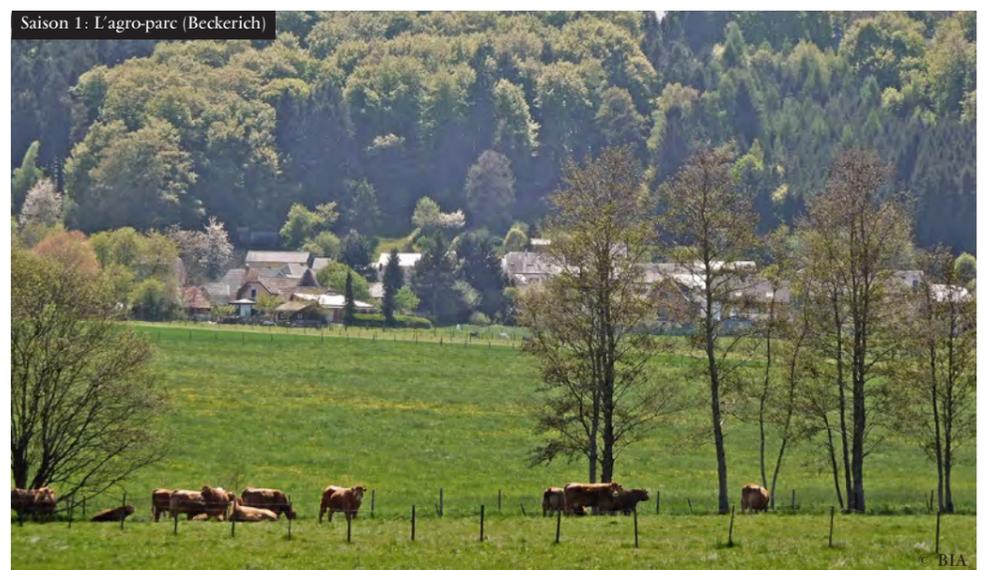
## QUATRE ARCHÉTYPES POUR DES NOUVEAUX STYLES DE VIE ET DE TRAVAIL

La réflexion sur les systèmes productifs nous amène donc à une réflexion sur les parties prenantes de la transition. Il ne s’agit pas pour autant d’imposer un nouveau modèle de vie, mais bien de dessiner l’infrastructure partagée qui permettra aux différentes communes et cantons de choisir leur voie dans la transition écologique. Nous avons ainsi travaillé à partir de quatre archétypes, qui fonctionnent comme des outils pour penser la mutation des paysages productifs typiques de la région fonctionnelle. Plus qu’une programmation, ils mettent en évidence les coalitions nécessaires à leur bonne santé écologique et à l’exploitation durable de leurs ressources, laissant ensuite la possibilité d’adapter les projets aux spécificités de chaque territoire :

- *L’agro-parc* : agroforesterie et polyculture
- *Le campus sylvicole* : gestion durable des forêts et sylvo-pastoralisme
- *Le parkway rural* : renaturation des rivières et logistique de proximité
- *Les cités-jardins* : agriculture péri-urbaine

La scénarisation du projet en quatre saison permet de voir leur combinaison successive, et d’esquisser ainsi l’infrastructure des territoires de subsistance de la région fonctionnelle luxembourgeoise.

Fig. 7. Les systèmes productifs et territoires de vie de départ par saison



# Scénarisation



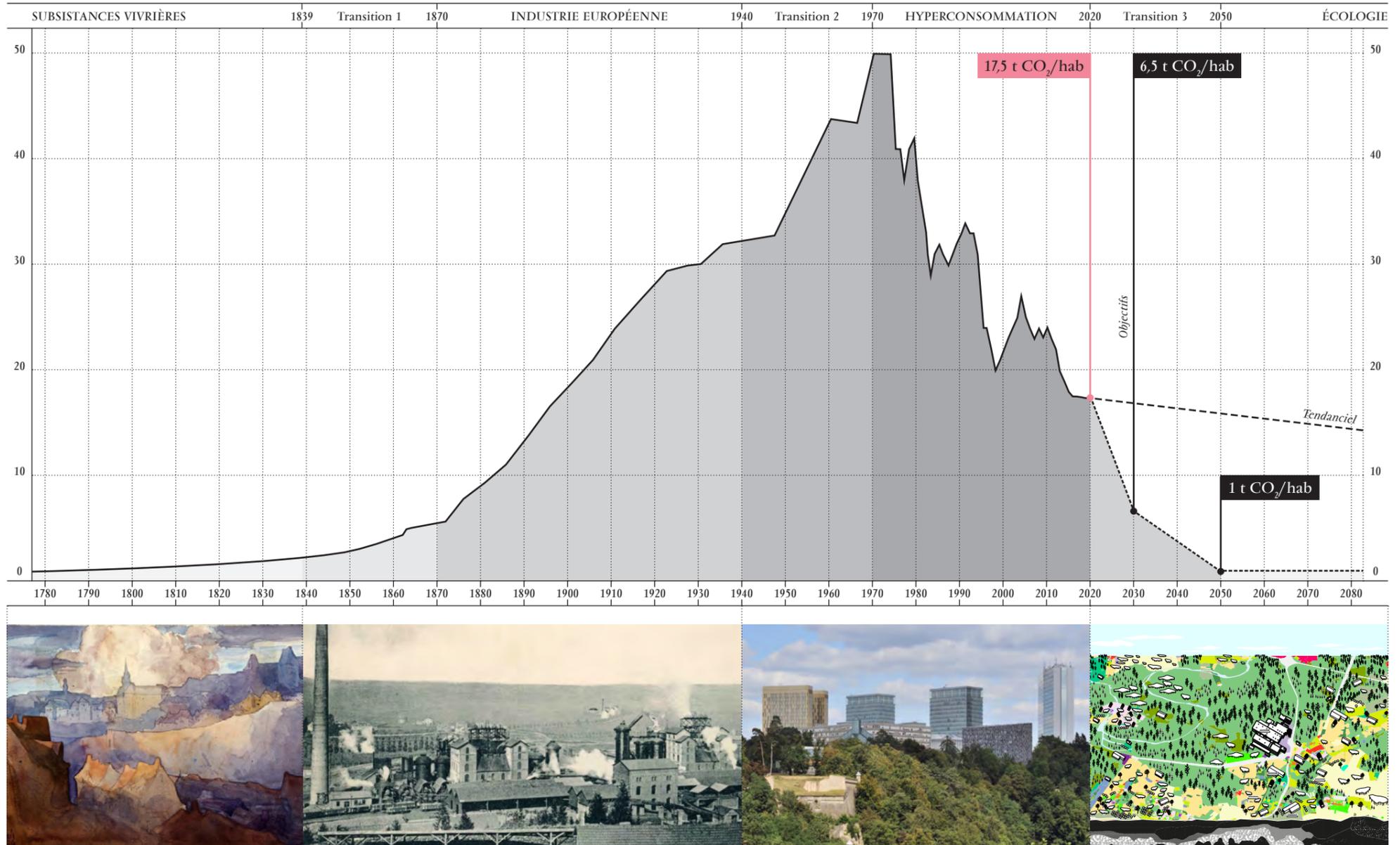
# Saison 0 : 1780-2022

**S**000

# LA DISPARITION DU SOL

Le passé du Luxembourg, et plus largement de tous les pays industrialisés, est lourd de CO<sub>2</sub>. Le retour à la neutralité carbone du pays en 2050 – c'est-à-dire à un niveau d'émission annuelle compensable par la biocapacité du pays, est le nouvel épisode d'une histoire carbonée beaucoup plus longue, du rapport entre la composition de l'atmosphère et les matières du sol, leur déplacement et leurs assemblages. Après plusieurs siècles de disparition du sol, la transition agro-écologique va lui redonner une valeur centrale, comme point de convergence des nouvelles coalitions.

Fig. 8. Évolution de l'inventaire carbone (production locale en tonnes de  $\text{eqCO}_2/\text{hab}/\text{an}$ ) et des émissions globales de gaz à effet de serre du Luxembourg depuis 1780 et objectifs 2030 et 2050. [Émissions cumulées, source: Climatewatchdata.org]



## ÂGE DES SUBSISTANCES VIVRIÈRES

Jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, le territoire luxembourgeois était essentiellement rural avec quelques petites industries disséminées (tanneries, manufactures textiles, faïenceries, forges à l'ancienne, papeteries, brasseries). Dans toutes les forêts wallonnes, des charbonniers montaient des meules de bois, les recouvraient de biomasse et de terre puis mettaient le feu dans son centre. Ils produisaient ainsi les grandes quantités de charbon de bois indispensables à la sidérurgie naissante. Dans la région de Wiltz, les écorces de chêne sont prélevées pour l'obtention du tan, matière nécessaire au tannage du cuir bovin, pour lui rendre imputrescible. Les bovins sont élevés dans les fermes en polyculture et proches des forêts naturelles. L'agriculture de subsistance est celle des anciens vergers, entourés de ceintures maraichères et potagères. Ce système en polyculture est communal et centralise l'organisation des marchés et foires locaux. Les petites exploitations, cultivées encore de façon traditionnelle, rapportent des rendements faibles liés à la qualité médiocre des sols de l'Oesling notamment, et n'assurent pas une bonne alimentation aux citoyens. Plus pauvre que les régions voisines, le territoire subit une forte émigration tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle.

## ÂGE INDUSTRIEL

### L'infrastructure de l'industrie (1839-1870)

Lorsque le pays acquiert son indépendance en 1839, la progressive rupture de son isolement économique et géographique va le lancer sur la voie de l'industrialisation empruntée quelques décennies auparavant par ses voisins. L'adhésion rapide à l'union douanière allemande, la Zollverein, permet l'arrivée de capitaux et de main d'œuvre qualifiée. Elle permettra ainsi de développer les infrastructures de l'industrie, notamment le réseau ferré qui doit permettre de relier le bassin minier du sud du Grand-Duché aux bassins houillers lorrains et sarrois, afin d'assurer l'importation de charbon nécessaire à la modernisation des hauts fourneaux qui tournent encore au charbon de bois. La déforestation leur fournit 56 000 tonnes de bois permettant de produire 4,54 millions de tonnes de fonte, et fait augmenter entre 1845 et 1865, la surface des terres arables de 10 332 ha, soit 9,6%. Après trente années d'infrastructure, la première usine sidérurgique moderne ouvre en 1870 et le grand ballet des matières peut commencer. Le pays est désormais prêt à se lancer massivement dans l'exploitation industrielle de son territoire et la carbonation de l'atmosphère accélère.

### Smog et dalles de bétons (1870-1940)

Les procédés techniques sidérurgiques s'améliorent rapidement et font augmenter les rendements, les hauts fourneaux ouvrent les uns après les autres sous l'égide de cinq sociétés sidérurgiques qui se créent dans le même temps entre 1870 et 1882. Dès 1914, le pays se classe parmi les six premiers producteurs mondiaux d'acier. La production dépasse le million de tonnes d'acier par an soit près de 2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>/an libérées dans l'atmosphère par la combustion du charbon. Elle progressera jusqu'en 1974 où elle culmine à 6,5 millions de tonnes (soit environ 11,7 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>). Parallèlement à l'essor sidérurgique, la production de ciment à partir des déchets des hauts fourneaux (le laitier) se met en place (dès 1894) pour fournir le liant nécessaire à la fabrication du béton utile au développement des installations industrielles et à l'urbanisation du pays. L'essor du secteur industriel entraîne un exode rural depuis les campagnes de l'Oesling au nord, puis une immigration massive jusqu'à aujourd'hui. Le secteur agricole moins lucratif subit alors une pénurie de main-d'œuvre qui perdure jusqu'à aujourd'hui. Les rendements agricoles s'améliorent cependant au tournant du XX<sup>e</sup> siècle grâce à l'utilisation des scories d'acier riches en phosphore et en chaux vive qui constitue un excellent engrais (22 770 tonnes en 1913). À partir des années 1950, l'agriculture s'intensifie encore plus et se spécialise dans la filière bovine – le cheptel bovin augmente de près de 100 000 têtes en vingt ans.

## ÂGE DE L'HYPERCONSUMMATION

### L'infrastructure de la consommation globalisée (1940-1988)

À partir de 1974, suite au premier choc pétrolier, la sidérurgie européenne moins compétitive que celle du Brésil, de la Russie, de l'Inde et de la Chine entre en crise et s'amorce une rapide désindustrialisation du Grand Duché dont la production d'acier diminue presque de moitié en quinze ans, entraînant une baisse rapide des émissions intérieures de CO<sub>2</sub> qui passent de 40,5 à 23,9 tonnes/hab/an. Au début des années 1980, notamment sous l'impulsion de politiques européennes, une réorientation des politiques industrielles du pays s'amorce (instauration de quotas laitiers qui stoppent la progression du cheptel et spécialisation accrue de l'agriculture dans la filière bovine et porcine, lancement du programme de satellites audiovisuels). Le secteur tertiaire lié au développement de la place financière débute à partir des années 1960, atteint 70% de la valeur ajoutée en 1985. Pendant cette transition, la croissance démographique et l'urbanisation restent lente, mais le pays modernise considérablement ses infrastructures de transport avec la création de 48 kilomètres d'autoroutes (A3, A4, A6), le renforcement du réseau des routes nationales, et l'agrandissement de l'aéroport du Findel dont la piste passe de 2830 m à 4000 m en 1984, permettant l'accroissement du trafic passager et du fret aérien. Ces infrastructures permettent l'import des matériaux et des biens de consommation nécessaires au pays, de plus en plus dépendant des importations du fait de sa désindustrialisation.

### Clim' et asphalte (1989-2020)

À la fin des années 1980, alors que la désindustrialisation minière se termine, les conditions sont réunies pour que le Luxembourg devienne le nouveau moteur économique de toute une région sinistrée par la désindustrialisation. Ce développement est marqué par une augmentation de 67% de la population entre 1989 et 2020 (passant de 374 900 habitants à 626 108 habitants). Cela contribue aussi à l'augmentation du volume bâti neuf de 94% entre 1989 et 2019 (de 3 862 000 m<sup>3</sup> en 1989 à 7 473 000 m<sup>3</sup> en 2019). Cette époque est aussi caractérisée par une plus grande dépendance du Luxembourg, tant en termes d'emploi (les travailleurs frontaliers ont été multipliés par quatre entre 1980 et 2017), que de consommation matérielle (98% de l'assiette est importée aujourd'hui – les filières bovines, laitières et porcines étant en revanche largement excédentaires). Ces deux phénomènes expliquent pourquoi les transports pèsent si lourd dans le bilan du pays. Avec la fermeture du dernier haut fourneau en 1997, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'industrie ne représentent plus que 10% des émissions intérieures (1,4 tonnes de CO<sub>2</sub>/hab/an) alors que celles liées aux transports dépassent les 50% (9,3 tonnes de CO<sub>2</sub>/hab/an).

## ÂGE ÉCOLOGIQUE

### Décarbonation et résilience (2020-2050)

En 2020, après 180 ans d'essor industriel, démographique et urbain, le Luxembourg a émis 1349 Mégatonnes de CO<sub>2</sub> cumulées dans l'atmosphère terrestre (intérieures et extérieures). Le sol du Grand Duché – massivement infrastructurel et en partie pollué – et sa biomasse affaiblie, sont le témoin terrestre de ce bilan gazeux. C'est cet héritage infrastructurel, ce sol « lourd » de CO<sub>2</sub>, qu'il s'agit désormais de préserver, optimiser et transformer pour atteindre les objectifs de la transition écologique et ramener en 2050 le pays à la neutralité carbone comme le prévoit le Pacte européen pour le climat. Une part de cette baisse sera assurée par la décarbonation de l'énergie et des transports, mais le reste nécessite de s'intéresser aux matières, à leurs modes de production, à la qualité écologique de leurs sols, et à leur circulation des bassins de production vers ceux de consommation. Si trente années ont suffi pour construire l'infrastructure de la première industrialisation du Grand Duché, le challenge des trente années qui viennent sera d'utiliser les connaissances et techniques écologiques pour faire muter l'infrastructure de la société de l'hyperconsommation, et construire ainsi l'architecture d'un sol résilient.

# QUATRE TERRITOIRES EN CRISE, PENDANT LA PANDEMIC

Chacun des quatre territoires qui nous ont servi à penser et exemplifier le projet de transition de la région fonctionnelle ont été affectés à leur manière par la crise du Covid-19. Les systèmes productifs dont ils sont caractéristiques, autant que les styles de vie des habitants et des employés qui y travaillent ont été perturbé, voire mis en crise du fait de la fermeture des frontières, ou des mesures sanitaires. Avant que l'histoire ne commence, voici un petit résumé des faits qui ont fait réagir déjà certains acteurs et sont pour nous des leviers potentiels de coalition.

Dans la zone transfrontalière sud du bassin minier et des plateaux lorrains à la vallée de la Moselle, les chantiers sont arrêtés à défaut d'approvisionnement en matériaux. Les travailleurs frontaliers, habitants des lotissements d'ortoirs, n'ont plus accès aux services de proximité et se voient obligés d'inventer un nouveau mode de vie et de travail.

→ Saison 4 - 2038-2048  
Les cités des Terres Rouges

Dans la vallée de l'Alzette, en 2019, le virus est présent dans les cours d'eau, et ensuite amené aux stations d'épuration. Les boues d'épandage se cumulent dans les silos, et par risque de contamination, ne peuvent plus être fournis aux agriculteurs locaux.

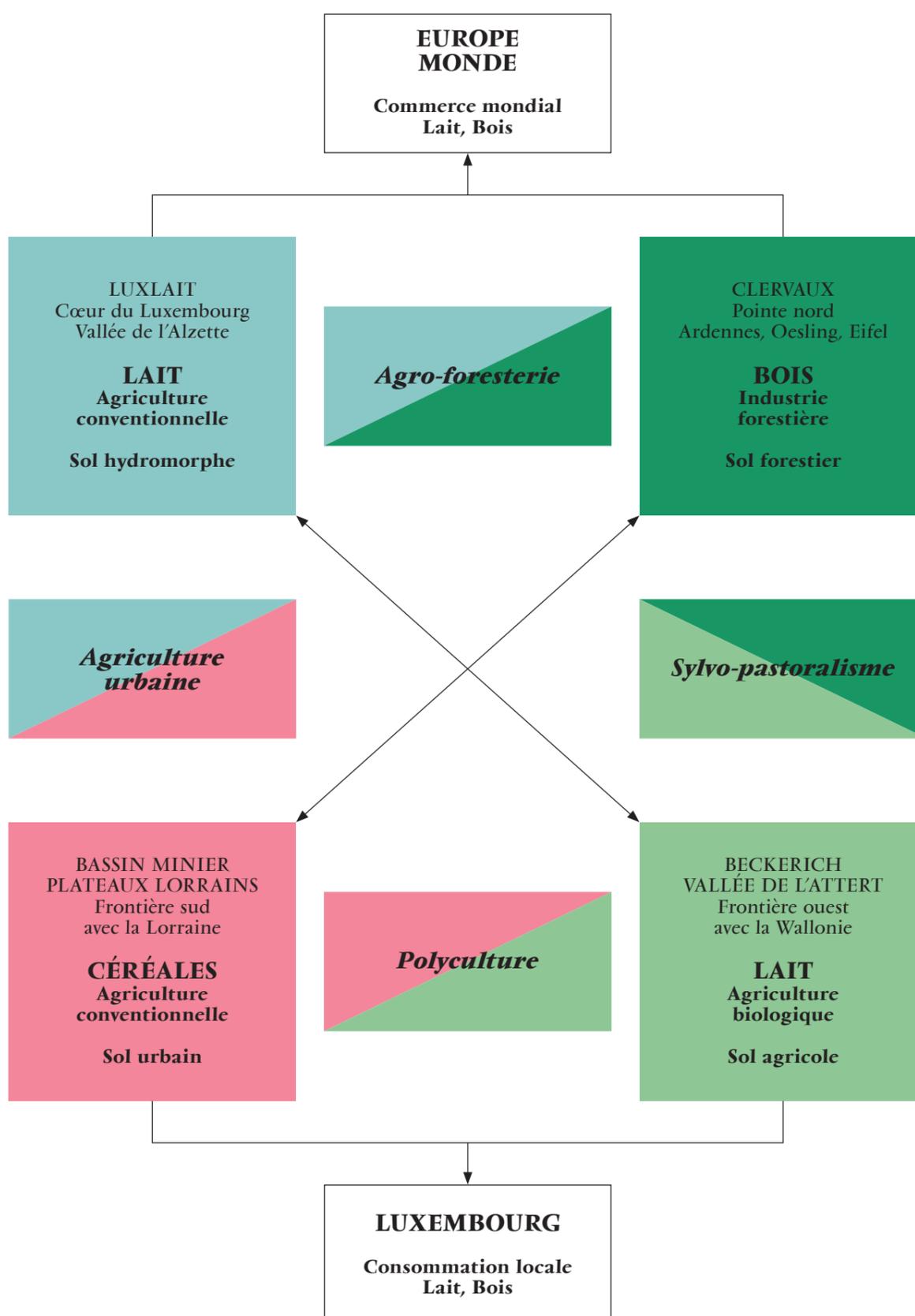
→ Saison 3 - 2030-2038  
Les aulnes d'Alzette

Dans le canton de Clervaux, la fermeture des frontières ralentit les échanges coopératifs entre collègues forestiers de la Grande Région, déjà soucieux de la crise générée par les maladies qui attaquent les épicéas et hêtres.

→ Saison 2 - 2025-2030  
Dans les forêts d'Ardennes

Comme tous les agriculteurs laitiers de la région fonctionnelle luxembourgeoise, ceux de la commune de Beckerich sont durement touchés par la chute des prix du lait suite aux mesures de confinement.

→ Saison 1 - 2022-2025  
Les Vaches Europe





### Sol

Sol agricole

### Site

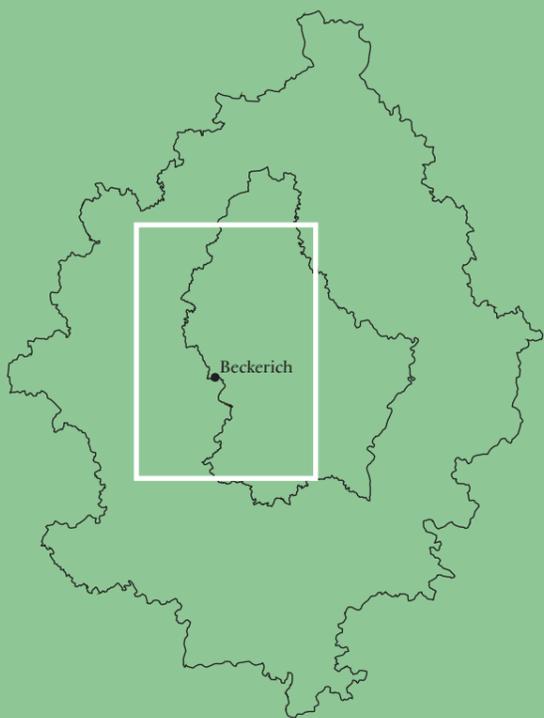
Commune de Beckerich et communes voisines de la Vallée transfrontalière de l'Attert

### Échelle de coalition

Actions rapides à l'échelle d'une commune/intercommunalité, échelle du quotidien et des commerces de proximité

### Temps écoulé

3 à 4 ans: Temps court des dissidences, des outsiders, des négociations entre acteurs de la planification et acteurs économiques



En mai 2020, des éleveurs laitiers allemands, belges, danois ou luxembourgeois épandaient de la poudre de lait sur leurs champs pour protester contre la chute des prix du lait et la mauvaise gestion par la Commission européenne de la crise du lait suite aux mesures de confinement. La baisse de la demande qui résulte de la fermeture des restaurants et des cantines scolaires a en effet entraîné des surproductions importantes et affecté durablement les éleveurs laitiers européens qui voient leurs revenus diminuer et leur activité se précariser. Cette crise, qui met en lumière l'univers concurrentiel du secteur laitier, exacerbée depuis la fin des quotas laitiers européens en 2015, et sa dépendance aux mécanismes du marché et son absence de régulation, a des répercussions durables chez les éleveurs européens.

Sur le territoire de la commune de Beckerich, une famille d'agriculteurs laitiers frappée par la crise du lait tente d'adopter un modèle alternatif. Comment sortir de la course à la productivité et à la concentration? Quel modèle agricole adopter, qui participe d'un soin et d'une écologie des sols? Quel modèle financier inventer pour supporter la conversion d'une exploitation? Les clés de la transformation de leur activité vont se trouver dans une coopération étroite avec la bourgmestre de la commune, préoccupée par la mauvaise qualité des eaux de ses rivières. Ensemble, ils mettent en place une écologie de l'action collective et réciproque, inventent un mode de culture, d'élevage et de gestion du sol, considéré comme un bien commun.

Dans cette première saison, on suit le travail des éclaireurs locaux, des défricheurs de la transition qui, ici ou là, initient des nouvelles pratiques et bousculent les modèles établis. Les openfieds de la commune de Beckerich, adossés à une chaîne de collines boisées et parcourus de rus et de ruisseaux, forment le décor de cette première saison. Territoire déjà engagé dans l'action écologique sous l'impulsion d'élus dynamiques, il forme un cadre favorable aux premières transformations.

# S01

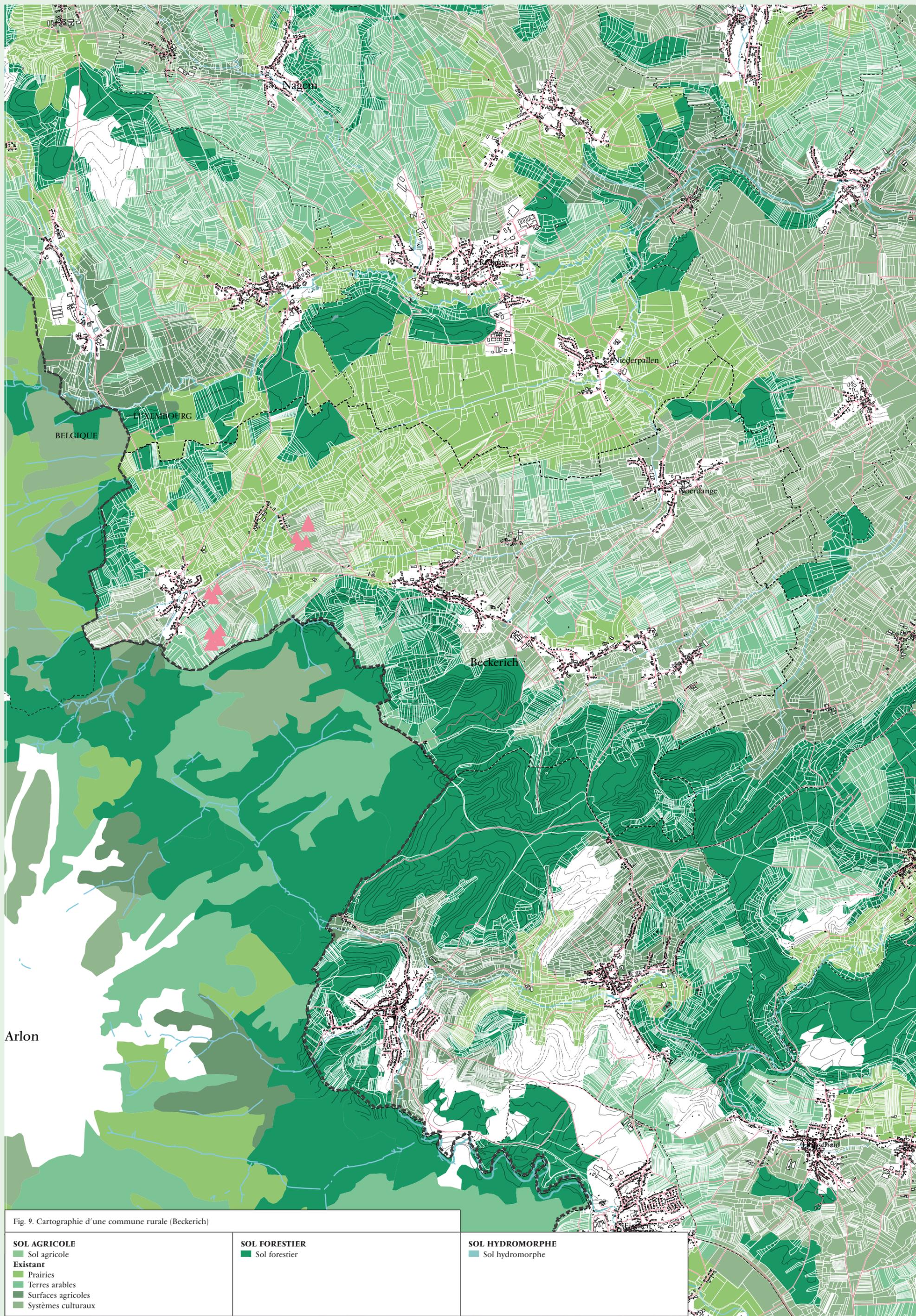


Fig. 9. Cartographie d'une commune rurale (Beckerich)

## CONVERSION

Après avoir fait le bilan de son activité, la famille d'éleveurs décide d'adopter un modèle extensif qui implique de moindres rendements et une diminution des quantités produites, modèle incompatible avec les prix d'achat actuellement pratiqués. Elle décide donc de quitter la coopérative laitière industrielle à laquelle elle est rattachée pour rejoindre la laiterie bio BiogMolkerei.

La période de la conversion au bio (3 ans), puis d'amélioration des rendements (5-7 ans) sera l'occasion de transformer radicalement leur exploitation et d'inventer un nouveau modèle. Le cheptel est réduit et passe plus de temps en pâture. Il est progressivement renouvelé pour introduire des races bovines plus rustiques, comme les Highland Cattle, plus petites, résistantes et adaptées aux pâtures accidentées de la forêt communale. Quelques brebis permettent également de diversifier l'exploitation et de s'adapter à d'autres types de pâtures. Cette conversion à l'agriculture biologique s'inscrit dans un processus d'accompagnement proposé par l'Etat et les Chambres d'Agriculture : les agriculteurs sont sensibilisés et formés à cette conversion, et notamment à la thématique de la qualité des sols. De cette manière, des modes de gestion et d'usages des sols sont développés, permettant, le temps d'attente de la transition (environ 3 ans), d'optimiser les bienfaits fournis par les sols en place et leur biodiversité.

Les cultures vouées à l'alimentation du bétail diminuent et évoluent également. Le maïs, céréale d'origine exotique très consommatrice en eau et qui doit être arrosé en plein été, laisse place à des cultures de luzerne, de féverole, de lin et de betterave (dont la pulpe, associée à de la paille, remplace le maïs dans l'alimentation du bétail).

## COALITION LOCALE

Renouvellement du cheptel, baisse des rendements, alimentation plus coûteuse : la sortie du modèle intensif représente une prise de risque et un investissement financier conséquent. Les nouveaux mécanismes d'aide de la Politique Agricole commune entrée en vigueur en 2023 constituent un premier soutien. Mais pour stabiliser leur projet et boucler leur financement, ils se tournent vers la commune de Beckerich, dont l'engagement écologique de long terme s'est déjà concrétisé par l'installation de nouvelles sources d'énergie renouvelables ou la mise en place d'un jardin communautaire maraîcher expérimental.

Malgré ces initiatives, un problème environnemental majeur continue d'inquiéter les élus de Beckerich. La pollution des eaux atteint des niveaux importants, provenant principalement des modes de gestion agricole intensifs et plus particulièrement de l'utilisation de fertilisants agricoles (azotes, nitrates) et de pesticides. Pour atteindre les objectifs du contrat de rivière, la commune doit à tout prix améliorer drastiquement la qualité des eaux de son territoire et dépolluer ses ruisseaux – le Pall, le Mollbaach, le Millebaach, le Schwébech et le Hasselbaach. La Bourgmestre salue donc l'initiative des éleveurs. Elle propose de financer leur projet à condition qu'il aille au-delà de la norme bio et constitue un véritable projet de transformation du paysage, attentif au système hydrographique.

## LES CHEMINS DE L'EAU

Les éleveurs, accompagnés par l'échevine en charge de l'aménagement du territoire, se lancent donc dans un programme ambitieux. Ils subdivisent les plus grands openfields pour obtenir de plus petites unités et accélèrent la plantation systématique de haies bocagères entre chaque champ. Celles-ci constituent des milieux favorables, habitats et véritables lieux de refuge et chemins de traverse pour de nombreuses espèces, notamment des prédateurs des ravageurs des cultures. Elles jouent également un rôle dans le ruissellement des eaux pluviales en facilitant leur absorption dans les sols, limitant le lessivage et l'érosion des sols, et réduisant l'envolée des fines particules d'argile qui favorisent la fertilité des sols. En bloquant le vent, elles réduisent également l'évapotranspiration des plantes et limitent leur dessèchement, ce qui améliore le rendement des cultures. Enfin, elles protègent les cultures du gel. Des bosquets sont également plantés. Et pour absorber localement la production de bois issue de l'entretien des haies et des bosquets, la commune a monté une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) qui associe acteurs privés et publics pour le maintien du bocage. Elle vise à valoriser la plantation de haies champêtres et de bosquets en se faisant l'intermédiaire entre les producteurs et les consommateurs de bois-énergie. Les collectivités alentours approvisionnent ainsi leurs chaudières en combustible renouvelable local.

Dans les prairies, les nouvelles mares creusées aux endroits où les aquifères affleurent permettent d'abreuver les bêtes et de planter une ripisylve et ainsi accueillir des écosystèmes hydrophiles. Parallèlement, une épaisseur de protection des zones humides est sanctuarisée et aménagée le long de chaque ru et ruisseau. Les berges sont plantées de peupliers, de saules, d'aulnes, de sureaux de Fusains d'Europe ou encore de strates basses comme l'Allium, l'Euphorbe des marais et la Menthe). Ces épaisseurs végétalisées participent à l'optimisation de l'infiltration des eaux dans les sols, grâce à la présence de racines et de vie biologique, mais également à la stabilisation des bords de ruisseaux. De plus, ces corridors, qui suivent les chemins de l'eau, constituent aussi des continuités écologiques reliant les masses boisées. Ils favorisent la libre circulation des organismes du sol, sans rupture, ce qui facilite leur survie et donc la durabilité des bienfaits qu'ils fournissent (rencontre d'individus d'une même espèce, sources de nourriture, etc.). Ces corridors incluent des chemins ruraux qui facilitent le déplacement des troupeaux et des engins agricoles ou sont empruntés par les cyclistes, promeneurs et randonneurs. Les troupeaux participent à leur entretien. L'échevin délégué à la scolarité s'en saisit pour organiser des expéditions scolaires à la découverte de la biodiversité locale.

Au fur et à mesure de leur aménagement, ces chemins de l'eau forment un véritable réseau à grande échelle, un maillage du domaine rural, un commun qui croise les intérêts de plusieurs types d'acteurs. A l'image du « Deal » de la ville de Wigan en Grande-Bretagne, l'administration communale de Beckerich organise un contrat d'engagement réciproque entre les usagers de la campagne et les agriculteurs pour favoriser la consommation de produits bio d'un côté (et favoriser la conversion en bio) en échange de l'entretien des paysages de promenade par les agriculteurs de l'autre.

Fig. 10. Portraits de vaches



VACHE CONVENTIONNELLE BRÉSILIENNE
Girolanda



VACHE CONVENTIONNELLE LUXEMBOURGEOISE
Prim'Holstein
0,16 ha d'aliments concentrés (soja)
0,10 ha/an de champs de maïs pour ensilage
0,10 ha/an de champs fourrager (hors maïs ensilage)
0,57 ha/an de prairies et pâturages
Chargement de 1,22 t/ha de pâturages/an
245 jours de pâture/an
8 202,00 kg de lait/vache/an



VACHE BIO LUXEMBOURGEOISE
Prim'Holstein
0,10 ha/an de champs de maïs pour ensilage
0,10 ha/an de champs fourrager (hors maïs ensilage)
1,17 ha/an de prairies et pâturages
Chargement de 1 t/ha de pâturages/an
270 jours de pâture/an
5 000,00 kg de lait/vache/an



VACHE AGRO-ÉCOLOGIE
Bleu du Nord
0,10 ha/an de champs de maïs pour ensilage
0,10 ha/an de champs fourrager (hors maïs ensilage)
0,94 ha/an de prairies et pâturages
Chargement de 0,80 t/ha de pâturages/an
300 jours de pâture/an
4 000,00 kg de lait/vache/an



VACHE RUSTIQUE
Highland Cattle
0,91 ha/an de prairies et pâturages
Chargement de 0,80 t/ha de pâturages/an
360 jours de pâture/an
3 000,00 kg de lait/vache/an



BREBIS
Neira du Velay
0,49 ha/an de prairies et pâturages
Chargement de 0,20 t/ha de pâturages/an
360 jours de pâture/an
300,00 kg de lait/vache/an

# LA DÉCARBONATION DES CIRCUITS DU LAIT

Les émissions principales de l'agriculture proviennent de l'élevage (0,97 tonne eq CO<sup>2</sup>/hab/an), et notamment des bovins auxquels est consacrée 82,3% de la surface agricole utile luxembourgeoise (pâturages et champs fourragers) et sont également majoritaires dans la région fonctionnelle. Les gaz à effet de serre sont principalement liés à la digestion des animaux et à l'épandage de fumier et d'engrais chimiques dans les champs de maïs et d'autres fourrages qui leurs sont dédiés. En admettant que le passage en agriculture biologique réduise à zéro les émissions des cultures, et que les transports dédiés à l'agriculture soient massivement décarbonés grâce à des énergies vertes, l'objectif de réduction des émissions pour l'élevage en 2050 est de baisser jusque 0,08 tonne eq CO<sup>2</sup>/hab/an. Il n'existe pas de recette miracle et la réduction des émissions passera nécessairement par une réduction du cheptel animal qui compte actuellement 431 474 animaux, dont 191 360 bovins.

Émissions de l'élevage luxembourgeois = 632 310 tonnes de CO<sub>2</sub>eq / an  
 Émissions de l'élevage laitier (vaches + brebis + chèvres) = 241 389 tonnes de CO<sub>2</sub>eq / an  
 Objectif 2050 pour l'élevage luxembourgeois : 74 335 tonnes CO<sub>2</sub>eq / an  
 Objectif 2050 pour l'élevage laitier : 33 215 tonnes CO<sub>2</sub>eq / an

## DIAGNOSTIC DES CIRCUITS DU LAIT EN 2020

La production annuelle de lait au Luxembourg est de 457 000 T en 2020. La collecte de lait représente : 17 500 citernes-remorque + 900 camions citernes/an, parcourant en tout 4 800 000 km, soit près de 4 000 tonnes de kg d'équivalent co2 par an. La distribution du lait se répartit en plusieurs circuits de commercialisation que l'on peut spatialiser. Ainsi, on peut distinguer :

- le circuit local : lait produit et consommé au Luxembourg : 30% des volumes produits dans le pays soit 137 100 tonnes de lait
- le circuit d'import pour les besoins des Luxembourgeois : 54 636 tonnes/an de lait ou produits laitiers.
- le circuit d'export. 70% des volumes produits, soit 319 900 tonnes/an de lait

Le bilan de la distribution est bien supérieur à celui de la collecte avec près de 56 000 tonnes de CO<sub>2</sub>eq /an, avec des distances parcourues bien supérieures liés aux différents circuits d'exportations distingués soit : 5 800 000 km/an par 7 930 semi-remorques et 12 800 camions 18T, 20 avions et 4 porte-conteneurs. Si on analyse la distribution des produits du lait selon les différents circuits, on observe que les circuits d'export ont un poids important dans le bilan carbone. Les émissions du transport du lait descendraient à 5 500 tonnes de kg d'eq c02 si le lait n'était distribué que dans la Grande Région (sans le circuit européen et au long court).

## COALITION D'EXCELLENCE (POLY-CULTURE)

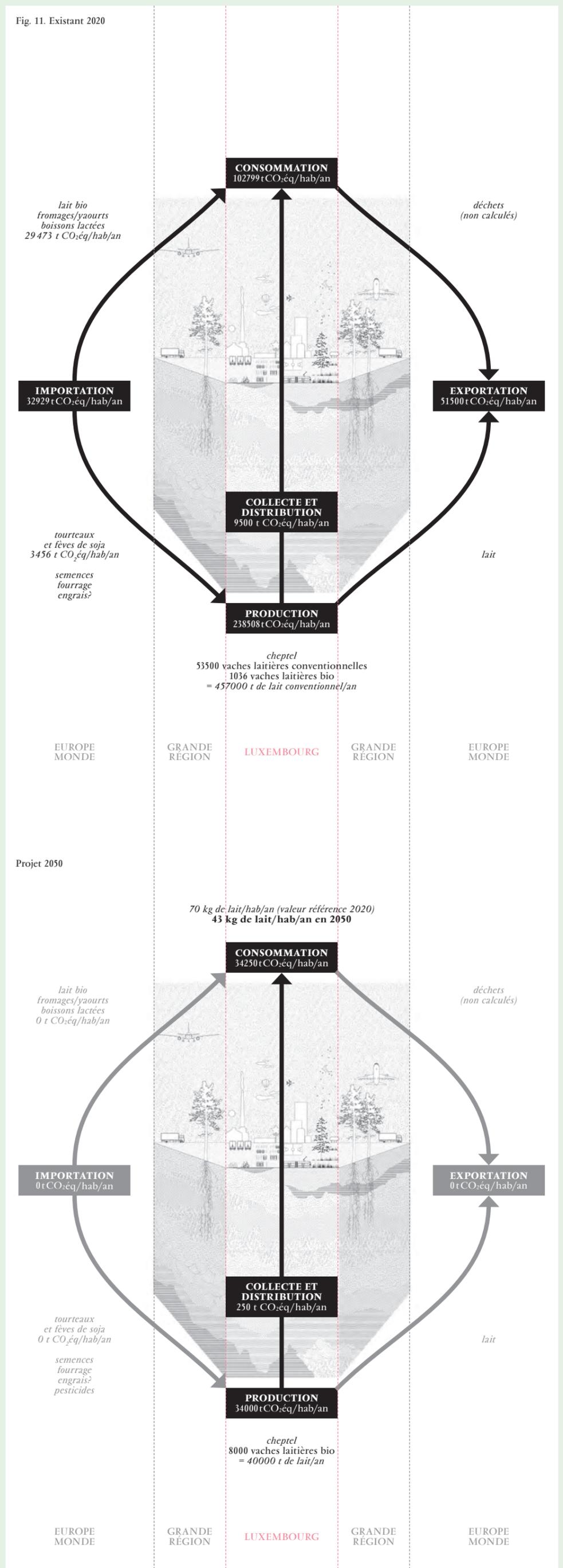
### Levier 1 pratiques agricoles agro-écologiques :

Le passage du cheptel existant en polyculture bio (de 88 vaches à 50 / exploitation) ainsi que l'arrêt des amendements chimiques (N<sub>2</sub>O) et des importations de soja ont permis un gain de CO<sub>2</sub>. Le cheptel serait en accord avec une bonne santé des sols luxembourgeois, cependant il émet encore trop de CO<sub>2</sub> : on compte 30 986,00 vaches laitières soit 135 514,44 tonnes de CO<sub>2</sub>eq/an soit, quatre fois plus que les objectifs 2050.

### Levier 2 La baisse du cheptel

Il est nécessaire de faire baisser le cheptel. Cette réduction permettrait de produire 40 000 tonnes de lait soit l'équivalent de 43 kg de lait/an /habitant. Aujourd'hui, 191 736 tonnes sont actuellement dédiées aux luxembourgeois (soit le lait produit et consommé sur place ajouté au lait importé soit l'équivalent de 306,2 kg de lait/hab/an). Or, les consommations actuelles varient entre 75 et 82 kg de lait/hab/an selon les sources. Cela montre qu'il y a du gaspillage (poids d'environ 224 à 231kg/lait/habitant/an). Cela nous permet d'identifier d'autres leviers possibles grâce aux coalitions que nous développerons dans les prochaines saisons.

Fig. 11. Existant 2020



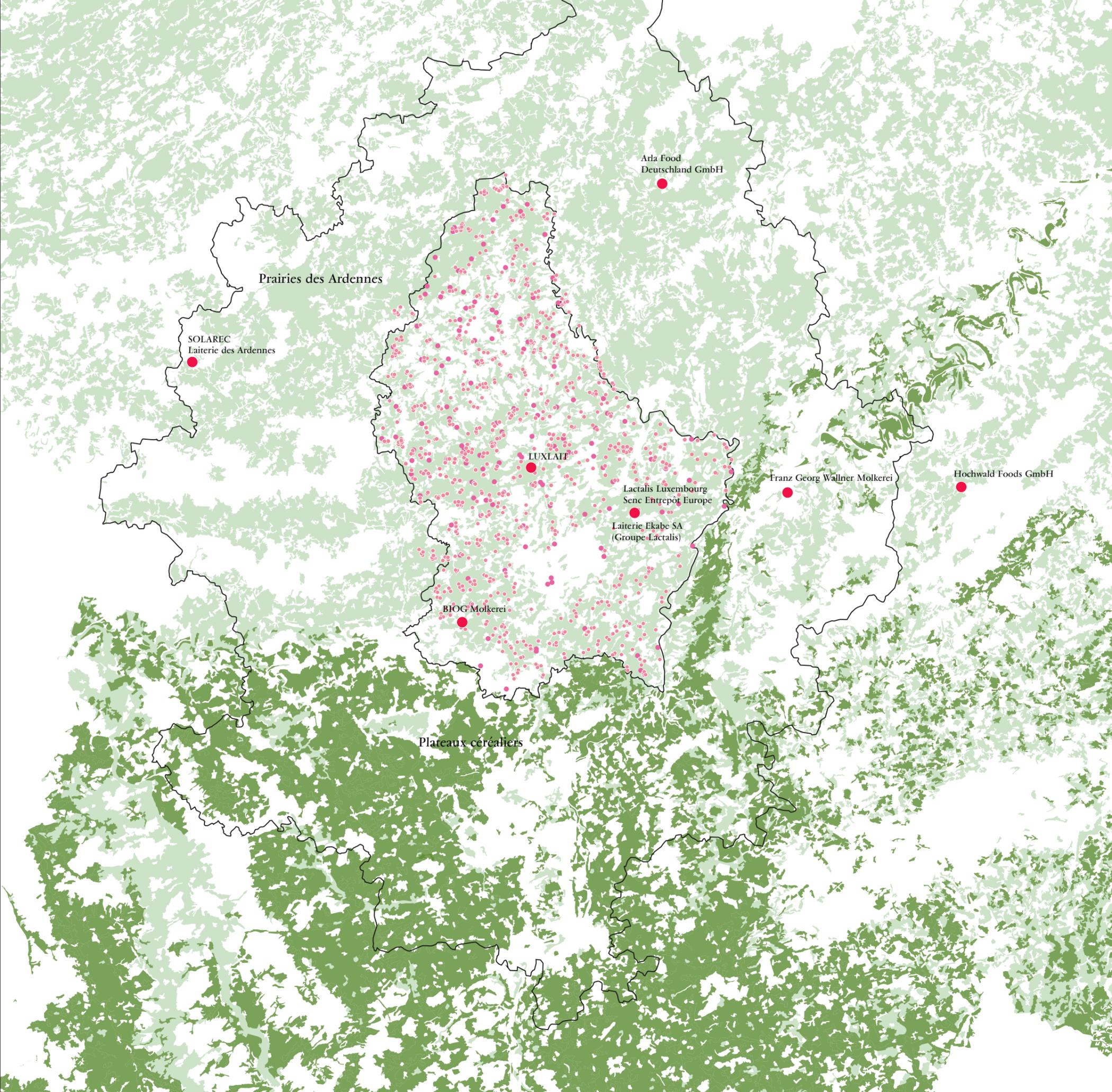
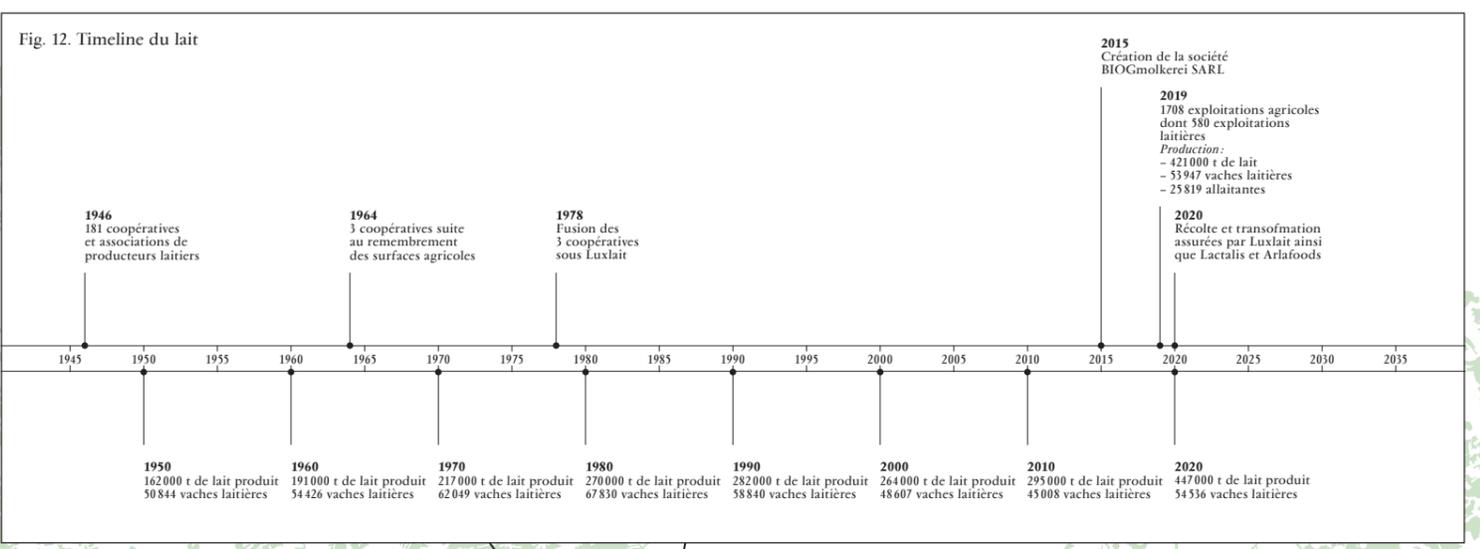


Fig. 13. Cartographie de l'infrastructure laitière (fermes d'élevage luxembourgeoises (bovins, porcins, équins) et laiteries)

- Élevage des herbivores
- Polyculture
- Ferme laitière
- Coopératives laitières
- Anciennes laiteries



Wiltgeshaif (68215.46,97678.49)



Hirtzhaff (71829.41,100660.15)



Vichten (68153.41,95814.96)



Biohaff Kleer (64267.62,92866.87)



Karelshaff (72404.57,99436.43)



Biohaff Kleer (64267.62,92866.87)



Boevange-sur-Attert (68063.64,93001.76)



Everlange (64884.60,92843.45)



Hirtzhaff (71829.41,100660.15)



Vichten (68153.41,95814.96)



Useldange (66652.35,93741.60)



Karelshaff (72404.57,99436.43)



Luxlait (74699.67,96449.76)



Luxlait (74699.67,96449.76)



D'millen à Beckerich (5.89572,49.72702)

# LE BOCAGE LAITIER AGROÉCOLOGIQUE

**L'agroécologie vise à promouvoir des systèmes alimentaires viables respectueux des hommes et de leur environnement. Ces systèmes engagent des modes de productions agricoles et des filières valorisant les potentialités écologiques, économiques et sociales d'un territoire. L'agroécologie est une alternative à une agriculture intensive basée sur l'artificialisation des cultures par l'usage d'intrants de synthèse (engrais, pesticides...) et d'énergies fossiles. Elle promeut des systèmes de production agricole valorisant la diversité biologique et les processus naturels (cycles de l'azote, du carbone, de l'eau, équilibres biologiques entre organismes ravageurs et auxiliaires des cultures...).**

## Agriculture biologique

L'agriculture biologique a recours à des pratiques de culture et d'élevage soucieuses du respect des équilibres naturels. En effet, elle exclut l'usage des produits chimiques de synthèse, des OGM et limite les intrants. L'agriculture biologique est soumise à une réglementation européenne appliquée par tous les États membres et complétée par des dispositions nationales. Les opérateurs de la filière bio de tous les stades (production, transformation, stockage et distribution) sont contrôlés au moins une fois par an par des organismes certificateurs agréés par les pouvoirs publics français qui répondent à des critères d'indépendance et d'impartialité. Une mention de cet organisme figure sur chaque produit, près du logo. Le processus de conversion à l'agriculture biologique pour une ferme laitière peut durer jusqu'à trois ans selon les conditions initiales.

## Pâturage

Le pâturage est l'action par laquelle le bétail s'alimente librement sur une prairie. Il existe plusieurs modes de gestion du pâturage et d'alimentation du bétail mais la principale distinction qui peut être faite sépare les pâturages continu et tournant. Le pâturage tournant consiste à diviser les prairies en différentes parcelles de plus petites tailles et à mettre en place un temps de rotation entre chaque parcelle.

## Fourrage

Matière végétale constituée par la partie aérienne de certaines plantes, servant d'alimentation aux animaux après avoir été coupée et conservée (foin, ensilage) ou immédiatement après avoir été fauchée (fourrage vert).

## Pâturage tournant dynamique (permanent)

La technique vise à optimiser la gestion globale du système de pâturage. En augmentant le nombre de micro parcelles (moins de 1 ha), le PTD permet de modifier la vitesse de rotation des animaux afin de respecter en permanence le stade de développement des plantes et de leur permettre une repousse la plus rapide et la plus abondante possible, sans puiser dans leurs réserves. Ainsi au printemps pendant le pic de pousse, il n'est pas rare d'observer des temps de rotation de l'ordre de 18 à 22 jours, alors qu'à l'automne ils sont compris entre

35 et 40 jours. L'été parfois 60 jours. Les temps de présence des animaux sur les parcelles sont très courts (de 12 h à 3 jours maximum), ce qui maximise l'ingestion d'herbe. En effet, plus le temps de présence sur une parcelle est élevé, plus on observe un écart d'ingestion entre le premier jour et le dernier.

## Synergie cultures-élevage

Les systèmes de production intégrant des cultures et de l'élevage favorisent un recyclage efficace des ressources. Les produits ou sous-produits d'un des composants sert ensuite de ressource à l'autre composant – par exemple le fumier sert aux cultures et les récoltes nourrissent le bétail.

## Cultures associées

La culture associée est une pratique agricole qui consiste à planter dans une parcelle au moins deux espèces pendant une période significative de leur croissance. La culture associée vise à utiliser plus efficacement les ressources disponibles en valorisant la complémentarité entre les espèces pour augmenter la production et la qualité des produits mais aussi lutter contre les maladies, ravageurs et adventices. Dans une logique agroécologique, les cultures associées sont un levier agronomique mobilisable pour diversifier les assolements et réduire l'usage des intrants et leurs impacts négatifs sur l'environnement mais aussi accroître la résilience face aux aléas.

## Haie composite

Une haie composite est une infrastructure agroécologique linéaire, formée de plusieurs strates de végétations, associant différentes espèces compatibles entre-elles. La complémentarité de ces dernières (à l'origine du caractère « composite » de la haie) permet à celle-ci de fournir des services écosystémiques diversifiés, sur une longue période de l'année.

## Haies bocagères de hauts-jets

La haie de campagne par excellence. Tous les 10 mètres un arbre de haut-jet (arbre conduit avec un tronc) entre lesquels on installe des arbustes de bourrage. A terme, la croissance de ce bourrage est limitée par le houppier (partie d'un arbre au-dessus du tronc avec les feuilles) des arbres de haut jet.

## Trame verte et bleue

La trame verte et bleue (TVB) est une démarche qui vise à maintenir et à reconstituer un réseau d'échanges pour que

les espèces animales et végétales puissent, comme l'homme, circuler, s'alimenter, se reproduire, se reposer... et assurer ainsi leur cycle de vie. La trame verte et bleue inclut une composante verte qui fait référence aux milieux naturels et semi-naturels terrestres et une composante bleue qui fait référence aux réseaux aquatiques et humides (fleuves, rivières, canaux, étangs, milieux humides...). Ces deux composantes se superposent dans des zones d'interface (milieux humides et végétation de bords de cours d'eau notamment) et forment un ensemble destiné à assurer le bon état écologique du territoire.

## Bande enherbée

La bande enherbée d'une parcelle agricole est une infrastructure agroécologique formée d'un couvert végétal linéaire. Selon son emplacement et sa composition floristique, elle participe à différentes fonctions parmi lesquelles préserver la biodiversité et limiter la pollution des cours d'eau. Les bandes enherbées placées en bordure de champ ou à l'intérieur de celui-ci, perpendiculairement à la pente, contribuent à limiter l'érosion des sols par le freinage du ruissellement et l'amélioration de l'infiltration des eaux. Composées essentiellement d'espèces herbacées, elles jouent également un rôle de corridor écologique pour la biodiversité, en offrant une zone de refuge pour les auxiliaires de cultures et la flore. Les bandes enherbées riveraines, établies le long des cours d'eau ou des zones humides et composées d'espèces herbacées ou bien de buissons et d'arbustes, contribuent quant à elles à limiter la pollution des eaux en captant et dégradant les engrais et les produits phytosanitaires.

## Les haies pour bois de chauffage

Ce que l'on souhaite c'est une production maximale de bois sous forme de bûche ou de copeaux (utilisés notamment pour les chaudières à bois, surtout à partir des branchages). Les arbres, choisis pour leur qualité calorifique, sont conduits en cépées (def: avec plusieurs troncs), puis on effectue des prélèvements (complets ou partiels) en coupant les arbres à leur base. Les arbres repousseront, débutant ainsi un nouveau cycle.

## Forêt alluviale

Écosystème forestier inondé de façon régulière ou exceptionnelle. C'est la bande boisée située le long d'un cours d'eau dont la largeur est supérieure à 10 mètres de large. La forêt alluviale est composée dans les zones inondées pendant 150 à 200 jours par an d'une végétation permanente constituée de bois tendre, dominée par les saules, les aulnes. Dans les secteurs plus hauts, inondés au moins 50 jours par an, s'installe une forêt à bois dur, composée de frênes et d'ormes.

# L'AGROPARC ET SES FERMES VILLAGEOISES

Située dans une région de collines boisées à l'ouest du Grand Duché de Luxembourg, la Commune de Beckerich se compose de huit localités différentes (Beckerich, Hovelange, Noerdange, Elvange, Oberpallen, Schweich, Huttange et Levelange) et compte approximativement 2200 habitants. Commune pionnière en matière de développement durable et de renouvellement énergétique, Beckerich conduit une politique de changement choisissant de valoriser ses ressources et le bien-être de sa population croissante (attribution du prix européen Eurosolar en 2010). Le village, étiré en longueur au pied d'une cuesta orientée au nord, se compose de plusieurs hameaux où le patrimoine rural se constitue de belles fermes anciennes et de petites maisons ouvrières. Parmi les ressources locales, on compte la présence de la filière agricole avec l'élevage de bovins et les sources d'eau minérale provenant des sources Mëlleschbur et Wäschbur situées au pied du Kueleberg (en 2005, 90% des 230 millions de bouteilles sont remplies à Beckerich et exportées).

La ferme laitière étudiée fait partie du hameau de Lévelange. Sous la forme d'une fourche entre les voies Pallenerwee et Biekerechewe, le hameau se compose de maisons individuelles, de la chapelle Sainte-Walburge et d'une ferme laitière. Le corps de ferme prend place le long de la voie s'ouvrant à l'arrière vers des pâtures où coulent deux rus, le Pall et le Mérelbach. La ferme est actuellement une exploitation d'élevage intensif. Elle importe la nourriture des bovins et achemine le lait vers une laiterie industrielle.

## PASSAGE D'UNE FERME INTENSIVE LAITIÈRE A UN AGROPARC EN POLY-CULTURE

La transformation de la ferme de Levelange à Beckerich se fait autour de plusieurs leviers. Le passage au bio, l'abandon de l'usage des produits phytosanitaires, la réduction de la taille des troupeaux et leur diversification (chèvres, brebis) concernent directement la nature de l'activité.

Les parcelles seront réduites et leurs cultures diversifiées. La coopération entre exploitations permettra la constitution d'un système agricole mixte entre la production laitière, maraîchère et céréalière. La production sera améliorée par des techniques de précision et méthodes informatiques d'accompagnement.

L'évolution des pratiques est suivie d'une stratégie d'action sur le paysage: la plantation d'arbres fruitiers et d'arbres isolés, et des haies composites complètent le paysage bocager, désormais enrichi d'une faune auxiliaire. Les haies délimitent de espaces d'environ 9ha dans les zones de pâturage (ce qui correspond à un paddock pour un pâturage tournant). Elles sont plus espacées dans les zones de fourrage.

Certaines actions chercheront la réduction de l'impact de la production agricole sur les cours d'eau: la plantation de bandes de protection autour des ruisseaux, la protection des mares et de zones inondables, les systèmes alternatifs d'épuration des eaux usées.

La ferme laitière se reconvertit progressivement vers l'agriculture biologique et entraîne des transformations à l'échelle de la commune puis du canton. Suivant un réseau de bocages, les paddocks sont densément plantés par un maillage de haies proposant une nouvelle distribution de prairies et de pâturages tournants à l'échelle communale.

Autour des espaces de prairies, les forêts de résineux sont reforestées d'essences mixtes permettant un renouvellement du sol et reconstituant un nouvel écosystème. A l'échelle du canton, cette reforestation est accompagnée d'une extension des forêts actuelles mixtes permettant la mise en place de corridors biologiques boisés. Proche de la frontière belge et du parc naturel de l'Attert, ces corridors tissent un écosystème entre l'eau et la forêt, véritable réservoir.

Autour des rus et afin de les régénérer, un réseau de sentiers ruraux dédiés à la végétation de ripisylve, la faune et la flore permet la déambulation piétonnière. Il se compose d'une épaisse bande de plantations de zones humides, de petits étangs et d'essences arbustives protégeant et enrichissant le sol hydromorphe.

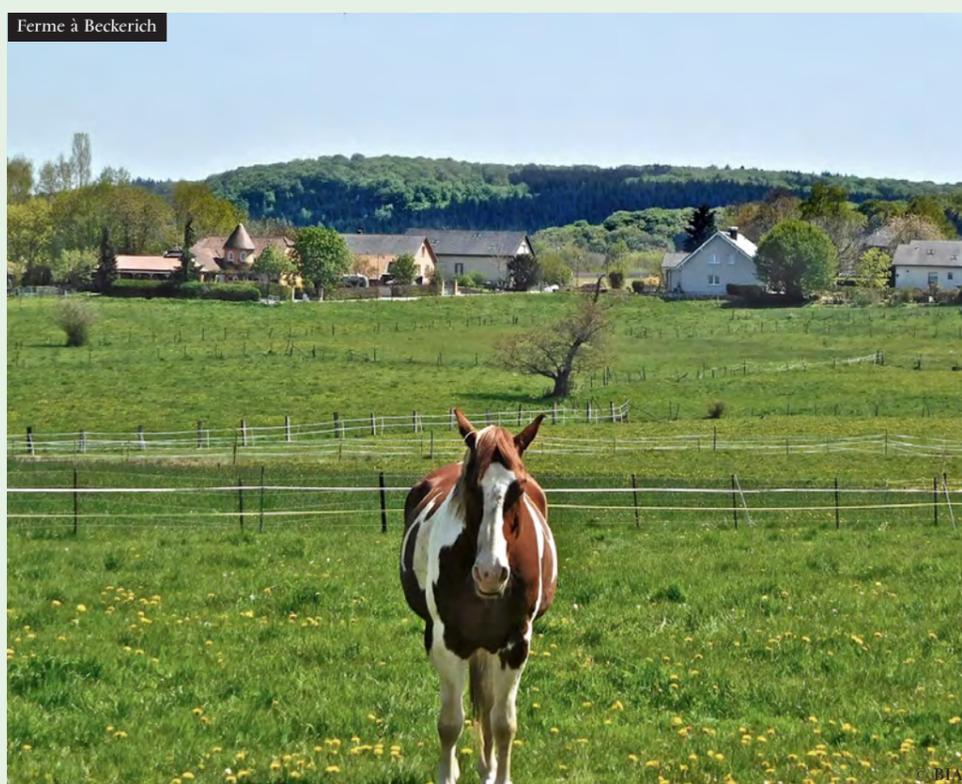
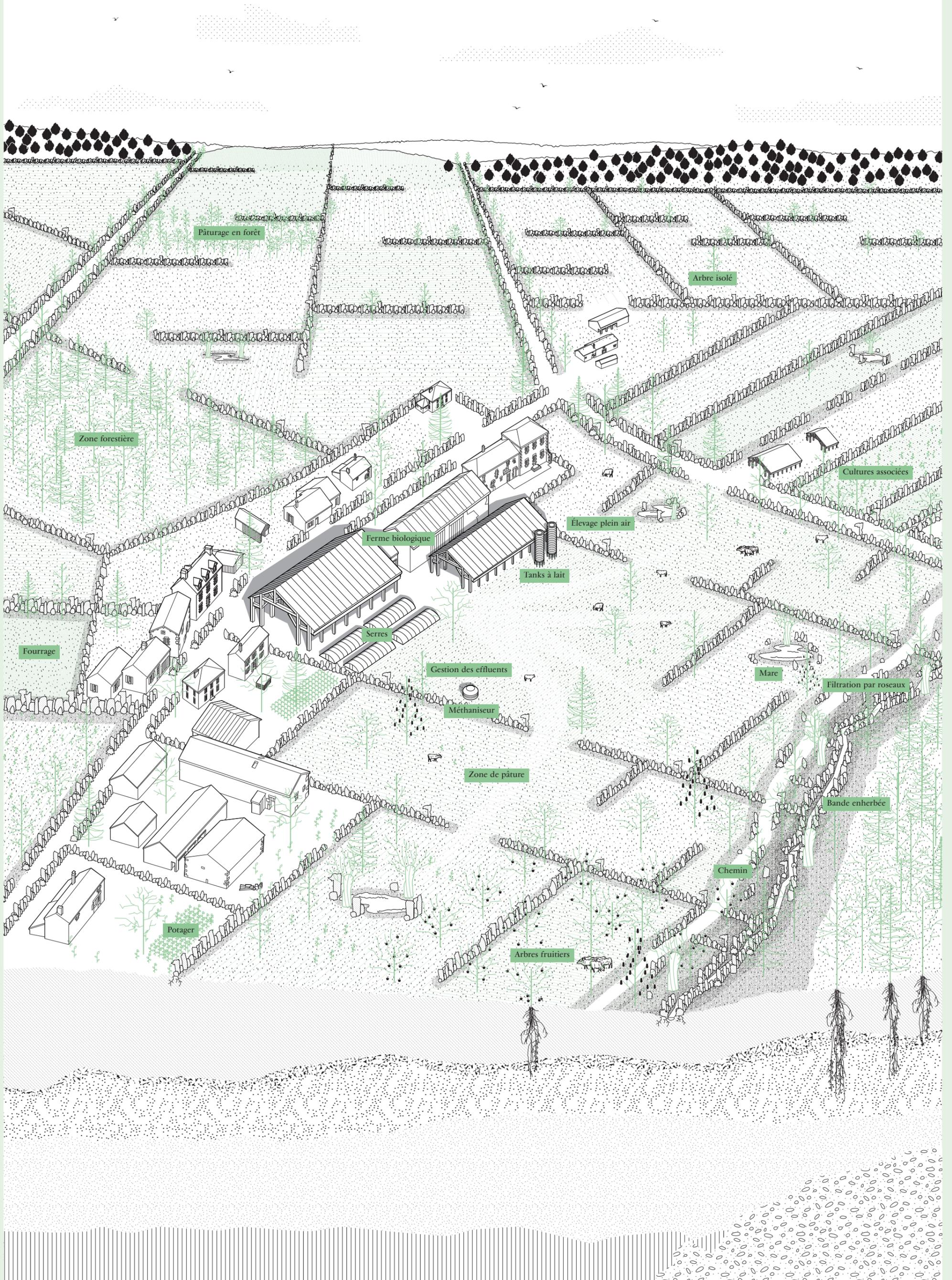


Fig. 14. L'agroparc et ses fermes villageoises



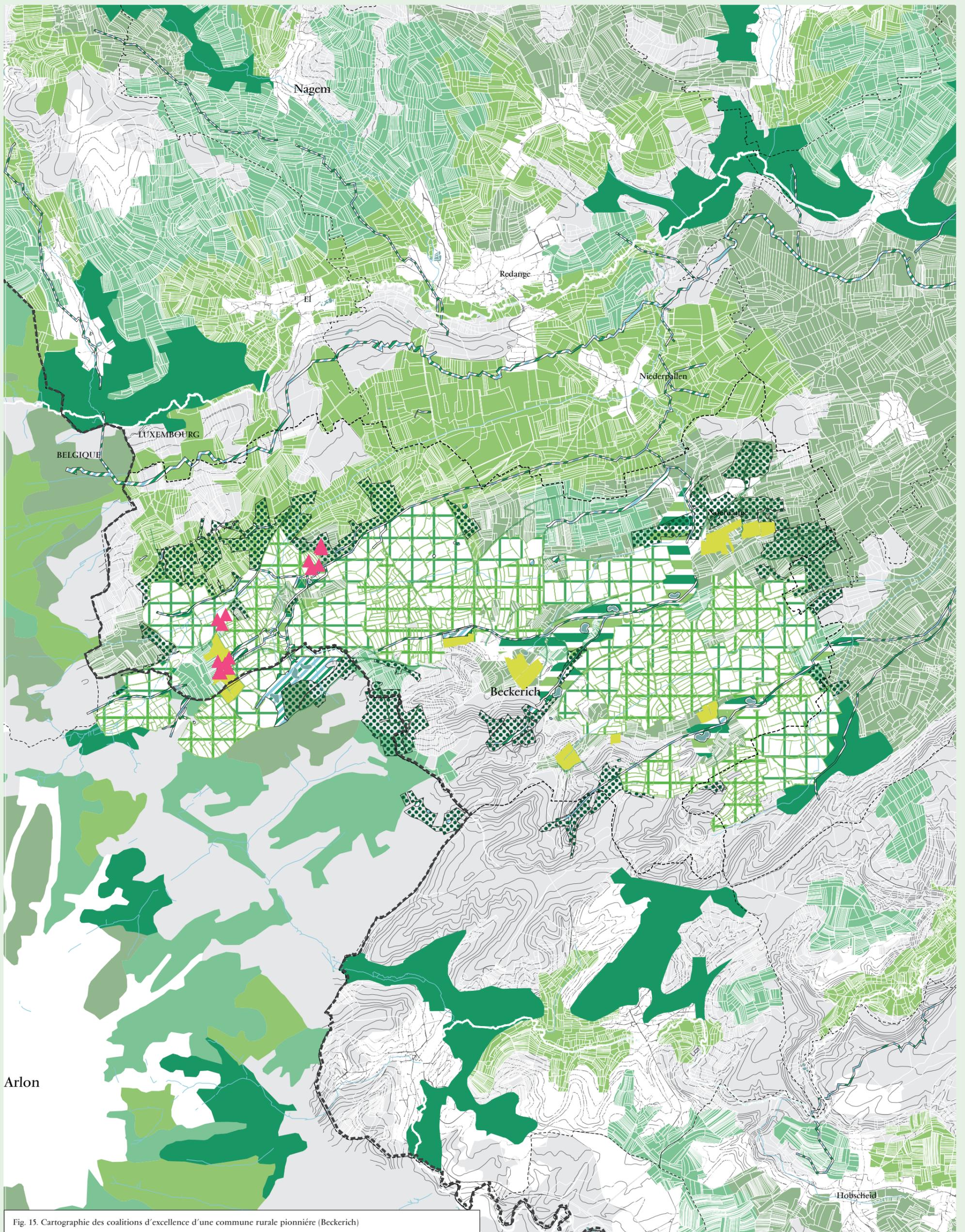


Fig. 15. Cartographie des coalitions d'excellence d'une commune rurale pionnière (Beckerich)

**SOL AGRICOLE**

■ Sol agricole

**Existant**

- Prairies
- Terres arables
- Surfaces agricoles
- Systèmes culturaux

**Projet**

- ▨ Bocage (haies)
- ▨ Bocages dans terres arables
- ▨ Bocages dans pâtures
- Création de vergers et de maraîchages

**SOL FORESTIER**

■ Sol forestier

**Projet**

- Reforestation des forêts de résineux en futaie mixte
- ▨ Extension des étendues forestières en futaie mixte
- ▨ Coalitions: Les nouveaux réservoirs forestiers (parcs naturels et prairies arborées)
- ▨ Création de linéaire d'arbres

**SOL HYDROMORPHE**

■ Sol hydromorphe

**Projet**

- ▨ Coalitions: Les sentiers autour des rus

**SOL URBAIN**

■ Sol urbain

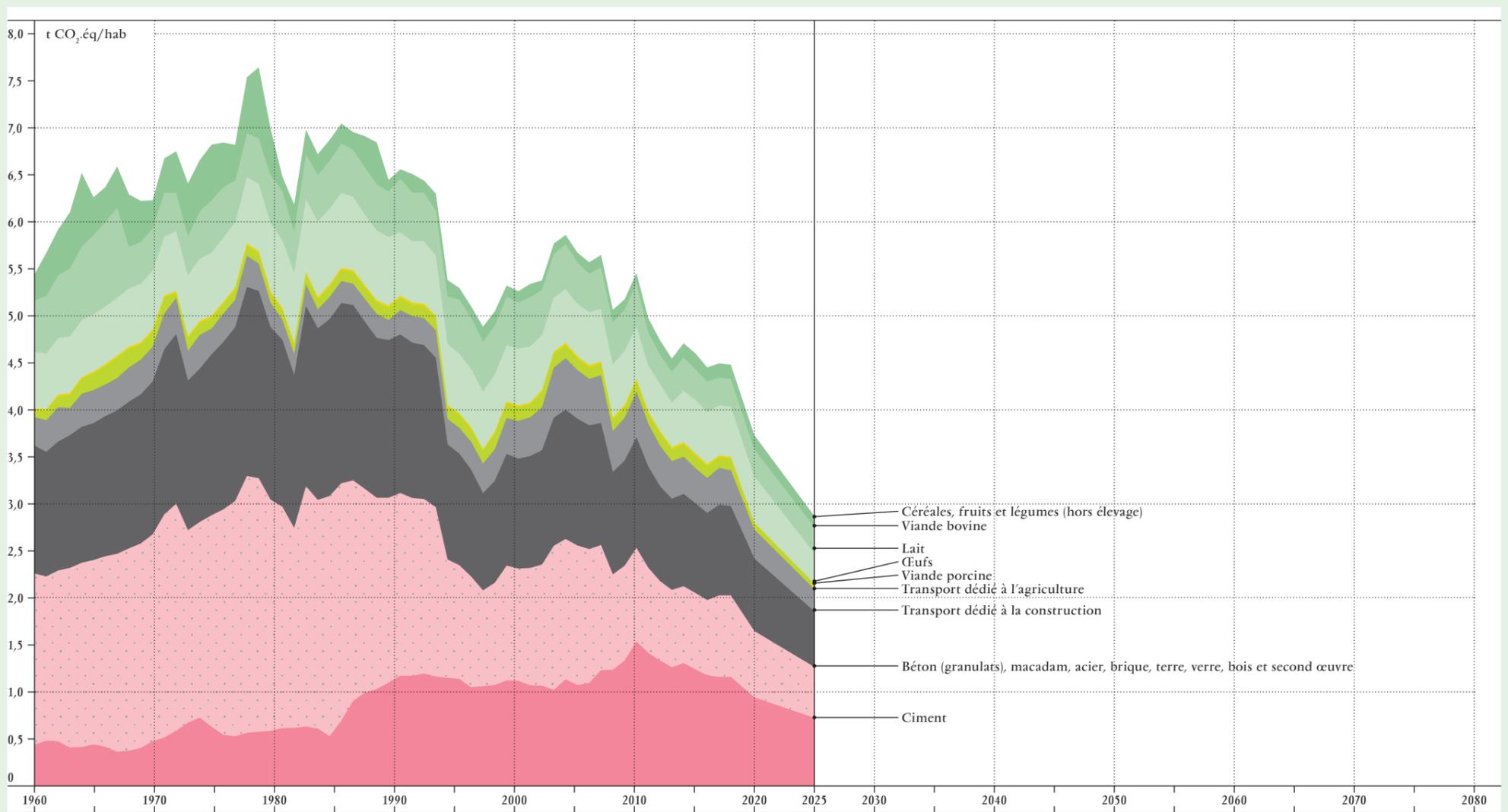
**Projet**

- ▲ Diversification polyculture

# Bilan CO<sub>2</sub> UNE COMMUNE RURALE PIONNIERE EN 2050

Quelques années après le début de cette coopération, les initiatives portées par les élus et les éleveurs de Beckerich ont essaimé et de nouveaux acteurs du territoire – cultivateurs, institutions locales, direction de l'usine d'embouteillage locale, communes voisines, écoles, etc. – se sont joints pour constituer un groupement d'initiative locale. Cette coalition a jeté les bases de la création du parc naturel transfrontalier de la vallée de l'Attert. Au fil de leur discussion, le constat émerge que la portée de leur action est contrainte par son rayon d'action et que les mécanismes décidés à des échelons plus élevés constituent des freins à la reproduction de leur expérience sur d'autres territoires. Pourtant, en 2014, seulement 7% des cours d'eau et 60% des nappes phréatiques luxembourgeoises étaient en bon état. Commence alors un intense travail de lobbying – conférences, articles, présence dans les médias – qui les conduit devant la Commission européenne, invités par la Direction Générale « Agriculture et développement rural ». La nouvelle Politique agricole commune qui entrera en vigueur en 2027 est alors en cours de négociation et doit constituer un nouveau levier du tournant écologique de l'Europe. Les acteurs de la vallée de l'Attert y plaident pour un renouvellement de l'élevage bovin européen, moins intensif et plus conscient de ses impacts territoriaux. Quel visage prendra la vache Europe dans les décennies à venir ?

Fig. 16. Évolution des émissions directes de gaz à effet de serre du circuit de l'alimentation et de la construction 1960 à 2018 et transition 2025 (en t CO<sub>2</sub>éq/hab/an). [Sources: OCDE, EEA, Banque mondiale, Eurostat, STATEC].





# Saison 2 : 2025-2030 DANS LES FORÊTS D'ARDENNES

## Sol

Sol forestier

## Site

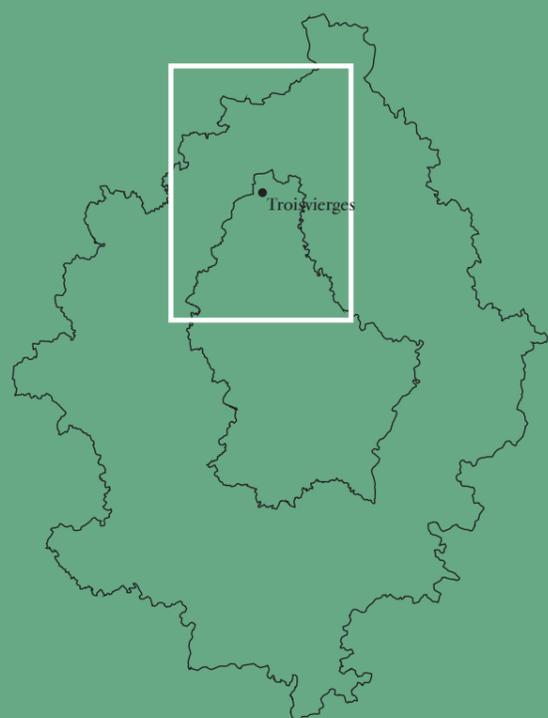
Canton de Clervaux et cantons voisins belges, allemands et luxembourgeois

## Échelle de coalition

Action à l'échelle cantonale et d'un bassin forestier (rayon de 200 km autour de la scierie de Troisvierges)

## Temps écoulé

8 à 10 ans : Temps de l'expérimentation à grande échelle (remplacement des épicéas malades par des feuillus)



Au cours des plus chaudes semaines de l'été 2025, des méga incendies ravagent les forêts d'Europe de l'Ouest. En Andalousie, dans la Forêt Noire, dans les Landes, des milliers d'hectares de forêt disparaissent. Les forêts d'épicéas des Ardennes belges sont décimées. Les incendies viennent porter un coup fatal à ces monocultures déjà fragilisées par des années de sécheresse et gangrenées par l'invasion du scolyte, ce petit coléoptère xylophage qui prolifère à cause du changement climatique.

La nécessaire transition du secteur forestier va constituer l'intrigue principale de la saison 2. Comment replanter et engager la forêt ardennaise dans une gestion écologique et robuste face au changement climatique? Quels arbitrages opérés entre les multiples services rendus par la forêt: séquestration du carbone, production de matériaux de construction, fourniture de bois chauffage, ressource en eau? Quelles conséquences cette transformation implique-t-elle sur l'industrie du bois à l'échelle de la Grande Région et sur son modèle économique? En quoi requestionne-t-elle les usages et l'aménagement des territoires jusqu'à l'acte de construire? Quelle culture de la forêt développer pour préserver les sols, ces véritables réservoirs écologiques qui, lorsqu'ils fonctionnent correctement, abritent une très vaste et riche biodiversité dans ces milieux forestiers?

La saison 2 forme le temps des expérimentations de grande échelle, préparant la mise en place d'un modèle plus large. L'action se déroule dans les massifs forestiers à la frontière entre la province belge du Luxembourg et du canton de Clervaux, là où la filière bois s'incarne dans la confrontation de deux modèles antagonistes: les monocultures intensives ardennaises et les plantations diversifiées et mesurées du Luxembourg.

# S02



Fig. 17. Cartographie d'un canton (Clervaux)

**SOL AGRICOLE**

■ Sol agricole

**SOL FORESTIER**

■ Sol forestier  
**Existant**  
 ■ Feuillus  
 ■ Résineux  
 ■ Mixte

**SOL HYDROMORPHE**

■ Sol hydromorphe  
**Existant**  
 ■ Rivières  
 ■ Ru  
 ■ Zone humide

**SOL URBAIN**

■ Sol urbain

## REBOISEMENT

Au début de la saison 2, il est question de replanter les forêts ardennaises, ravagées par le scolyte et les incendies. En raison de la diminution des élevages bovins initiée en saison 1 autour de Beckerich et étendue à d'autres territoires, il est aussi question d'étendre le domaine forestier luxembourgeois sur d'anciennes terres agricoles. De part et d'autre de la frontière, les propriétaires d'exploitations forestières et les gestionnaires des domaines publics doivent sélectionner les bonnes espèces à planter, choix qui engage pour des décennies et interroge la résistance des forêts face au changement climatique. Le Département de la Nature et des Forêts wallon et l'Administration de la Nature et des Forêts luxembourgeoise, qui collaborent déjà dans le cadre du projet INTERREG VA Regiowood II3, fédèrent l'ensemble des propriétaires et gestionnaires des massifs forestiers pour décider d'une stratégie et de moyens d'action communs.

La hausse des températures allonge la saison de végétation de plusieurs jours toutes les décennies, augmente les besoins en eau des arbres et des hivers trop doux pourraient à terme perturber les cycles de bourgeonnement et de germination. Pour faire face à ces évolutions, il faut diversifier les espèces d'arbres et introduire dans la palette des forestiers des espèces plus résistantes aux conditions climatiques futures, majoritairement des feuillus. En associant des espèces avec des sensibilités différentes, la forêt augmente alors sa résilience face à des événements climatiques extrêmes, diminuant ainsi le risque d'une chute brutale de productivité. On recherche des essences plus résistantes aux sécheresses et plus largement aux climats chauds. On pratique pour cela la migration assistée en transportant des graines du sud, des espèces méditerranéennes pour les implanter plus au nord, en supposant que le climat y sera plus adapté d'ici 50 à 100 ans. Le Chêne sessile, le Chêne chevelu, et Chêne pubescent, le Pin de Corse, le Châtaignier, le Noisetier ou encore le Hêtre provenant du sud de l'Europe semblent être les plus adaptées. Leur plantation est plus fortement subventionnée. Il faut aussi agir sur la densité de peuplement: avec moins d'arbres, plus espacés, la pression exercée par le peuplement sur la ressource en eau diminue, ce qui a pour conséquence d'améliorer le bilan hydrique du végétal.

## RESTAURATION DES SOLS ET GESTION ÉCOLOGIQUE

Parallèlement à ce projet de reboisement, il est aussi question de mettre en place des règles de gestion communes pour améliorer la qualité des sols, appauvris et rendus acides par des décennies d'exploitation monospécifique intensive et de coupes à blanc, et favoriser les services écosystémiques que les sols forestiers rendent, notamment ceux de réservoir d'eau et de carbone, de réserve de biodiversité et de source nutritionnelle. Pour cela, on décide d'interdire les coupes rases, de conserver une partie de la biomasse sur site. La pratique des coupes progressives irrégulières, ciblant uniquement les arbres matures et permettant la régénération de la forêt, nécessite l'intervention de professionnels précis et chevronnés. Les communes choisissent de se doter d'éclaircisseurs, en Régie municipale. Ces travailleurs ne sont plus des tâcherons, payés au lopin comme dans les années 2020, mais des salariés rémunérés grâce à un revenu fixe, protégés face à la dangerosité de ce métier. Grâce à ce nouveau statut, le métier est moins précaire. Il attire à nouveau des jeunes, qui souhaitent se former et prendre la suite. L'éclaircisseur est

une sorte d'acupuncteur de la forêt. Il la connaît par cœur. Il identifie précisément les zones à éclaircir pour permettre le développement des autres arbres. Il a le savoir-faire pour faire tomber certains arbres sans tout emporter sur son passage, et ensuite extraire l'arbre de la forêt.

Pour une gestion durable des forêts face au risque d'incendie, organiser le pâturage en forêt d'animaux s'avère une technique efficace. On généralise alors l'agro-sylvo-pastoralisme: des ovins, des caprins et des races bovines rustiques y sont élevés pour entretenir les strates basses forestières. Cela nécessite une coordination entre les éleveurs, les forestiers et les élus locaux. L'action publique met en place des dispositifs pour les négociations et la construction des coopérations entre éleveurs et propriétaires forestiers pour organiser le pâturage en forêt, préserver ainsi des couloirs anti-incendie et participer à augmenter la quantité de matière organique dans les sols. Laine, lait, viande – des filières parallèles se développent autour de cette gestion renouvelée des forêts.

Et pour gérer durablement les massifs forestiers composés de nombreuses parcelles, des foncières forestières<sup>4</sup> sont mises en place qui coordonnent l'action entre les propriétaires. Ces structures permettent l'organisation de citoyens, forestiers et artisans du bois pour mener des missions d'intérêt général. Organismes à but non lucratif menant des missions d'intérêt général, ces foncières sont des fonds de dotation qui permettent l'achat de terres et de forêts et les mettent à disposition d'associations de citoyens, grâce à un bail forestier spécifique.

## RESTRUCTURATION DE LA FILIÈRE BOIS

Les feux de forêt, la nouvelle réglementation carbone qui taxe très fortement l'importation des épicéas russes et scandinaves, et la raréfaction générale des matériaux de construction ont entraîné une flambée des prix du bois. Le feuillus devient une essence rentable et le Luxembourg – dont les forêts, sous-exploitées, sont composées de 65% de feuillus qui ont souvent dépassé l'âge de coupe – peut tirer parti de la situation pour développer sa filière bois. Mais pour cela, il faut faire évoluer les standards industriels à l'aune de l'exploitation du bois de feuillus, moins utilisé dans le secteur de la construction que le bois des résineux car il pousse moins vite et fournit des grumes moins longues et plus noueuses, et donc moins propres à la standardisation.

Dès la saison 1, les Etats belges et luxembourgeois ont financé la recherche et développement des entreprises privées qui, alliées aux universités et centres de recherche, ont expérimenté un grand nombre de solutions constructives nouvelles, dont certaines ont été brevetées. En saison 2, l'enjeu est de transformer l'outil industriel. En 2027, un troisième opus du programme INTERREG Regiowood est retenu. En plus de la gestion forestière, ce mécanisme d'aides orientées s'élargit aux débouchés industriels du secteur bois. Programme inter-régional, il fédère plusieurs régions européennes engagées dans le développement des forêts de feuillus: le Morvan, les Ardennes, la Bavière, le Luxembourg... Le programme soutient les projets de conversion de l'outil industriel mais également des projets de formation et de transmission de nouveaux savoir-faire.

Alors que Woodcluster ouvre ses premières chaînes de production de lamellé-collé et de lamibois de feuillus, des micro-scieries mobiles sont également implantées pour accéder au plus près des parcelles, fournir la consommation locale et limiter ainsi le transport du bois. Associées à des modules de production locale de poutres et de contreplaqué, elles participent d'une diversification et d'un changement d'échelle du modèle économique de la filière bois.

Fig. 18. Portraits d'arbres



CHÊNE PUBESCENT



CHÊNE SESSILE



ÉPICÉA



PIN DE CORSE



HÊTRE



AIL DES OURS

## REBOISEMENT

L'expérimentation à grande échelle menée dans le canton de Clervaux permet d'identifier trois types de boisement en feuillus :

- Les forêts de feuillus existantes pour l'instant faiblement exploitées et dont les taux de prélèvement peuvent augmenter pour atteindre un taux de prélèvement de 40 % conforme avec une gestion durable des forêts
- Les nouvelles forêts issues de la mutation des plantations d'épicéas : forêts mixtes avec principalement des feuillus.
- Les nouvelles essences d'arbres plantées en agroforesterie, en ripisylve au bord des cours d'eau, en haies dans les bocages et les arbres d'alignement le long des routes rurales et citadines.

A court-terme les forêts nouvelles pourront fournir progressivement un peu de bois d'énergie par taillis et de bois d'industrie par éclaircie au bout d'une trentaine d'années. Il faudra attendre 60 à 80 ans pour commencer l'exploitation du bois d'œuvre. En 2050, la baisse du cheptel d'élevage pourrait libérer près de 60 000 ha de pâturages dont 40 000 ha pourraient être reforestés et 20 000 ha en prairies arborées, prairies humides, et ripisylves, dans le cadre du renforcement des réservoirs de biodiversité des forêts existantes très morcelées. Quatre grands projets de reforestation pourraient rétablir les continuités écologiques des grandes forêts des Ardennes :

- Les forêts de l'Our situées à la frontière entre le duché et la Rhénanie
- Les cuestas boisées de la réserve du parc naturel de Mullerthal pourraient être étendue,
- Les prairies arborées de l'Oesling : les plateaux défrichés pendant l'industrialisation du pays pourraient être partiellement reboisés et les prairies conservées seraient arborées pour permettre une continuité écologique entre les différentes vallées.
- Une partie des champs au sud de Luxembourg-Ville, pourraient participer à relier les bois existants pour former une grande forêt inter-métropolitaine entre Luxembourg-ville et le bassin minier de la Côte du Dogger.

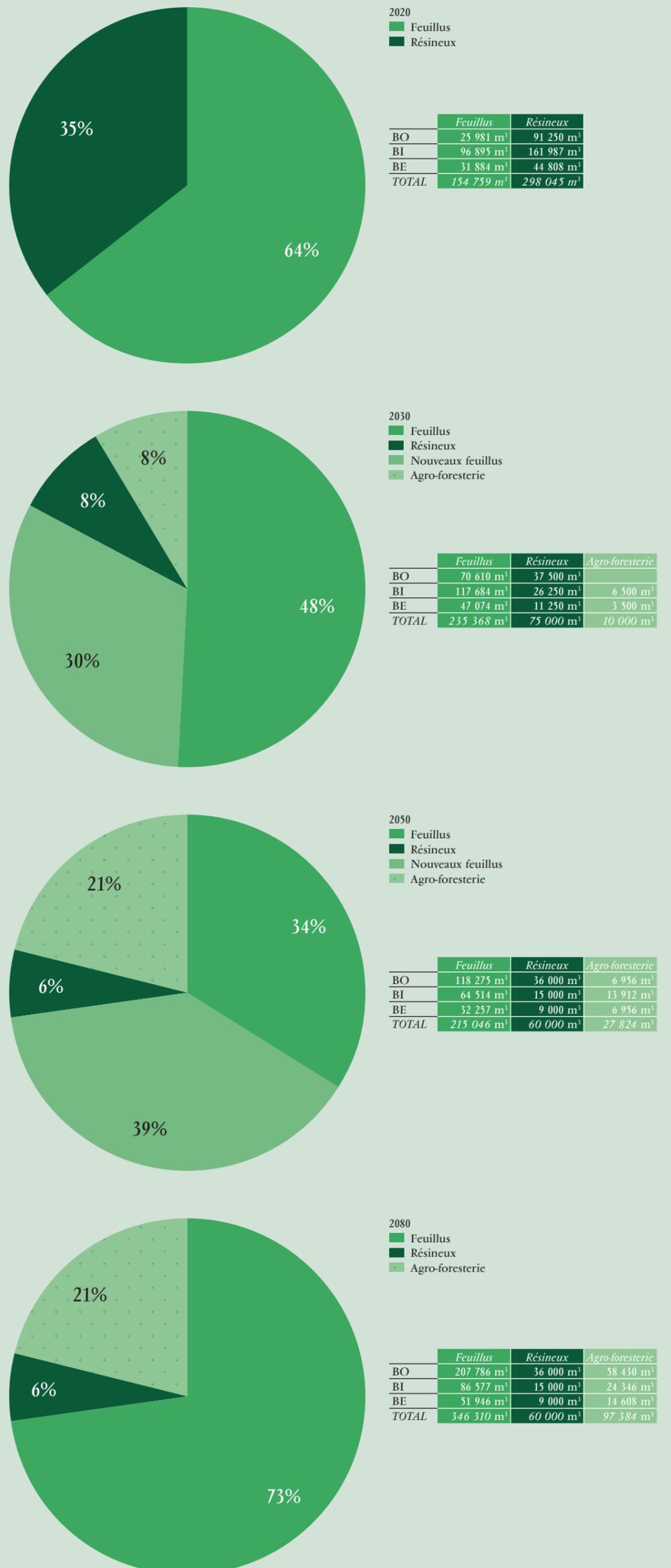
## SYLVO-PASTORALISME

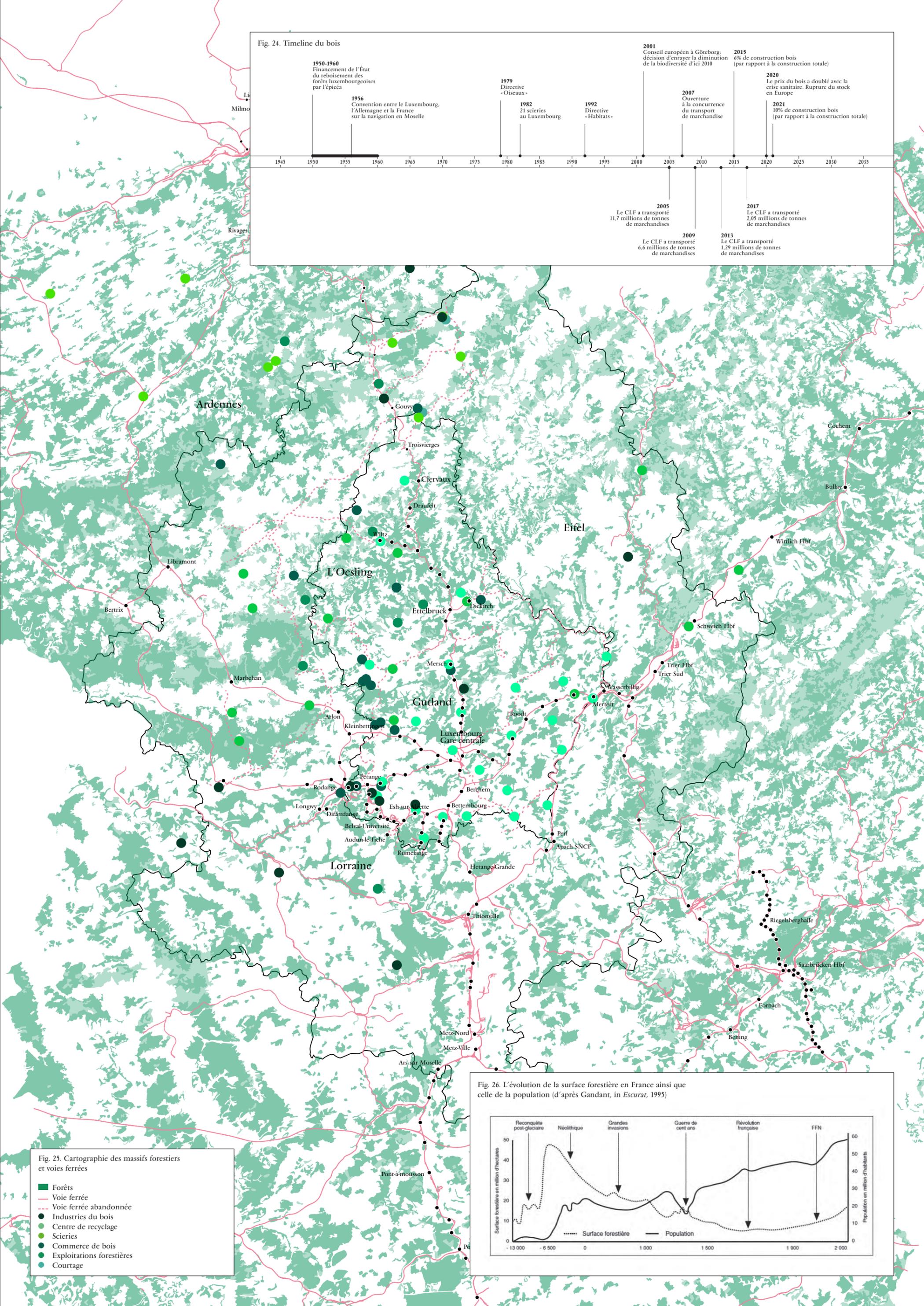
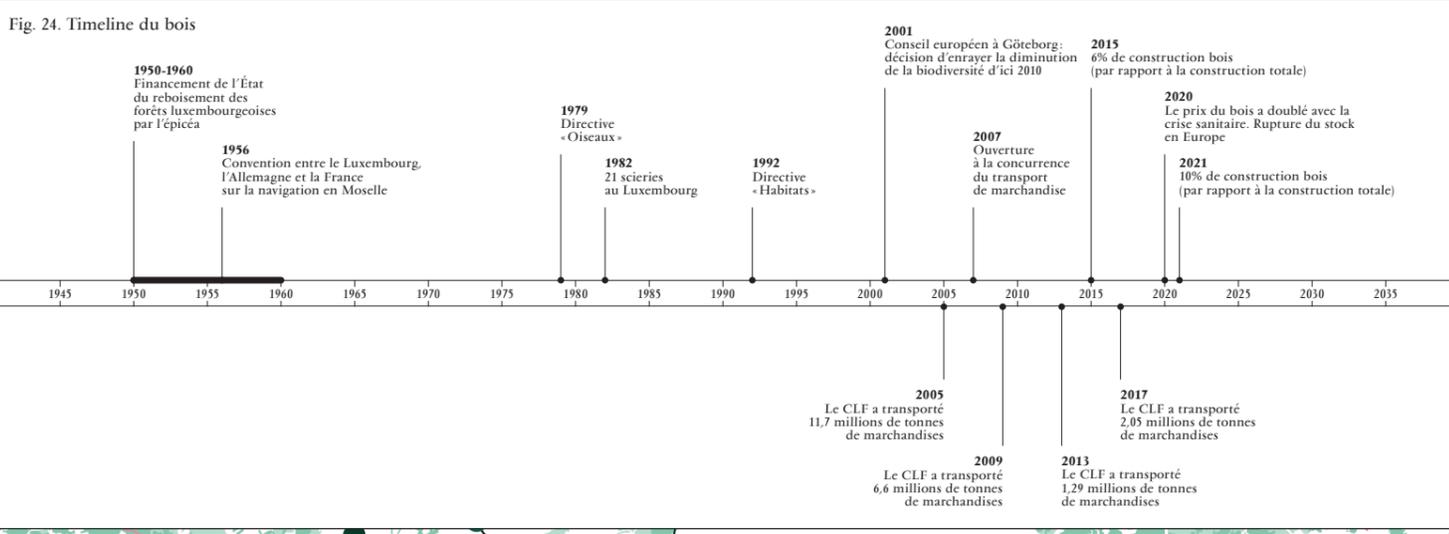
Levier 3 du bilan carbone du lait : Permet l'introduction d'un nouveau levier pour la filière laitière : la diversification animale grâce à la coalition entre élevage et foresterie. Les forêts nouvelles qui croissent sur les pâturages libérés par la baisse du cheptel bovin amorcé en saison 1, sont pâturés par des ovins, caprins, vaches rustiques comme celles de la ferme d'Eschweiler, et porcs, avec une faible charge par hectare (0,2 UGB/ha), permettant un entretien des nouvelles plantations et de certains sous-bois existants et un bon équilibre des sols. Des réserves de biodiversité sauvage sont sanctuarisées.

En développant cette coalition, on pourrait arriver en 2050 à un cheptel agro-forestier de 12 500 brebis, 5000 chèvres, 2000 vaches rustiques et 7500 porcs de plein air, avec un territoire sylvo-pastoral de 40 000 hectares en lisières des forêts existantes. Soit une production de 14 350 tonnes de lait de brebis, chèvres et vaches rustiques.

Cependant, si ce nouveau cheptel permet de passer à un système en poly-élevage extensif qui permet d'améliorer les services écosystémiques de l'élevage, il s'agit plus d'une diversification que d'un gain car ovins, caprins et porcins produisent presque autant de gaz à effet de serre que les bovins, rapporté à leur taille. Les coalitions de la saison suivante nous permettront peut-être d'avancer dans la décarbonation des circuits du lait !

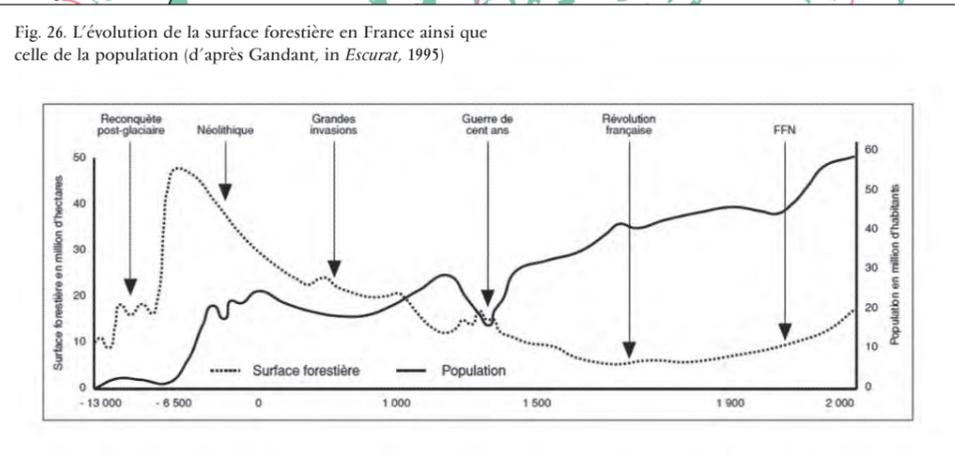
Fig.20. Évolution des différents peuplements (2020-2080) (épicéas, feuillus existant, nouvelles forêts, agroforesterie et rendements bois en (m<sup>3</sup>) associés (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois énergie).

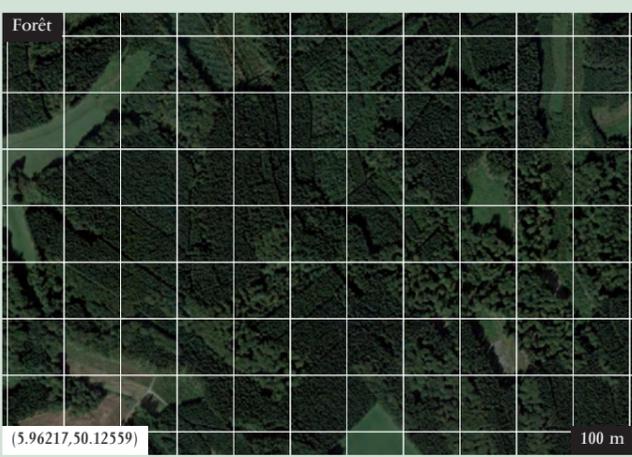




**Fig. 25. Cartographie des massifs forestiers et voies ferrées**

- Forêts
- Voie ferrée
- - - Voie ferrée abandonnée
- Industries du bois
- Centre de recyclage
- Scieries
- Commerce de bois
- Exploitations forestières
- Courtage





# LES MASSIFS FORESTIERS RÉSILIENTS

**La gestion durable des forêts ou l'aménagement écosystémique des forêts est un mode de gestion forestière à tendance écologique qui vise le maintien ou une gestion restaurative de la biodiversité à de multiples échelles, pour une viabilité ou une meilleure résilience écologique de l'ensemble des écosystèmes forestiers tout en répondant aux besoins socio-économiques d'utilisation des ressources forestières, du bois, de la faune, de la flore, des fungis ou des aménités paysagères. Elle vise aussi à introduire une gestion plus « adaptative », favorisant la résilience des milieux dans le contexte incertain du dérèglement climatique croisé avec celui d'une crise de la biodiversité.**

## Forêt de conifères

Les forêts de conifères tempérées, appelées aussi forêts résineuses sempervirentes, correspondent à un biome terrestre situé dans les régions tempérées du monde aux étés chauds, hivers doux et avec une pluviosité suffisante à la vie d'une forêt.

## Forêt de feuillus

La forêt de feuillus d'Europe et d'Asie est une variété de forêt tempérée. Cette forêt se situe dans les régions où la saison végétative (dès que la température est supérieure à 5°C) est longue ce qui autorise la feuillaison annuelle, mais la floraison et la fructification sont plus irrégulières.

## Éclaircissement et coupe sélective

L'éclaircissement est une technique de découpe forestière qui consiste à enlever certains arbres qui nuisent à la croissance des arbres d'essences de qualité, de dimension et de vigueur plus importantes. Le but de l'éclaircie est d'augmenter la qualité du peuplement. Pour le bois d'œuvre, cette sélection permet de concentrer la production sur les arbres plus propices à l'exploitation, permettant la récolte des bois destinée à l'industrie ou à l'énergie.

## Agro-sylvo-pastoralisme

L'agro-sylvo-pastoralisme est une activité de production qui associe pastoralisme (élevage extensif pratiqué sur des pâturages) et agriculture à un environnement forestier/arboricole. L'agro-sylvo-pastoralisme peut, dans certains cas, être inclus dans la définition de l'agroforesterie. Dans ces systèmes, plusieurs strates végétales sont présentes : arborée, arbustive et herbacée. Cette diversité de milieux permet de tamponner les aléas climatiques (vent, précipitations...) en offrant une diversité de ressources fourragères. Par la création de sentiers et d'espaces dégagées, cette pratique permet de réduire le risque d'incendie des forêts et d'améliorer la biodiversité du sol forestier.

## Agroforesterie

L'agroforesterie est l'association d'arbres et de cultures ou d'animaux sur une même parcelle. Cette pratique ancestrale est aujourd'hui mise en avant car elle permet une meilleure utilisation des ressources, une plus grande diversité biologique et la création d'un microclimat favorable à l'augmentation des rendements.

## Filière bois

La notion de filière du bois est une macro-filière, qui désigne globalement toute la chaîne des acteurs qui cultivent, coupent, transportent, transforment, commercialisent et recyclent ou détruisent le bois (en le brûlant notamment); de la source (forêt, bocage, arbre épars...) à l'utilisateur final ou à la fin de vie de l'objet.

### Bois brut

Bois scié, sans finition, utilisé en construction.

### Bois d'œuvre

Bois dont les caractéristiques permettent son utilisation en menuiserie ou en charpente.

### Bois d'industrie

Le bois d'industrie est en général du bois de petite dimension, inutilisable en bois d'œuvre mais pouvant être valorisé selon d'autres utilisations industrielles (panneaux de particules, papier et carton, chimie verte...). La ressource en bois d'industrie est pour l'essentiel constituée :

- de bois issus de l'exploitation sylvicole non valorisés en bois d'œuvre, ainsi que des petits arbres prélevés dans les coupes d'éclaircies ou d'amélioration de taillis simples et sous futaie (marginale de taillis à courte rotation);
- de produits connexes de scierie (dosses, délignures, plaquettes, sciures).

### Bois énergie ou bois de chauffage

Le bois énergie est le terme désignant les applications du bois comme combustible en bois de chauffage.

## Étapes de transformation du bois

### Première transformation

Tronçonnage/Sciage/Débitage/  
Déroutage/Tranchage

Ensemble de toutes les opérations directement effectuées sur les bois ronds qui permettent d'obtenir un autre produit. Les produits issus de la première transformation sont par exemple les équarris\*, les avivés bruts, les plots, les placages tranchés ou déroulés, les bois fendus, les plaquettes, les sciures, les copeaux, la pâte à papier, le bois de feu, le charbon de bois...

### Deuxième transformation

Ensemble des opérations effectuées sur les produits de la première transformation et qui permettent d'obtenir des éléments

semi-finis et/ou profilés. Les produits issus de la deuxième transformation sont des produits ayant subi une opération de séchage, de traitement, de rabotage, de moulurage, de collage, etc. Les produits issus de la deuxième transformation sont par exemple les bois traités, les bois séchés artificiellement, les bois rabotés, les bois moulurés, les bois poncés, les lames de bois massif (parquet, bardage, lambris, decking), les pellets, les briquettes...

### Troisième transformation

Ensemble des opérations effectuées sur les produits de la première ou deuxième transformation et qui permettent d'obtenir des produits finis (aucune transformation supplémentaire n'est nécessaire). Les produits issus de la troisième transformation sont par exemple les meubles, les menuiseries, les fermes industrielles, les parquets contrecollés, les tonneaux, les traverses de chemin de fer, les palettes, le papier, le carton...

## Ligne 1

### Luxembourg-Troisvierges-frontière ou ligne du nord

La ligne 1 Luxembourg-Troisvierges-frontière est une ligne de chemin de fer de 76,8 km reliant Luxembourg à Troisvierges sur la frontière avec la Belgique. Cette ligne est exploitée par le transport de passagers et de marchandises. Exploitée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est en 1862, puis après 1872 par la Direction générale impériale des chemins de fer d'Alsace-Lorraine, par l'Administration des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine après 1919, par la SNCF après 1938 puis par la Deutsche Reichsbahn après 1940, elle est exploitée depuis 1946 par la société nationale des chemins de fer luxembourgeois. Elle est prolongée à Gouvy par la ligne 42 belge vers Liège. Au sud de Luxembourg, elle est prolongée par la ligne 6 vers Bettembourg et la frontière avec la France.

## Gare de triage

Un triage ou une gare de triage est une gare ferroviaire spécialisée où les wagons de marchandises isolés de leur rame initiale sont triés pour être incorporés dans de nouveaux trains de marchandises (Fret). Un triage est une installation spécialisée dans le traitement du trafic de fret, de plusieurs kilomètres de long, qui se compose de trois parties :

- un faisceau de réception (d'une dizaine de voies) où sont reçus les trains en attente de débranchement,
- un faisceau de débranchement ou triage (le plus grand faisceau comprenant en moyenne 20 à 40 voies, en Europe souvent 32 et en France souvent 48 voies);
- un faisceau de départ (une dizaine de voies), où sont formés les trains en partance.

Située à l'extrême nord des plateaux ardennais luxembourgeois dans la région Eislek, au cœur du Parc Naturel de l'Our, la commune de Troisvierges est un petit village entre des vallons en bordure de bois et traversée par un important réseau ferroviaire. Ouverte en 1866, la gare de Troisrivières est desservie par la ligne nord"- la ligne infrabel 42 (côté Belgique) reliant Luxembourg ville à Liège et permettant l'approvisionnement vers les sites sidérurgiques de la région vers l'Allemagne.

La gare de triage de Troisvierges se trouve encaissée entre deux vallons où prennent place un bâtiment gare, un grand parking, un entrepôt et un ruisseau canalisé, le Woltz. 24% des emplois du canton sont dédiés la filière bois. Les forêts d'épicéa ont beaucoup souffert ces dernières années entre les invasions de scolytes et la sécheresse des derniers étés caniculaires. Majoritairement privées, les exploitations forestières cherchent à se renouveler mais le changement nécessite une refonte complète des lieux de production, des lieux de transformation et des gisements. Il faut compter 80 ans pour qu'un chêne arrive à maturité, tandis qu'il fallait 60 ans pour un épicéa.

Le développement de la filière feuillus suppose le développement de nouveaux savoir-faire, la création de nouveaux lieux de stockage et de séchage du bois, de nouvelles machines industrielles adaptées aux formats et exigences des feuillus, la formation d'une main d'œuvre spécialisée dans les métiers de la sylviculture (protection forêt, gestion forestière, exploitation forestière, machinisme forestier). L'objectif du campus est de réunir les formations et les professionnels, chercheurs, autour des métiers de la sylviculture et de l'écologie.

En lien avec l'industrie du bois, le Campus prend forme à deux échelles. A l'échelle de la Grande Région, il constitue une stratégie de développement de la filière bois, en lien avec la Ligne 1 Luxembourg (ligne ferrée du nord). Ce réseau existant relie les massifs forestiers du nord aux pays frontaliers, pouvant dès à présent servir au transport de matières par voie ferrée. Il constitue la colonne vertébrale qui connecte les massifs forestiers reboisés, les nouvelles scieries et les bassins d'emploi créés autour de la filière bois.

A l'échelle plus rapprochée, branché sur une ancienne gare de triage, le campus bois réunit industrie, formation professionnelle et recherche autour de la matière. A l'école sylvicole les métiers de la forêt retrouvent un vaste terrain d'expérimentation et innovation. A l'école du bois se réunissent les métiers autour de construction (architecture, ingénierie, menuiserie...) en lien avec une scierie de pointe, équipée de l'outillage nécessaire pour travailler les bois des feuillus. Le campus bois constitue une opportunité de développer des nouvelles techniques et d'expérimenter des innovations autour de cette matière. Il sera complété de scieries de points, de nouveaux logements innovants, des espaces publics boisés et qualitatifs et des sentiers forestiers à l'échelle de la Grande Région.

L'association de la trame bocagère sur les prairies et les pâtures, l'extension des massifs boisés et la reforestation des forêts de résineux en forêts mixtes contribue à développer une large palette de services écosystémiques. Autour des rivières, des sentiers prennent place épaississant les corridors verts entre plateaux et vallées. Les talwegs sont support d'écoulement des eaux et de biodiversité. Le réseau des rus se démultiplie.

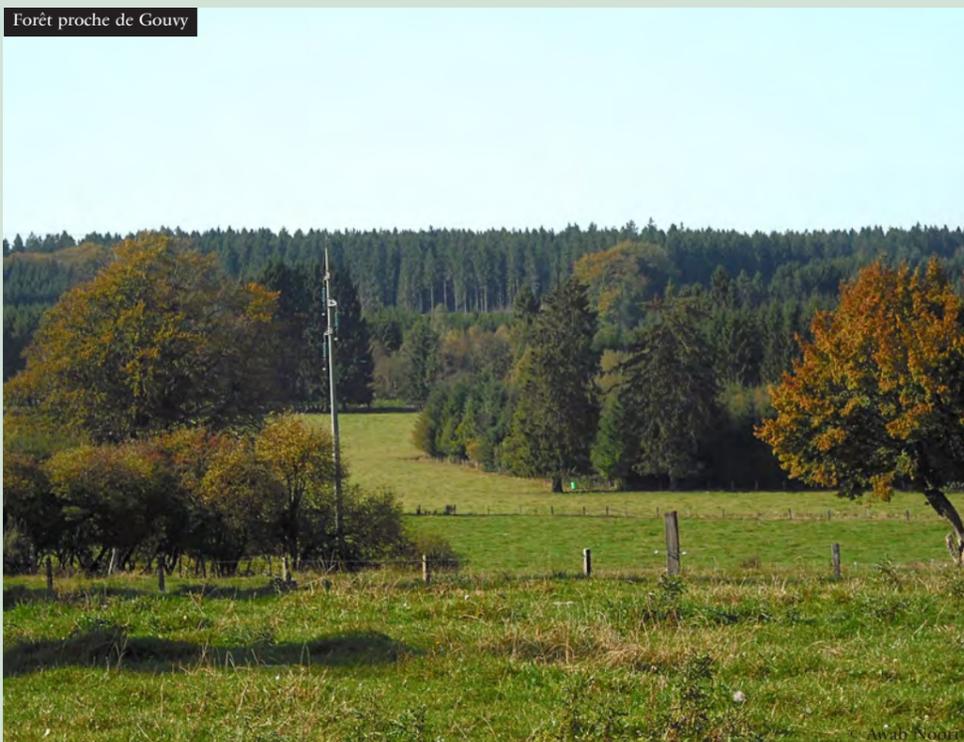
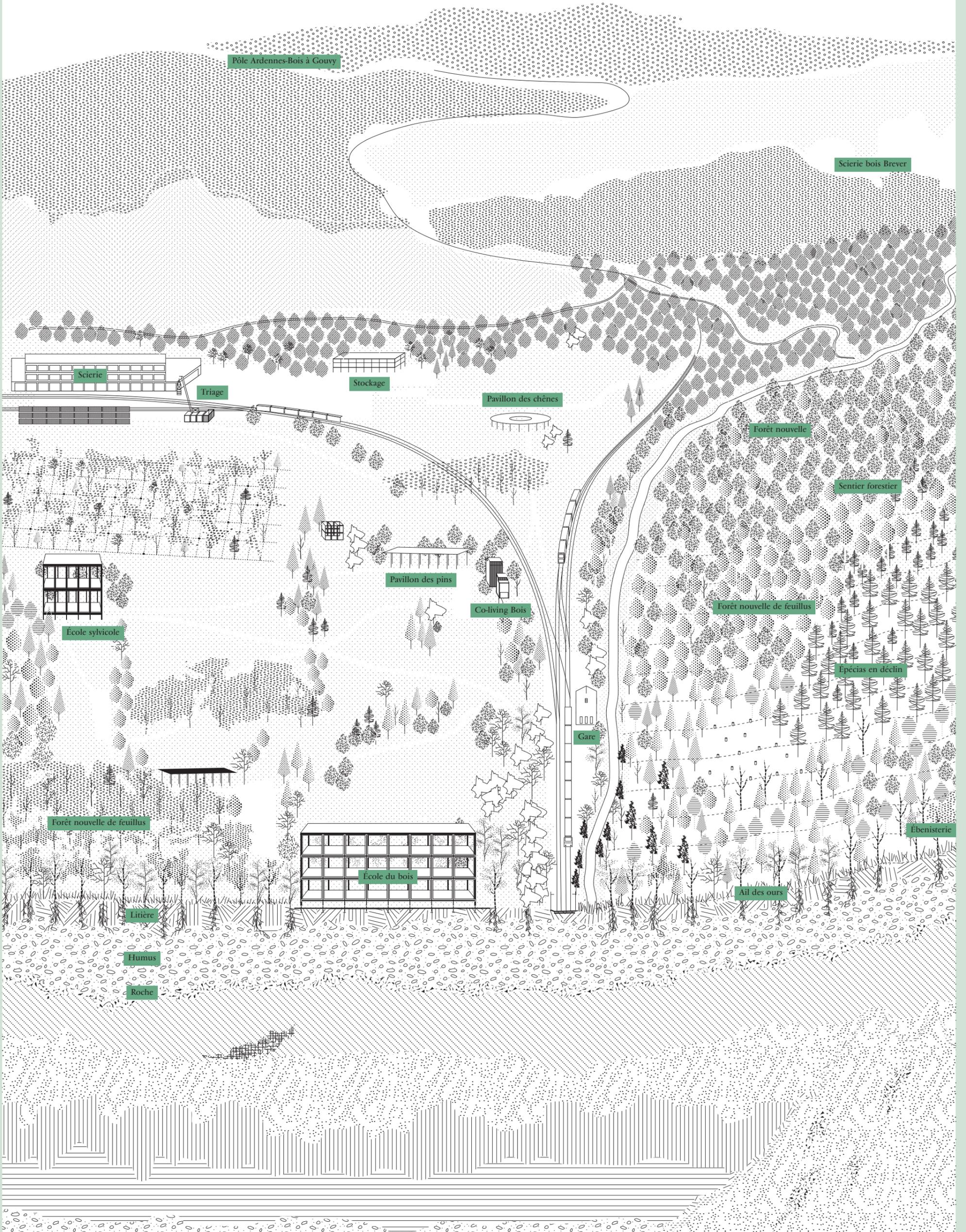


Fig. 27. Le campus sylvicole



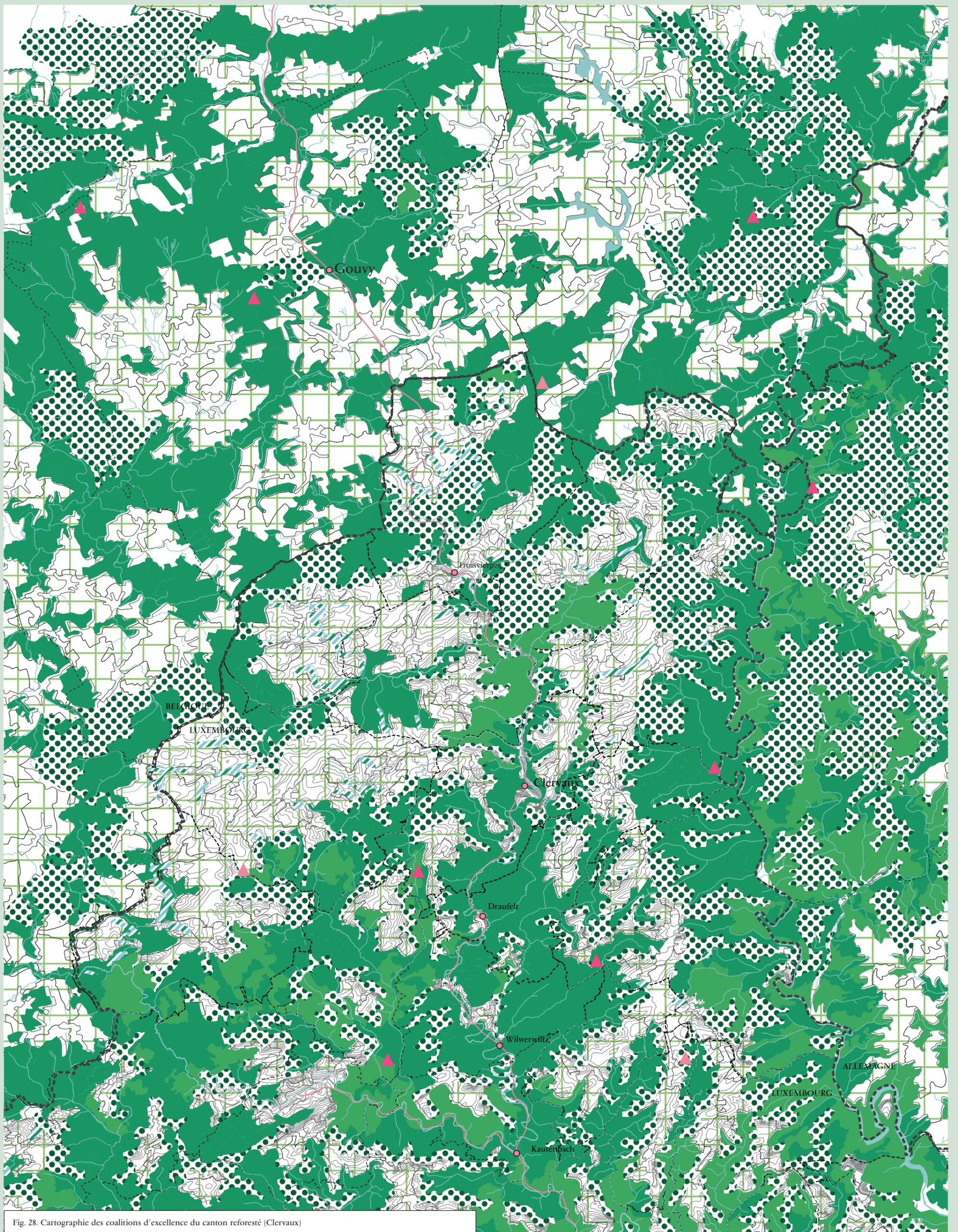


Fig. 28. Cartographie des coalitions d'excellence du canton reforesté (Clervaux)

**SOL AGRICOLE**

Sol agricole

**Projet**

Bocage (haies)

**SOL FORESTIER**

Sol forestier

**Existant**

Feuillus  
Résineux  
Mixte

**Projet**

Reforestation des forêts de résineux en futaie mixte  
Extension des étendues forestières en futaie mixte  
Coalitions: Les nouveaux réservoirs forestiers (parcs naturels et prairies arborées)

**SOL HYDROMORPHE**

Sol hydromorphe

**Existant**

Rivières  
Ru  
Zone humide

**Projet**

Coalitions: Les sentiers autour des rus  
Création de rus dans les talwegs  
Création de milieux humides

**SOL URBAIN**

Sol urbain

**Projet**

Reconversion  
Nouveaux lieux

# Bilan CO<sub>2</sub> LES PUIITS DE CARBONE, DU CANTON REFORESTÉ

Les investissements engagés pour le renouvellement de la filière bois belgo-luxembourgeoise ont abouti à la standardisation de nouveaux produits industriels en feuillus – poutres treillis, lamellé-collé, contreplaqué – dont les performances structurelles sont prometteuses. En 2030, l'inauguration du premier quartier expérimental de maisons entièrement construites en bois de feuillus du canton de Clervaux est une vitrine formidable. Les constructeurs sont convaincus! Il s'agit alors de changer d'échelle, d'adapter l'ensemble du secteur de la construction, à la lumière de ces nouveaux principes constructifs

Fig. 29. Évolution des émissions directes de gaz à effet de serre du circuit de l'alimentation et de la construction 1960 à 2018 et transition 2030 (en t éqCO<sub>2</sub>/hab/an). [Sources: OCDE, EEA, Banque mondiale, Eurostat, STATEC].

