

Annexes

TVK
Urbanisme



Pierre Alain Trévelo



Antoine Viger-Kohler



David Malaud



Sarah Sauton



David Enon



Jihana Nassif



Samuel Cabiron



Elsa Frangeard



Juliette Gonnin



Antoine Bertaudière

Soline Nivet
Récit



Soline Nivet

Justinien Tribillon
Politiques inter-régionales



Justinien Tribillon

Partie Prenante
Acteurs publics/privés



Manon Loisel



Nicolas Rio



Mathilde François

Sol&Co
Sol



Anne Blanchart



Quentin Vincent

Laboratoire LAB'URBA
Université G. Eiffel
Déchets



Bruno Barroca

Laboratoire SPLOTT
Université G. Eiffel
Logistique



Gwenaëlle Raton

Laboratoire PACTE
Université Grenoble Alpes
Alimentation



Jennifer Buyck

INEC
Économie circulaire



Adrian Deboutiere

Laboratoire LhaC
École de Nancy
Territoires



Alain Guez



Gwennaëlle Zunino



Pierre Colnat



Marie-Aline Lamoureux
(étudiante)



Florian Royer
(étudiant)



Carlos Aguilar
(étudiant)

Laboratoire SPLOTT
Université Gustave Eiffel
(Gwenaëlle Raton)

TVK

(Elsa Frangeard et David Malaud)

Les circuits raisonnés du lait et de la viande

LES CIRCUITS RAISONNÉS DU LAIT ET DE LA VIANDE

A) SCÉNARIO DE DÉCARBONATION DE L'ALIMENTATION 2020-2050

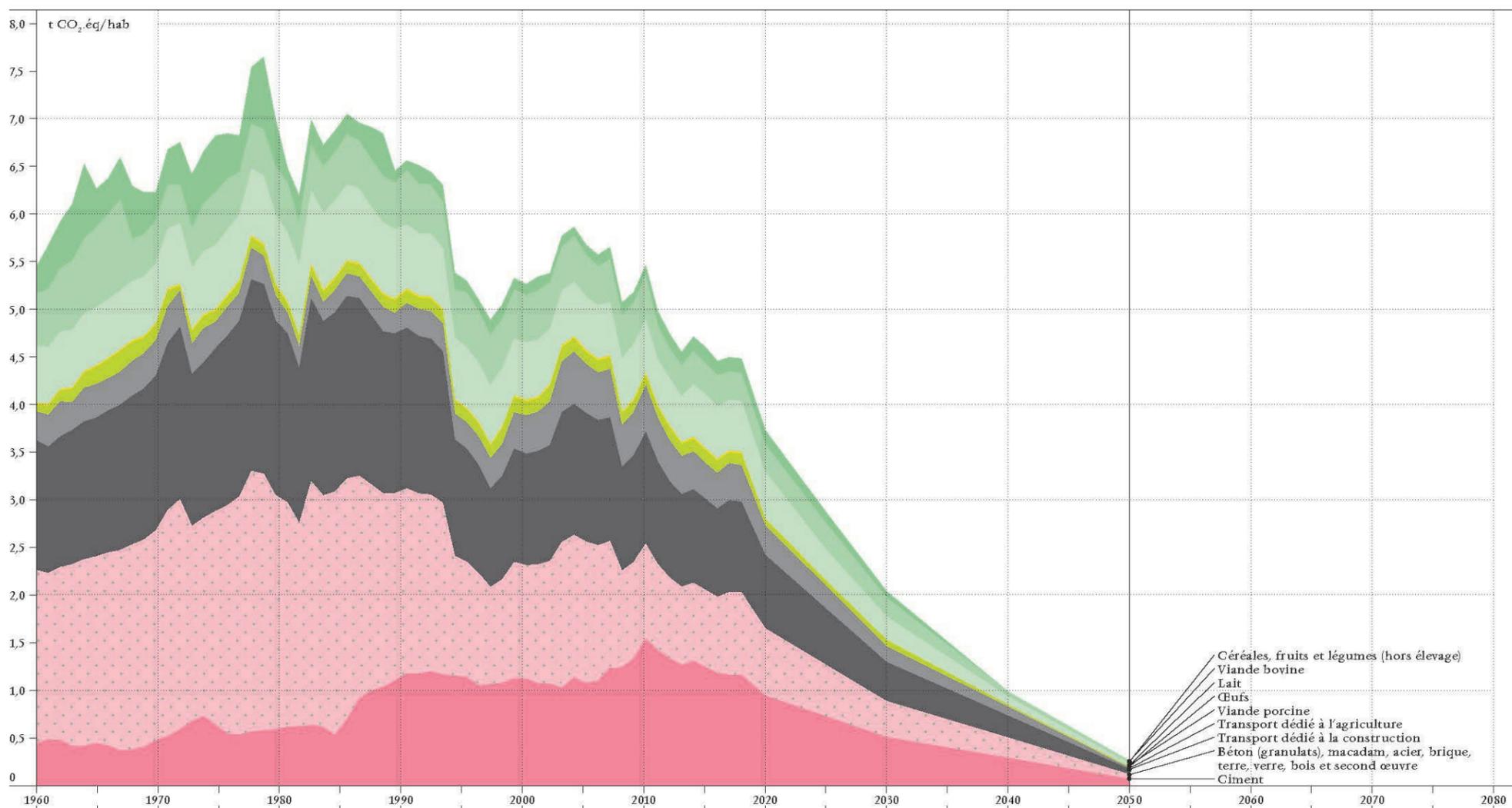
La courbe représentant la baisse des émissions de gaz à effet de serre du circuit de l'alimentation au Luxembourg comprend la part respective des matières apportant des protéines animales (filières bovines, laitières, porcines et œuf) de 1960 à 2018 et objectifs 2050 (en t eqCO_2 /habitant/an). Elle comprend également les transports dédiés à l'agriculture et à la construction ainsi que les parts du béton et du ciment.

Les émissions animales en 2020 sont de 539 383,20 t CO_2eq et seront de 73 996,84 t CO_2eq en 2050. Les calculs seront détaillés dans les pages suivantes.

Les émissions des autres cultures (céréales, fruits et légumes hors élevage) sont liées à l'utilisation d'engrais chimiques. En 2020, ces émissions étaient de 92 926,80 t CO_2eq . On considère qu'en 2050 toute l'agriculture luxembourgeoise sera passée en système biologique et n'utilisera donc plus d'engrais chimiques. Les émissions des autres cultures seront donc nulles.

Les calculs des émissions des transports liés à l'agriculture seront détaillés dans les pages suivantes.

D'autre part, le dessin de la courbe prend en compte l'augmentation de la population luxembourgeoise d'ici 2050, passant de 619 512 habitants en 2020 à 929 181 habitants en 2050. Sources : OCDE, EEA, Banque mondiale, Eurostat, STATEC



B) ÉMISSIONS DE GES DU CHEPTEL LUXEMBOURGEOIS 2020

CHEPTEL LUXEMBOURGEOIS DE 2020 (Tableau 01)			
Types d'animaux	Nombres d'animaux	UGB spécifique	Nombre d'animaux (UGB)
bovins au total	191 136,00		140 767,50
bovins de moins d'un an	49 098,00	0,40	19 639,20
>> veaux pour l'abattage	4 045,00	0,40	1 618,00
>> autres veaux	45 053,00	0,40	18 021,20
bovins d'un an à moins de deux ans	41 751,00	0,70	29 225,70
>> mâles	10 116,00	0,70	7 081,20
>> femelles	31 635,00	0,70	22 144,50
bovins de deux ans et plus	100 511,00		91 902,60
>> mâles	2 933,00	1,00	2 933,00
>> génisses	17 987,00	0,80	14 389,60
>> vaches laitières	54 536,00	1,00	54 536,00
dont conventionnelles	53 500	1,00	53 499,82
dont biologiques	1 036	1,00	1036,184
>> vaches allaitantes	25 055,00	0,80	20 044,00
porcins au total	85 048,00		24 047,10
porcelets de moins de 8 kg	8 826,00	0,03	238,30
porc de 8 à 30 kg	17 537,00	0,30	5 261,10
porcs > 30 kg	53 974,00	0,30	16 192,20
porcs reproducteurs	4 711,00	0,50	2 355,50
ovins au total	9 518,00	0,10	951,80
caprins au total	4 975,00	0,10	497,50
poules et poulets	136 130,00	0,01	1 905,82
chevaux	4 443,00	0,80	3 554,40
TOTAL	431 250,00		171 724,12

Principes du calcul des émissions animales en équivalent CO² :

Les formules pour les calculs d'émissions des cheptels en CH₄ et en N₂O proviennent de l'ADEME (Agence de la transition écologique).
Le calcul des émissions animales totales correspond à la somme de la fermentation entérique, de la gestion des déjections animales et de la gestion du fumier épandu sur les champs et pâturages. Pour calculer les émissions de l'épandage du fumier sur les champs et pâturages, nous soustrayons à l'émission animale totale la part des émissions animales directes. Nous pouvons ainsi obtenir la quantité de CO₂ émis lors de l'épandage des déjections de chaque animal et donc de chaque cheptel. Pour le calcul des émissions animales nous simplifions le cheptel en divisant le cheptel bovin entre les vaches laitières et les autres bovins, et le cheptel porcin entre les truies reproductrices et les autres porcins.

Formule de calcul des émissions animales :

Emissions CO₂ des vaches laitières = Nombre vaches laitières * (Emission fermentation entérique CH₄ spécifique + Emission gestion des déjections CH₄ spécifique + Emission gestion des déjections N₂O spécifique)

Emission CO₂ animale totale = \sum [Nombre d'animaux par cheptel * (Emission fermentation entérique CH₄ + Emission gestion des déjections animales CH₄ + Emission gestion des déjections animales N₂O + Emission épandage du fumier)]

Sous-formules pour chaque poste d'émissions :

Formule de la gestion des déjections animales en CH₄ :

$$FECH_4 = SV * 365 \text{ jours/an} * Bo * 0,67 \text{ kg/m}^3 * \sum (FCMk * SGk)$$

Avec

SV : Solides volatils excrétés (kg/jour)

Bo : Capacité de production maximale de CH₄ (m³/kg de SV)

FCMk : facteur de conversion en CH₄ (%)

k : le mode de gestion (fumier, lisier ou pâture)

Formule de la gestion des déjections animales en N₂O :

$$FEN_2O = Fex * 44/28 * \sum (FDk * SGk)$$

Avec

Fex : le facteur d'excrétion azoté de l'animal (kg/place/an)*

FDk : le facteur d'émissions directe de N₂O du mode de gestion (%)

k : le mode de gestion (fumier, lisier ou pâture)

Formule de la gestion des déjections animales en CO₂ :

$$FECO_2 = FECH_4 * 21$$

Formule de la gestion des déjections animales en CO₂ :

$$FECO_2 = FEN_2O * 310$$

Tableau 02 : Valeur de la fermentation entérique en CH₄ par animal

Animaux	Kg CH ₄ /tête/an
Vache laitière	121
Autres bovins	51
Ovins	9,3
Caprins	11,7
Truies	2,5
Autres porcins	0,65
Chevaux	12,1
Volailles	0

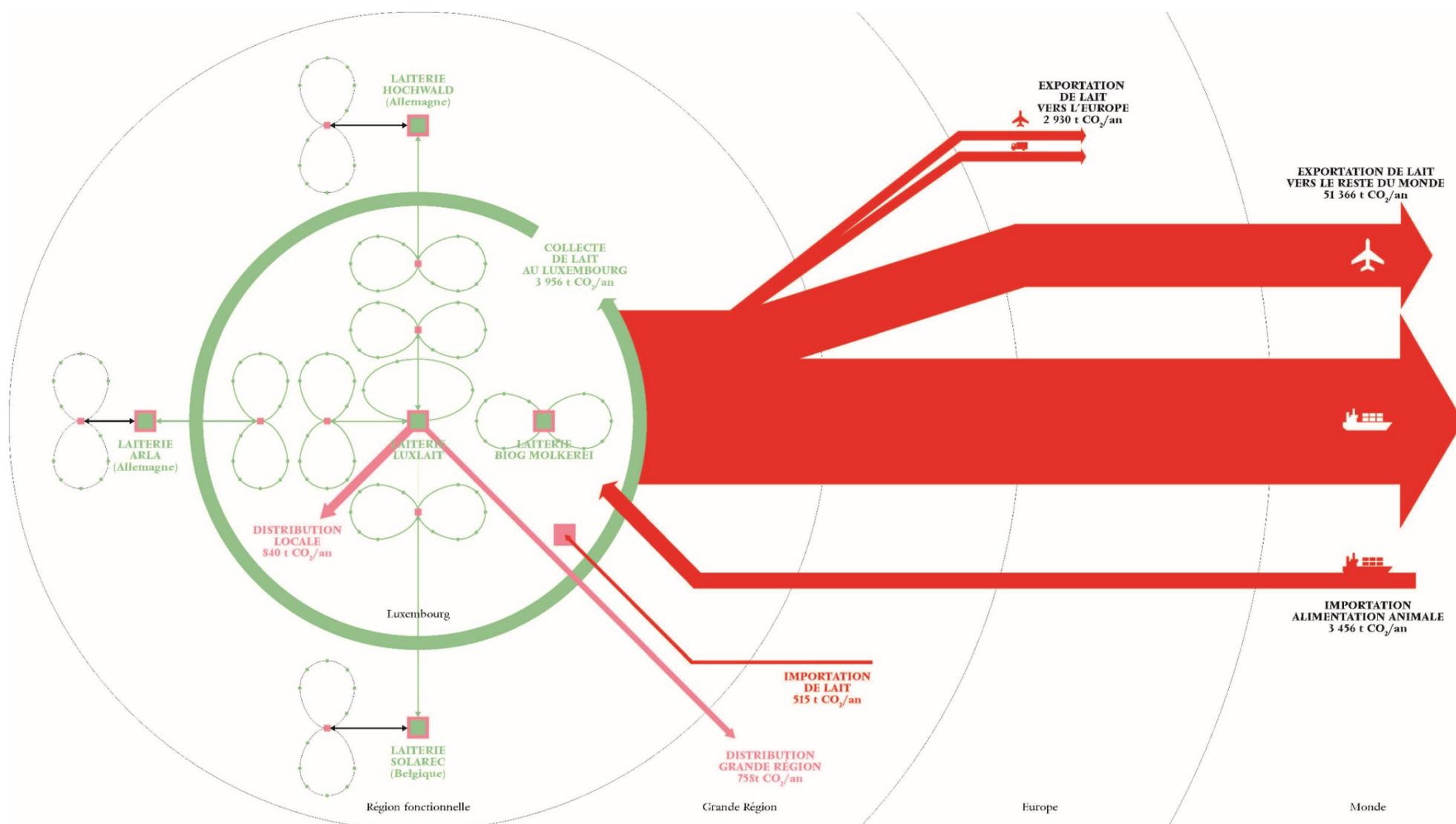
Tableau 03 : Emissions en CO₂ du cheptel luxembourgeois de 2020

Animaux	Nombre d'animaux	Pourcentage de la SAU luxembourgeoise	Emissions animales tonnes eqCO ₂	Fumiers épandus + fumiers pâturages tonnes eqCO ₂	Emissions totales tonnes eqCO ₂
Vaches laitières	54 536,00	32%	221 990,32	16 434,24	238 424,56
Autres bovins	136 600,00		231 500,91	17 138,32	248 639,23
Rustiques	0,00		0,00	0,00	0,00
Ovins	9 518,00		3 444,65	255,01	3 699,66
Caprins	4 975,00		1 917,96	141,99	2 059,94
Truies	4 711,00		2 281,67	168,91	2 450,58
Autres porcins	80 337,00		35 359,65	2 617,72	37 977,37
Chevaux	4 443,00		4 769,42	353,09	5 122,51
Volailles	136 130,00		939,77	69,57	1 009,35
Total	431 250,00		502 204,35	37 178,85	539 383,20

C) BILAN DES ÉMISSIONS GES DES TRANSPORTS LIÉS AUX FERMES BOVINES (LAIT) - 2020

La méthodologie du diagnostic transports s'appuie sur des entretiens réalisés auprès des laiteries Biog Molkerei et Luxlait, permettant de modéliser la répartition du lait dans différents circuits logistiques, locaux ou hors du Luxembourg. La quantification des émissions de GES s'appuie sur des simulations réalisées avec le logiciel Logicout (2021 - Tous droits réservés Cerema - Softosapiens - Université Gustave Eiffel).

1) Schéma de synthèse



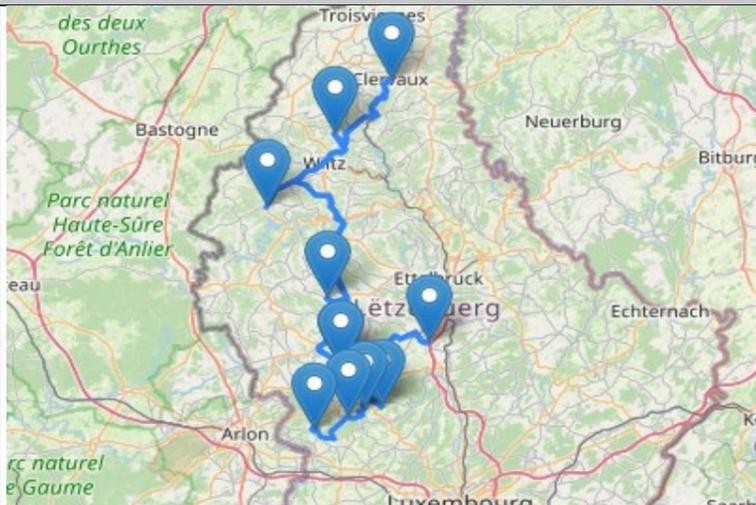
2) Bilan de la collecte du lait 2020

RÉPARTITION DE LA COLLECTE DU LAIT SUIVANT LES LAITERIES DU PAYS ET DE LA RÉGION FONCTIONNELLE (Tableau 04)

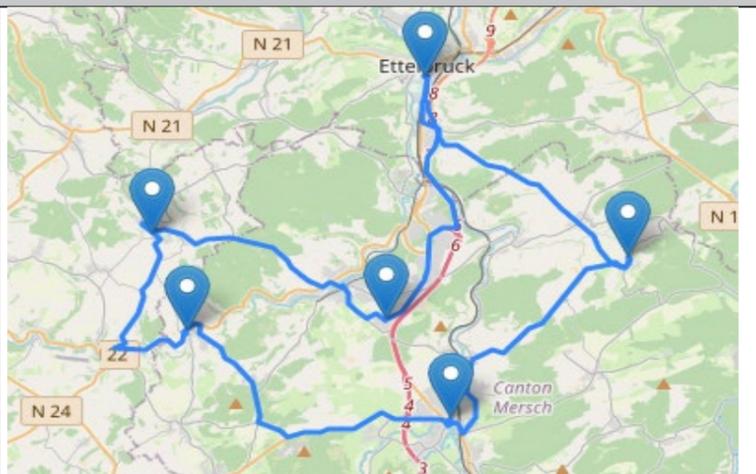
Répartition des volumes collectés par laiteries					
Laiteries	Luxlait (dont livraison à Solarec)	Biog Molkerei	Arla Foods	Hochwald Foods	Total
Volume annuel collecté en 2020 (tonnes/an)	182000	2500		272500	457000
Nb producteurs	300 à 360	11		300 environ	617
Estimation poids laiteries selon collecte totale %			Hypothèse : en l'absence d'information et de réponse à notre demande entretien, nous faisons les calculs pour ces 2 laiteries, en appliquant l'organisation logistique de Luxlait et en appliquant les tournées correspondant aux localisations		
Part collecte lait (%)	40	1		59	100
Répartition des transports dédiés à la collecte du lait par laiteries					
Nb citernes & remorque / an (capacité 26 000 l)	6570	0		10481	17051
Nb citernes seules/an (capacité 15 000 l)	730	167		0	897
Km collecte lait/ an	1 481 639	8 738		3 388 433	4 878 810
Tonne collecté/an	181 770	2 500		272 500	456 770
Emissions GES annuelles de la collecte du lait au Luxembourg					
Émissions de GES de la collecte de lait (t éq Co2/an)	1 201,40	7,1		2 748	3 956,01
% des émissions annuelles collecte (%)	30,4	0,2		69,5	100

TYPE 1 : TOURNÉE CLASSIQUE COLLECTE FERME/ LUXLAIT - 13 FOIS PAR JOUR (Tableau 05)

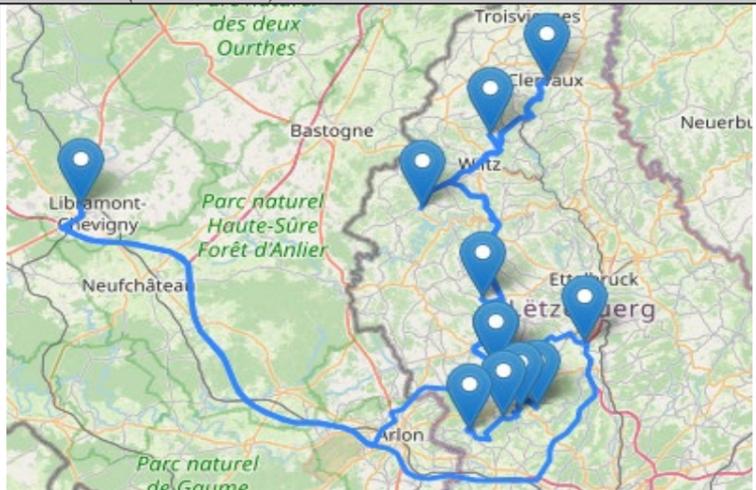
Trajets	Type véhicule	Taux remplissage	Km approximatif	Distance totale
Luxlait > Dépôt remorque	Camion remorque	Vide	Environ 200 km pour 12 points (15 km entre fermes)	179,8 km
Dépôt remorque > ferme 1	camion	0		
Ferme 1 > ferme 2	camion	3750		
Ferme 2 > ferme 3	camion	7500		
Ferme 3 > ferme 4	camion	11250		
Ferme 4 > dépôt remorque	camion	15000		
Dépôt remorque > ferme 5	camion	0		
Ferme 5 > ferme 6	camion	2750		
Ferme 6 > ferme 7	camion	5500		
Ferme 7 > ferme 8	camion	8250		
Ferme 8 > dépôt remorque	camion	11000		
Remorque > Luxlait	Camion remorque	26000		


TYPE 2 : TOURNÉE DE COLLECTE - PROCHES LUXLAIT > LUXLAIT - 2 FOIS PAR JOUR (Tableau 06)

Trajets	Type véhicule	Taux remplissage	Km approximatif	Distance totale
trajet Luxlait > Ferme 1	camion	vide	environ 120 km pour 40 000 l collecté	52 km
ferme 1 > ferme 2	camion	3750		
ferme 2 > ferme 3	camion	7500		
ferme 3 > ferme 4	camion	11250		
ferme 4 > ferme 5	camion	15000		
ferme 5 > Luxlait	camion			


TYPE 3 : TOURNÉE DE COLLECTE - FERME/LAITERIE DES ARDENNES (BELGIQUE) - 5 FOIS PAR JOUR (Tableau 07)

Trajets	type véhicule	taux remplissage	Km approximatif	Distance totale	
trajet Luxlait > Dépôt remorque	camion remorque	0	Environ 200 km pour 12 points (15 km entre fermes)	323 km dont 160 km Luxlait/Laiterie des Ardennes	
dépôt remorque > ferme 1	camion frigo	0			
ferme 1 > ferme 2	camion frigo	3750			
ferme 2 > ferme 3	camion frigo	7500			
ferme 3 > ferme 4	camion frigo	11250			
ferme 4 > dépôt remorque	camion frigo	15000			
dépôt remorque > ferme 5	camion frigo	0			
ferme 5 > ferme 6	camion frigo	2750			
ferme 6 > ferme 7	camion frigo	5500			
ferme 7 > ferme 8	camion frigo	8250			
ferme 8 > dépôt remorque	camion frigo	11000			
remorque > laiterie des Ardennes (be)	camion remorque frigo	26000			80 km
laiterie des Ardennes (be) > Luxlait	camion remorque frigo	0			80 km


SYNTHÈSE BILAN GES ANNUEL DES TOURNÉES DE COLLECTE LAIT - LUXLAIT (Tableau 08)

	nb tournée / jour	km / tournée	T / tournée	kg éq CO2 /tournée	t km/ tournée	kg co2/t km	kg éq CO2/an collecte luxlait	Tonne /km/an collecte luxlait	eq kg co2 an collecte luxlait /tkm (ratio à utiliser qualifiant l'emission par type de tournée, à appliquer aux tonnes.km)
Type 1 : tournée classique collecte ferme/Luxlait	13	179,84	26	145,82586	4675,84	0,031187094	691 943,71	22 186 861	0,0312
Type 2 : tournée fermes proches Luxlait/Luxlait Roost	2	52,43	15	42,5135	786,45	0,054057473	31 034,86	574 109	0,0541
Type 3 : tournée collecte ferme/laiterie des Ardennes (Be)	5	323,301	26	262,14868	8405,826	0,031186546	478 421,34	15 340 632	0,0312
Total Luxlait							1 201 399,90	38 101 602	

Ces tournées sont utilisées pour simuler les trajets des 3 autres laiteries (Arla Foods, Hochwald Foods, et Biog Molkerei) pour lesquelles nous disposons que du tonnage annuel collecté.

Arla Foods et Hochwald Foods :

Hypothèse : Arla Foods et Hochwald Foods ont une organisation logistique proche de celle de Luxlait (même organisation des véhicules et/ou remorques). La seule différence est la localisation de la laiterie hors du pays qui augmente les distances parcourues. De ce fait, l'ensemble de l'organisation de Arla Foods et Hochwald Foods fonctionnent uniquement sur le principe de la tournée de type 3 (voir carte).

Le volume annuel de lait à collecter pour ces deux laiteries est de 272 500 tonnes par an. Il faut calculer le nombre de fois où la tournée de type 3 est faite pour ensuite multiplier par l'émission CO² d'une tournée faite par un véhicule de même type collectant 26 000 litres de lait. Il faut donc calculer le nombre de véhicule par jour, sachant que nous appliquons le même ratio volumes/véhicule que pour Luxlait.

Il faut 29 citernes & remorques pour transporter 746 575 l de lait par jour. Pour Arla Foods et Hochwald Foods, la tournée est réalisée 365 jour/an, avec 28,7 véhicules par jour. Nous multiplions les émissions de GES de la tournée type 3 par 365 et par 28,7 véhicules/jour. Nous obtenons alors un total en kg CO²éq plus de deux fois supérieur à Luxlait sachant que ces collectes représentent moins du double du volume/an de lait collecté par une tournée type dominante incluant davantage de distances à parcourir.

Tournée de collecte type – Arla Foods et Hochwald Foods 272500 tonnes lait/ an - (Tableau 09)														
	Nb citerne & remorque / jour	Nb citerne & remorque / an	Km/ tournée	Km total /an	Vol/jour (litre) à transporter	Vol annuel (l)	Vol annuel (T)	Tonne /tournée	Temps de conduite (minutes)	CO2 (kg)	N2O (kg)	CH4 (g)	Total GES (kg éq CO2) tournée	Total GES an (kg éq CO2)
Type 3 : tournée collecte ferme/laiterie des Ardennes (Belgique)	28,71444	10480,77	323,3	3 388 433	746 575	272 500 000	272 500	26	301,0333	257,32	15,84	1,29	262,1487	2 747 520

Biog Molkerei :

Hypothèse : Biog Molkerei a une organisation logistique proche de celle de Luxlait, même organisation véhicules et/ou remorques. La seule différence est la localisation de la laiterie au sud du pays et le faible volume collecté, 2 500 tonnes/an.

Etant donné le faible volume et même avec des distances légèrement supérieures liées à l'éclatement des fermes de Biog Molkerei sur le territoire, on fait l'hypothèse que Biog Molkerei fonctionne uniquement sur le principe de la tournée de type 2 (voir carte) soit des véhicules collectant chacun 15 000 l.

En connaissant les volumes annuels collectés, soit 2 500 tonnes/an, il faut ensuite calculer le nombre de fois où la tournée type 2 est faite pour multiplier l'eq co2 kg/tournée par un véhicule de même type collectant 15 000 l. Il faut donc calculer le nombre de véhicule par jour, sachant que nous appliquons les volumes par véhicule de Luxlait, tournée type 2.

Appliqué par jour il y a 6849 litres à collecter, soit moins que la capacité d'un véhicule (15 000 l). Par an, 166.6 véhicules de 15 000 l chacun, soit 1 véhicule de 15 000 l tous les deux jours, ce qui correspond à l'organisation décrite lors de l'entretien avec Biog Molkerei. On multiplie donc les kg co2 par tournée par le nombre de véhicules an soit 166.6.

Tournée de collecte type – Biog Molkerei - (Tableau 10)										
	Nb citerne seul / jour	Nb citerne seul/ an	Km par tournée	Km total an	Vol/jour (litre) à transporter	Vol annuel (l)	Vol annuel (T)	Tonnes/tournée	Total GES (kg éq CO2) tournée	Total GES an (kg éq CO2)
Type 2 : tournée fermes proches Luxlait/luxlait Roost		166,6667	52,43	8 738	6 849	2 500 000	2 500	15	42,5135	7 086

3) Bilan de la distribution du lait 2020

Distribution de lait – Luxlait - (Tableau 11)				
	Distribution marché luxembourgeois	Distribution marché hors Luxembourg mais Grande Région	Distribution marché hors grande région + 1j tp	Distribution marché hors Grande Région +2j tp
Dont 30% du lait collecté est industriel (lait en poudre ou lait écrémé concentré) part direct à l'export				54 531
Et 70% produits transformés		127 239		Pas produits finis long court lié à pb tp
Dont 40% part à l'étranger		50 896		Pas produits finis long court lié à pb tp
60% reste Lux ou gde région	76 343			
Différence grande région/hors grande région hypothèse		50% des produits finis vers l'étranger		50% + LAIT export direct
Total simul	76 343	25 448		79 979
Différence tp 1 jour ou plus 2j hyp			50% MOINS DE 1 J	50% plus de 2 J
Total simul final	76 343	25 448	39 989	39 989
Caractéristiques pays	Luxembourg	Cantons Allemagne, France et Belgique appartenant à la région fonctionnelle	Allemagne, France, Belgique hors région fonctionnelle + UK + pays bas + Italie	Long court (Grèce, Europe de l'est et chine Afrique)
Caractéristiques pays	Routier	Routier max 300 km	Routier max 1 jours TP, avion exceptionnel	Bateau (2/3 mois) ou routier 2 jours max

Distribution de lait – Biog Molkerei - (Tableau 12)				
	Distribution marché luxembourgeois	Distribution marché hors Luxembourg mais Grande Région	Distribution marché hors Grande Région + 1j tp	Distribution marché hors Grande Région +2j tp
Dont 30% du lait collecté est industriel (lait en poudre ou lait écrémé concentré) part direct à l'export				750 Pas de produits finis long court lié à pb tp
Et 70% produits transformés		1750		
Dont 40% part à l'étranger		700		hyp 0
60% reste Lux ou gde région	1050		750	hyp 0
Différence grande région/hors grande région hypothèse			hyp 0	hyp 0
Total simul			hyp 0	hyp 0
Différence tp 1 jour ou plus 2j hyp			hyp 0	hyp 0
Total simulation finale	1050	700	750	hyp 0
Caractéristiques pays	Luxembourg	Cantons Allemagne, France et Belgique appartenant à la région fonctionnelle	hyp 0	hyp 0
Caractéristiques pays	Routier	Routier max 300 km	hyp 0	hyp 0

Distribution de lait – Arla Foods et Hochwald Foods (Tableau 13)				
	Distribution marché luxembourgeois	Distribution marché hors Luxembourg mais Grande Région	Distribution marché hors Grande Région 1j tp	Distribution marché hors Grande Région +2j tp
Dont 30% du lait collecté est industriel (lait en poudre ou lait écrémé concentré) part direct à l'export				81750
Et 70% produits transformés	190750			
Dont 40% part à l'étranger		76300		Pas produits finis long court lié à pb tp
60% reste Lux ou gde région	114450			
Différence grande région/hors grande région hypothèse	50% des produits finis lux	50% des produits finis vers l'étranger		
Total simul	57225	95375	38150	
Total simul final	57 225	95 375	38 150	81 750
Caractéristiques pays	Luxembourg	Cantons Allemand, France et Belgique appartenant à la région fonctionnelle.	Allemagne, France, Belgique hors région fonctionnelle + UK + Pays Bas + Italie	Long court (Grèce, Europe de l'est et Chine Afrique)
Caractéristiques pays	Routier	Routier max 300 km	Routier max 1 jours tp, avion exceptionnel	Bateau (2/3 mois) ou routier 2 jours max

SYNTHÈSE : Distribution du lait par types de circuits (Tableau 14)

	Distribution marché Luxembourg	Distribution marché hors Luxembourg mais Grande Région	Distribution marché hors Grande Région 1j tp	Distribution marché hors Grande Région +2j tp
Total en T an	134 618	121 523	78 889	121 739
Poids des circuits en %	29,47	26,60	17,27	26,65
Nb semi-remorque an	2 589	2 337	3004	0
Nb de camion 18T an	6 731	6 076	0	0
Nb avion	0	0	8	12
Nb cargo (1000 conteneurs)	0	0	0	4
Km parcourus an	1 243 583	848 395	3 607 839	97 428
Total GES (kg eq CO2 an)	840 474	758 716	2 930 073	51 366 114
Hypothèses				
Caractéristiques pays	Luxembourg	Cantons allemands, France et Belgique appartenant à la région fonctionnelle	Cantons allemands, France, Belgique hors région fonctionnelle + UK + pays bas + Italie	Long court (Grèce, Europe de l'est et chine Afrique)
Caractéristiques véhicules	Routier des Semi-remorques ou d'autres camions : Le plus petit 18 tonnes (fait 15 à 17 palettes) Charge utile : semi-remorque (autour de 25/26 tonnes) ; les plus petits (9/10 tonnes)	Routier max rayon 150/200 km	Routier max 1 jours tp, avion exceptionnel	Bateau (2/3 mois) ou routier 2 jours max
Hypothèse trajets	2 types tournées : type 1 massification et type 2 petits clients dans tous les lux - selon orga de Luxlait	Comprend les trajets des 4 laiteries et les lieux de commercialisation dans la grande région (cantons All, France, Belgique) d'où max 150 km vol d'oiseau et des tournées similaires à celles du circuit local, à l'exception que traversée de frontières - de même que Luxlait : des tournées de massification vers 2/3 gros clients et des tournées de détail. On applique donc tournée type 1 et 2 en fonction des volumes calculés, soit 121 523 T	1% des volumes en avion - transport urgent mais cher limité mais existant tournée type 3 AVION 500 Km. Hypothèse 8 avions de 100 T - hypothèses Types trajets < 500 KM - 8 trajets avion 400 km et 10 T chacun	1% des volumes en avion - transport urgent mais cher limité mais existant "Les fruits et légumes génèrent un trafic 364 Mt km, dont 323 Mt km pour la partie aérienne (soit 44 % du trafic par avion des produits alimentaires), les poissons et crustacés 213 Mt. Km, dont 185 Mt km pour la partie aérienne (25 % du trafic). Ces produits sont acheminés sur des distances intercontinentales, l'Afrique génère le trafic aérien le plus important."
Hypothèses trajets bis	Deux types de tournées : semi-remorques (50%) et camion 18 T (50%)	Deux types de tournées : semi-remorques (50%) et camion 18 T (50%)	Plus du routier : type 4 >1000 km - tournée type massification 2/3 points d'arrêts	
Vol à transporter tournée type 1	50%	50%		
Vol à transporter tournée type 2	50%	50%		

Détails de la tournée type 1 - Luxlait : massification semi-remorque (3 fois par jour 365 jours / an) (Tableau 15)

Trajets	Km approx	Distance totale	
Luxlait > client 1	117 km	150 km	
Client 1 > Client 2			
Client 2 > Client 3			
Client 3 > Client 4			
Client 4 > Luxlait			

Détails de la tournée type 2 - Luxlait : Détail 18 t - 8 fois par jours 365 jours/an - (Tableau 16)

Trajets	Distance totale	
Luxlait - client 1	140 km	
Client 1 > client 2		
Client 2 > client 3		
Client 3 > client 4		
Client 4 > client 5		
Client 5 > client 6		
Client 6 > client 7		
Client 7 > client 8		
Client 8 > client 9		
Client 9/Luxlait		

4) Bilan des importations 2020

Circuit d'importation du lait depuis la Grande Région et de tourteaux de soja brésiliens pour l'alimentation animale (Tableau 17)			
	Lait (depuis Grande Région)	Tourteaux de soja (depuis Brésil)	
Total en T/an	54 636	18000	
Poids des circuits en %			
Nb semi-remorques/an	0	0	
Nb de camion 18T/an	15	0	
Nb avion	0	0	
Nb cargo (1000 conteneurs)	0	0.6	0.64 cargo pour 642 conteneurs
Km parcourus/an	762 866	6 400	(Car pas cargo plein, ratio)
Total GES (kg eq CO2)/an	515 595	3 456 000	

5) Bilan global des émissions par regroupements de circuits 2020

Total des émissions par regroupements de circuits (2020) (Tableau 18)	
	Émissions GES (Eq kg CO2/an)
Collecte total Luxembourg	3 956 005,30
Distribution total Luxembourg	55 895 376,53
Total eq kg CO2 an collecte & distrib total luxembourg	59 851 381,83
Eq kg CO2 an importation du lait vers Luxembourg	515 595,01
Eq kg CO2 an alimentation animale	3 456 000,00
Total	63 822 976,85
Scénario sans importation de lait	63 307 381,83
Scénario sans importation de tourteaux	60 366 976,85
Scénario sans importation (ni tourteaux ni lait conso)	59 851 381,83
Scénario sans exportation hors Grande Région	5 555 195,24
Export hors Grande Région	54 296 186,60

6) Bilan GES transport des fermes laitières luxembourgeoises (collecte + distribution) et répartition des émissions dans les différents circuits

Collecte - marché luxembourgeois (Tableau 19)											
Collecte marché lux 41 376.4 t	Total GES (kg eq CO2)/tournée	Nb de tournée/j	Nb de tournée/an	Nb semi-remorque/an	Nb de 18T/an	Vol annuel	Vol/véhicule (T)	Nb km tournée	Nb km/jour	Nb km/an	Total GES (kg eq CO2)/an
Type 2 : tournée fermes proches Luxlait/Luxlait Roost	42,5135	5,29013716		0	1930,9	28 963,5	15	52,43	277,3618913	101237,0903	82089,31985
Type 6 : 30% des volumes vendus en vente directe						12 412,9					

Distribution - marché luxembourgeois (Tableau 20)											
Distribution marché luxembourgeois 28 963.5 t	Total GES (kg eq CO2)/tournée	Nb de tournée/j	Nb de tournée/ an	Nb semi-remorque/an	Nb de 18T/an	Vol annuel	Vol/véhicule (T)	Nb km/tournée	Nb km/jour	Nb km/an	Total GES (kg eq CO2)/an
Type 1 : tournée 1 massification semi-remorque	79,29698	1,526001104		556,9904029	0	14481,75048	26	117,339	179,0594435	65356,69689	44167,65684
Type 2 : tournée 2 détail 18 t	94,3691	3,96760287		0	1448,175	14481,75048	10	139,627	553,9844859	202204,3374	136662,9759
Total						28 963,5				267561,0343	180830,6327

D) CHEPTEL BOVIN RAISONNÉ - 2050

Le cheptel luxembourgeois de 2020 émet 539 383,20 tonnes eqCO_2/an . Ce chiffre comprend les émissions directes du cheptel, soit la fermentation liée à la digestion des animaux et leurs déjections, et les émissions liées à l'épandage du fumier et du lisier des animaux sur les champs et les pâturages.

Les autres cultures émettent 92 926,80 tonnes CO_2eq en 2020. La somme des émissions animales et des émissions des autres cultures correspond aux émissions agricoles totales, qui sont de 632 310,00 tonnes CO_2eq pour le Grand-Duché du Luxembourg en 2020.

D'ici 2050, l'objectif global fixé pour les émissions de CO_2 est de 1,00 t $\text{CO}_2\text{eq}/\text{habitant}/\text{an}$, contre 16,02 t $\text{CO}_2\text{eq}/\text{habitant}/\text{an}$ à l'heure actuelle. Pour le secteur de l'alimentation et de la construction, l'objectif est de 0,21 t $\text{CO}_2\text{eq}/\text{habitant}/\text{an}$. L'objectif pour les émissions agricoles reviendrait donc à 74 334,48 t $\text{CO}_2\text{eq}/\text{an}$ contre 632 310,00 t CO_2/an en 2020.

La démonstration s'appuie sur une étude précise de la filière laitière. Les résultats sont ensuite extrapolés à l'ensemble du cheptel animal du pays.

La scénarisation de la baisse des émissions de la filière laitière s'appuie sur une série de leviers (le cheptel agroécologique, le sylvo-pastoralisme, le gaspillage et la proximité ainsi que la baisse de la consommation alimentaire) qui sont explicités ci-après.

LEVIER 1 : CHEPTEL AGRO-ECOLOGIQUE

Nous réduisons le cheptel luxembourgeois quasiment de moitié, nous passons à 50 animaux par exploitation au lieu de 88, ce qui correspond à la densité moyenne dans les exploitations laitières biologiques luxembourgeoises. De plus, l'agriculture luxembourgeoise passe progressivement en système biologique.

Point de départ en 2020 :

- 54 536 vaches laitières avec un rendement laitier de 8202 kg/vache/an, très majoritairement en système conventionnel (98%).
- 447 300 tonnes de lait produit par l'ensemble de ces vaches laitières.
- 617 exploitations de vaches laitières avec en moyenne 88 vaches par exploitation.
- Emissions vaches laitières : 238 424,56 tonnes eqCO_2
- Emissions animales : 539 383,2 tonnes eqCO_2

Point d'arrivée en 2050 :

617 exploitations de vaches laitières avec en moyenne 50 vaches par exploitation.
30 986 vaches laitières avec un rendement laitier de 5000 kg/vache/an, intégralement en système biologique.

154 931 818,18 tonnes de lait produit par l'ensemble de ces vaches laitières en un an. On applique le ratio de division du cheptel par exploitation à l'ensemble du cheptel luxembourgeois. De plus, on passe l'ensemble du système agricole conventionnel luxembourgeois en système biologique.

Emissions vaches laitières : 135 408,82 tonnes eqCO_2

L'application de ce levier seul n'est pas suffisante pour atteindre l'objectif de décarbonation fixé.

LEVIER 3 : GASPILLAGE ET PROXIMITÉ

La part de lait gaspillé dans la production laitière totale diminue drastiquement pour devenir nulle. Nous pouvons diminuer le cheptel en enlevant le nombre de vaches qui auparavant produisaient du lait gaspillé.

Point de départ en 2020 :

619 512 habitants
447 300 tonnes de lait produit
54 536 vaches laitières

D'après l'étude de Solagro, *Le scénario Afterres2050*, on estime le gaspillage de produits laitiers à 33kg/habitant/an.

En 2020 au Luxembourg, on estime donc le gaspillage de produits laitiers à 20 443 896 kg. Cela correspond à 2 493 vaches laitières avec un rendement de 8202kg/vache/an qui produisent annuellement du lait gaspillé.

Point d'arrivée en 2050 :

La population luxembourgeoise en 2050 est estimée à être de 929 181 habitants.
 $33 \times 929\,181 = 30\,662\,973$ kg soit 30 662,973 tonnes de gaspillage annuel potentiel de lait 2050.

$447\,300\,000 - 30\,662\,973 = 416\,637\,027$ kg de lait non gaspillé.

$416\,637\,027 / 8\,202 = 50\,797$ vaches laitières

Emissions vaches laitières : 221 982,89 tonnes eqCO_2

Emissions animales : 502 187,53 tonnes eqCO_2

LEVIER 2 : SYLVO-PASTORALISME

Nous mettons en place un cheptel laitier en sylvo-pastoralisme composé de brebis, de chèvres et de vaches laitières rustiques. Ce nouveau cheptel permet de diversifier la production laitière luxembourgeoise et de diminuer le nombre de vaches laitières en pâtures en système biologique.

Point de départ en 2020 :

- 54 536 vaches laitières avec un rendement laitier de 8202 kg/vache/an, très majoritairement en système conventionnel.
- 447 300 tonnes de lait produit par l'ensemble de ces vaches laitières.
- Pas de cheptel en sylvo-pastoralisme.

Point d'arrivée en 2050 :

Nombre d'animaux :

Vaches laitières rustiques : 2000 / Brebis : 12 500 / Chèvres : 5 000

Production laitière du cheptel laitier en sylvo-pastoralisme : 14 570 000 kg

Production des vaches laitières en pâture : $447\,300\,000 - 14\,570\,000 = 432\,730\,000$ kg

$432\,730\,000 / 8\,202 = 52\,759$ vaches laitières

Emissions vaches laitières : 230 556,83 tonnes eqCO_2

Emissions animales : 521 584,19 tonnes eqCO_2

L'application de ce levier seul n'est pas suffisante pour atteindre l'objectif de décarbonation fixé.

LEVIER 4 : BAISSÉ DE CONSOMMATION

En considérant les recommandations nutritionnelles pour la consommation de produits laitiers, nous pouvons connaître les besoins de la population luxembourgeoise en quantité de lait et définir le cheptel laitier en fonction.

Point de départ en 2020 :

619 512 habitants
447 300 tonnes de lait produit
54 536 vaches laitières

Les luxembourgeois consomment en moyenne 85 kg de produits laitiers par an.

D'après l'étude de Solagro, *Le scénario Afterres2050*, on recommande une consommation de produits laitiers à 44,53kg/personne/an d'un point de vue nutritionnel.

Point d'arrivée en 2050 :

La population luxembourgeoise en 2050 est estimée à être de 929 181 habitants.

$44,53 \times 929\,181 = 41\,376\,429,93$ kg de lait nécessaires à la consommation de la population luxembourgeoise de 2050.

$41\,376\,429,93 / 8\,202 = 5\,045$ vaches laitières.

Emissions vaches laitières : 22 046,65 tonnes eqCO_2

Emissions animales : 49 875,70 tonnes eqCO_2

Récapitulation des émissions animales suivant la mise en place des différents leviers :

Les émissions des vaches laitières sont calculées en fonction du nombre de vaches au sein du cheptel. Comme les leviers s'appliquent en premier lieu aux vaches laitières, les émissions animales totales sont calculées proportionnellement aux émissions des vaches laitières.

EMISSIONS ANIMALES CO_2 EN FONCTION DES LEVIERS (Tableau 21)						
	Unité	2020	Levier 1	Levier 2	Levier 3	Levier 4
Nombre de vaches laitières	1,00	54 536,00	30 986,00	52 759,00	50 797,00	5 045,00
Emissions vaches laitières tonnes eqCO_2	4,37	238 424,56	135 408,82	230 556,83	221 982,89	22 046,65
Emissions animales tonnes eqCO_2	-	539 383,20	306 332,71	521 584,19	502 187,53	49 875,70

1) Scénarisation de la décarbonation de la filière laitière et extrapolation au cheptel animal

SAISON 1 : CHEPTEL AGRO-ÉCOLOGIQUE

Il y a actuellement 617 exploitations de vaches laitières, avec en moyenne 88 animaux par exploitation, soit 54 536 vaches laitières au Luxembourg (Source : Rapport d'activités 2020 du ministère de l'Agriculture).

Au début de la saison, la baisse de l'ensemble du cheptel luxembourgeois commence. 20% de la surface agricole utile passe en système agricole biologique ainsi que 20% du cheptel total. Nous réduisons progressivement le cheptel de vaches laitières de 88 à 50 animaux pour toutes les exploitations, ce qui correspond à la moyenne actuelle pour les fermes laitières biologiques au Luxembourg. Nous appliquons ce ratio de réduction à l'ensemble du cheptel luxembourgeois, à l'exception du cheptel laitier en sylvo-pastoralisme. En effet, ce dernier se développe et représente à la fin de la saison 15,61% du cheptel laitier luxembourgeois. Il se compose de vaches rustiques, de brebis et de chèvres. Ce nouveau cheptel laitier mixte peut produire au total 384 031 000 kg de lait en 2025, dont 14,5% en lait biologique et 85,5% en lait conventionnel.

En 2025, il y a 50 000 vaches laitières, c'est une réduction de 9% du cheptel de vaches laitières de 2020. 80% d'entre elles produisent du lait conventionnel, avec un rendement laitier de 8202 kg/vache/an. Les 20% restant produisent du lait biologique avec un rendement laitier de 5000 kg/vache/an, il s'agit du rendement laitier actuel de Biog Molkerei.

En parallèle, nous savons qu'une vache laitière émet au total 4,37 tonnes CO₂éq par an, dont 4,07 tonnes éqCO₂ par an dues à sa digestion et à ses déjections et 0,30 tonnes éqCO₂ par an dues à l'épandage de son fumier. Nous utilisons ce chiffre pour l'ensemble des calculs suivants. Le cheptel de vaches laitières émet alors 218 593,74 tonnes CO₂éq en 2025.

Ainsi, en 2025, l'ensemble du cheptel luxembourgeois émet 450 431,61 tonnes CO₂éq et les autres cultures émettent 74 341,44 tonnes CO₂éq. Les émissions agricoles totales reviennent elles à 524 773,05 tonnes CO₂éq. C'est une baisse de 17% par rapport aux émissions agricoles de 2020.

SAISON 2 : SYLVO-PASTORALISME

A la fin de la saison 2, en 2030, 50% de la surface agricole utilisée est en système biologique ainsi que 50% du cheptel total luxembourgeois. Il y a désormais 40 000 vaches laitières, c'est une baisse de 27% du cheptel de vaches laitières de 2020. Elles produisent au total 240 000 000 kg de lait en un an. 50% d'entre elles produisent du lait conventionnel raisonné avec un rendement laitier de 7000 kg/vache/an et 50% d'entre elles produisent du lait biologique avec un rendement laitier de 5000 kg/vache/an.

D'autre part, le cheptel en sylvo-pastoralisme continue de s'accroître et représente désormais 21,7% du cheptel laitier luxembourgeois.

En 2030, le cheptel laitier peut produire 247 992 000 kg de lait, dont 43,55 % en lait biologique.

En 2030, le cheptel de vaches laitières émet 174 874,99 tonnes CO₂éq. L'ensemble du cheptel luxembourgeois émet 358 619,96 tonnes CO₂éq et les autres cultures émettent 46 463,40 tonnes CO₂éq. L'ensemble des émissions agricoles revient donc à 405 083,36 tonnes CO₂éq. C'est une baisse de 36% par rapport aux émissions agricoles de 2020.

SAISON 3 : GASPILLAGE ET PROXIMITÉ

A la fin de la saison 3, en 2038, 100% de la surface agricole utilisée est en système biologique ainsi que 100% du cheptel luxembourgeois. Il y a désormais 15 000 vaches laitières, c'est une baisse de 72% du cheptel de vaches laitières de 2020. Elles produisent au total 75 000 000,00 kg de lait en un an, soit 100% en lait biologique avec un rendement laitier de 5000 kg/vache/an.

D'autre part, le cheptel laitier en sylvo-pastoralisme continue de s'accroître et représente désormais 50,82 % du cheptel laitier luxembourgeois.

En 2038 le cheptel laitier peut produire 86 356 000,00 kg de lait, la totalité en lait biologique.

En 2038, le cheptel de vaches laitières émet 65 578,12 tonnes CO₂éq. L'ensemble du cheptel luxembourgeois émet 139 018,77 tonnes CO₂éq et les autres cultures n'émettent plus de CO₂, étant donné que la SAU est intégralement en système biologique. L'ensemble des émissions agricoles revient donc à 138 018,77 tonnes CO₂éq. C'est une baisse de 78% par rapport aux émissions agricoles de 2020.

D'autre part, d'après l'étude de Solagro, *Le scénario Afterres2050*, on estime le gaspillage de produits laitiers à 33kg/habitant/an.

En 2020, on estime la production laitière sans gaspillage à 426 856 104 kg, soit à 52 043 vaches laitières.

En 2038, on estime la production laitière sans gaspillage à 47 743 386,00 kg, soit à 9 549 vaches laitières. Cela correspond alors à une émission de vaches laitières de 41 746 tonnes CO₂éq et une émission agricole totale de 115 186 tonnes CO₂éq. Néanmoins, on estime que le gaspillage est réduit progressivement au cours des saisons, pour arriver à une perte quasi nulle en 2050. Nous n'avons pas abouti la recherche sur ce levier durant notre étude.

SAISON 4 : BAISSÉ DE CONSOMMATION

A la fin de la saison 4, en 2050, 100% de la surface agricole utilisée est en système biologique ainsi que 100% du cheptel luxembourgeois. Il y a désormais 6 000 vaches laitières, c'est une baisse de 89% du cheptel de vaches laitières de 2020. Elles produisent au total 30 000 000,00 kg de lait en un an, dont l'intégralité est du lait biologique, avec un rendement laitier de 5 000 kg/vache/an.

De plus, le cheptel en sylvo-pastoralisme continue de s'accroître et représente désormais 76,47% du cheptel laitier luxembourgeois. En 2050 le cheptel laitier total peut produire 44 570 000,00 kg de lait.

En 2050, le cheptel de vaches laitières émet 26 231,25 tonnes CO₂éq. L'ensemble du cheptel luxembourgeois émet 73 996,84 tonnes CO₂éq, ce qui correspond aux émissions agricoles du pays en 2050. C'est une baisse de 88,30% par rapport aux émissions agricoles de 2020. Cette émission est au-dessous de l'objectif fixé en 2050.

D'autre part et d'après l'étude de Solagro, *Le scénario Afterres2050*, on recommande une consommation maximale de produits laitiers à 44,53kg/personne/an d'un point de vue nutritionnel. Pour une population luxembourgeoise de 2050 estimée à être de 929 181 habitants, la quantité de lait nécessaire et suffisante à la population devrait être de 41 376 429,93 kg de lait pour une année. En prenant en compte la production laitière du cheptel en sylvo-pastoralisme, la quantité de lait de vache nécessaire à la consommation de la population serait de 26 806 429,93 kg, soit 5 361 vaches laitières en système biologique. Les émissions des vaches laitières seraient alors de 23 438,87 tonnes CO₂éq et les émissions agricoles totales seraient de 71 204,47 tonnes CO₂éq.

Le cheptel luxembourgeois de 2020 à 2050 (Tableau 22)					
Animaux	2020	2025	2030	2038	2050
Vaches laitières	54 536,00	50 000,00	40 000,00	15 000,00	6 000,00
Autres bovins	136 600,00	100 000,00	75 000,00	20 000,00	9 000,00
Rustiques	0,00	1 000,00	2 000,00	3 000,00	4 000,00
Ovins	9 518,00	12 000,00	14 000,00	20 000,00	25 000,00
Caprins	4 975,00	5 500,00	6 000,00	8 000,00	10 000,00
Truies	4 711,00	4 000,00	3 500,00	2 500,00	1 000,00
Autres porcins	80 337,00	70 000,00	60 000,00	30 000,00	12 000,00
Chevaux	4 443,00	4 300,00	4 000,00	3 700,00	3 000,00
Volailles	136 130,00	125 000,00	117 000,00	100 000,00	80 000,00
Total	431 250,00	371 800,00	321 500,00	202 200,00	150 000,00

BONUS : SEQUESTRATION DE CARBONE

Pour atteindre l'objectif de décarbonation fixé, il faut réduire drastiquement le cheptel luxembourgeois. Néanmoins, en reforestant massivement le territoire nous séquestrons une certaine quantité de CO². Une part de cette quantité peut compenser une augmentation du cheptel luxembourgeois.

Reforestation

Surface de forêt ajoutée : 35 545 ha
Surface de ripisylve et forêt alluviale ajoutée : 6 000 ha
Surface de prairie herbacée transformée en prairie arborée : 25% soit 18 279,75 ha
Surface d'agroforesterie en grande culture : 70% soit 30 094 ha

Bonus de reforestation

Flux de séquestration des forêts en 2050 : 852 658 tCO₂éq/an
Pourcentage de Bois d'œuvre dans les prélèvements en 2050 : 53%
Part de carbone stockée dans le bois d'œuvre prélevé : 180763,5 tCO₂éq/an
La séquestration dans le bois d'œuvre prélevé permet de compenser l'augmentation du cheptel luxembourgeois. Ici, c'est le nombre de vaches laitières qui augmentent pour permettre d'exporter une certaine quantité de lait luxembourgeois au sein de la Grande Région.

Bonus en vaches laitières

1 vache laitière = 4,37t eqCO₂
1 litre de lait bio = 0,000874t eqCO₂
L'export d'un litre de lait = 0,00624t eqCO₂
1 litre de lait bio exporté = 0,007114 t eqCO₂
180763,5 / 0,007114 = 25 409 544,56 litres de lait bio exportables
25 409 544,56 / 5000 = 5 082 vaches laitières dont le lait produit serait dédié à l'export.
Avec la séquestration carbone dans le bois d'œuvre prélevé dans le Grand-Duché permettrait de compenser le carbone émit par la production et l'exportation de 25 409 544,56 litres de lait biologique de 5 082 vaches laitières luxembourgeoises.

Bonus en SUV

La séquestration dans le bois d'œuvre prélevé pourrait aussi permettre une augmentation de la présence de SUV sur le territoire.

2018 - Emissions GES sur le cycle de vie d'un véhicule :

48 t CO₂/véhicule SUV thermique → possibilité d'avoir 3765 SUV thermiques.

11 t CO₂/véhicule SUV électrique → possibilité d'avoir 16433 SUV électriques.

2030 - Emission GES sur le cycle de vie d'un véhicule :

43 t CO₂/véhicule SUV thermique → possibilité d'avoir 4203 SUV thermiques.

8,2 t CO₂/véhicule SUV électrique → possibilité d'avoir 22044 SUV électriques.

Soit environ 1 SUV électrique pour 50 habitants.

Source : Rapport WWF, "L'impact écrasant des SUV sur le climat", 2020, page 42.

SURFACES

Luxembourg :

Surface totale du Luxembourg en 2020 : 278 131,68 ha
Surface dédiée au lait en 2020, c'est-à-dire la surface de pâture et la surface de champs dédiées aux vaches laitières :
Soit surface de pâtures = 30 092,39 ha et surface de champs = 12 038,62 ha
Soit au total 42 131,01 ha, soit 15% de la surface totale du pays.
Surface forestière en 2020 : 94 159,01ha, soit 33 % de la surface totale du pays.

Région fonctionnelle :

Surface totale de la région fonctionnelle : 1 174 908,31 ha
Surface dédiée au lait en 2020 : 145 727,19 ha soit 12,4% de la surface totale de la région fonctionnelle.
Surface forestière en 2020 : 438690,09 ha, soit 37,3% de la surface totale de la région fonctionnelle.

E) BILAN DES TRANSPORTS ALIMENTAIRES 2050

1) Diminution des quantités de lait transportées et arrêt progressif des circuits longue distance

Tableau 23 : Parts et émissions de la production laitière luxembourgeoise exportée en 2020.

	2020	Tonnes de lait	Tonnes eqCO ₂ /an	éq CO ₂ d'une tonne de lait
	Production au Luxembourg	447 300,00		
Export	Circuit export international	121 739,00	51 366,11	2,37
	Circuit Ukraine	78 889,00	2 930,07	26,92
	Circuit Grande Région	121 523,00	758,72	160,17
	Circuit Luxembourg	134 618,00	840,47	160,17
	Total export	456 769,00	55 895,37	

Tableau 24 : Parts et émissions de la production laitière luxembourgeoise exportée de 2025 à 2050.

	2025	2030	2038	2050
Population	671 123,50	722 735,00	825 958,00	929 181,00
Quantité de lait produite (t)	386 508,46	247 992,00	86 356,00	44 570,00
Part enlevée au circuit d'export total (t)	60 791,54	199 308,00	360 944,00	402 730,00
Part enlevée au circuit d'export international (t)	60 791,54	121 739,00	121 739,00	121 739,00
Part enlevée au circuit d'export Ukraine (t)	-	77 569,00	78 889,00	78 889,00
Part enlevée au circuit d'export Grande Région (t)	-	-	121 523,00	121 523,00
Part enlevée au circuit luxembourgeois (t)	-	-	38 793,00	80 579,00
Gain en émissions de tonnes CO₂éq transport/an	25 650,16	54 247,15	55 297,10	55 557,98
Gain en émissions de tonnes CO₂éq transport/hab/an	0,04	0,08	0,07	0,06

2) Collecte et distribution de proximité - lait

On simule une nette baisse de la consommation de lait et produits laitiers par habitant soit au total 41 376 tonnes/an.

On simule également une organisation logistique de la collecte et de la distribution plus ancrée au territoire et limitant les distances parcourues liées au fait que les activités productives sont d'un part plus proches des lieux de consommation : plus de vente directe et donc des trajets des consommateurs en modes doux vers les fermes ; et d'autre part les volumes produits correspondent aux besoins de la population : les tournées sont faites en citerne seule (plus de remorque) et collectent le lait dans moins de fermes (4 par tournées contre 8 en 2020) ; et enfin qu'il y a davantage de coordination entre les laiteries : la collecte de lait dans les fermes s'organise selon un logique de proximité et non plus d'adhésion à une coopérative, dès lors la laiterie du centre du pays collecte le lait bio dans les fermes voisines, celle du sud du pays les fermes les plus proches ; de même la distribution ne se fait pas selon une logique de clientèle mais de proximité. Finalement, la collecte et la distribution répondent à une logique de proximité avec réduction des distances parcourues et donc des émissions.

(Le même type de véhicule et de carburant diesel est néanmoins simulé ne tenant pas compte d'éventuels gains techniques/technologiques)

Pour la collecte, on prévoit 2 types de collecte.

- Une tournée de collecte en camion-citerne, collectant chacun 15 000 l de lait par tournée. La tournée simulée est celle de type 2C (schéma) qui correspond à une tournée de 52 km pour collecter 4 fermes.
- Un approvisionnement en vente directe des consommateurs dans les fermes voisines, en mode doux : pas de transport ni d'émission. Hypothèse : 30% des volumes produits sont ainsi vendus, soit 12 413 tonnes/an.

Tableau 25 : Bilan de la collecte de lait sur le marché luxembourgeois

Collecte marché lux 41 376.4 t	"Total GES (kg eq CO2) tournée"	Nb de tournée j	Nb de tournée an	Nb semi-remorque/an	Nb de 18T an	Vol annuel	Vol/véhicule (T)	Nb km tournée	Nb km jour	Nb km an	"Total GES (kg eq CO2) an"
Type 2 : tournée fermes proches Luxlait/luxlait Roost	42,5135	5,29013716		0	1930,900063	28 963,5	15	52,43	277,3618913	101237,0903	82089,31985
Type 6 : 30% des volumes vendu en vente directe						12 412,9					

Tableau 26 : Synthèse de la collecte de lait sur le marché luxembourgeois en 2050

COLLECTE - 2050	
Total en T/an	41 376
Nb semi-remorque/an	0
Nb de citernes/an (15 000 l)	1 931
Nb avion	
Nb cargo (1000 conteneurs)	
Km parcourus/an	101 237
Total GES (kg eq CO2)/an	82 089
Total GES (T eq CO2)/an	82,09

Ainsi, il reste 28 963 tonnes de produits laitiers collectés par les laiteries du pays à distribuer chez les commerçants luxembourgeois.

Nous simulons deux types de tournées (50% des volumes pour chaque type), comme en 2020 : une de massification (3 clients livrés avec un semi-remorque) et une de détail (9 clients livrés avec un camion 18T).

Tableau 27 : Collecte de lait sur le marché luxembourgeois en 2050

Distrib marché lux 28 963.5 t	"Total GES (kg eq CO2) tournée"	Nb de tournée j	Nb de tournée an	Nb semi-remorque an	Nb de 18T an	Vol annuel	Vol/véhicule (T)	Nb km tournée	Nb km jour	Nb km an	"Total GES (kg eq CO2) an"
Type 1 : tournée 1 massification semi-remorque	79,29698	1,526001104		556,9904029	0	14481,75048	26	117,339	179,0594435	65356,69689	44167,65684
Type 2 : tournée 2 détail 18 t	94,3691	3,96760287		0	1448,175	14481,75048	10	139,627	553,9844859	202204,3374	136662,9759
Total						28 963,5				267561,0343	180830,6327

D'où la possibilité de mise en place en 2050 d'une logistique de collecte et de distribution de proximité et circuits nationaux sans importation ou exportation.

Pour prendre la mesure de l'impact d'une organisation logistique limitant les transports, voici les chiffres 2020 correspondant aux véhicules, km et émissions uniquement pour la distribution au Luxembourg (sans collecte).

Synthèse de la collecte de lait sur le marché luxembourgeois en 2020 (tableau 28)		
	Distribution marché luxembourgeois 2020 (sans collecte)	Distribution marché luxembourgeois 2050 (sans collecte)
Total en T an	134 618	41 376
Nb semi-remorque/an	2 589	557
Nb de camion 18T/an	6 731	1 448
Nb de citernes	0	1 931
Km parcourus/an	1 243 583	368 798
"Total GES (kg eq CO2) an"	840 474	262 920
"Total GES (T eq CO2) an"	840	263

TVK

(Gwendal Curien et David Malaud)

La construction bois

LA CONSTRUCTION BOIS

A) GESTION DES FORÊTS ET FILLIÈRE BOIS

Le scénario prévu pour le Luxembourg repose sur le développement d'une sylviculture à la fois productive et durable, comme pour l'agriculture. Les principes de l'agroécologie peuvent s'appliquer également à la forêt. L'objectif est de maintenir un haut niveau de production tout en augmentant la valeur écologique et la résistance des systèmes forestiers, dans un contexte climatique qui devrait devenir de moins en moins favorable.

La biomasse forestière constitue un puit de carbone conséquent. Les forêts luxembourgeoises ne sont pas toutes parvenues au stade climacique, c'est-à-dire un état stable dans lequel la mortalité compense la régénération, en conséquence de quoi elles stockent toujours aujourd'hui du carbone, bien qu'en faible quantité. Dans des conditions où la forêt est toujours jeune, le non-prélèvement de bois constitue une forme de stockage de carbone, que l'on peut comparer aux différentes formes d'utilisation du bois. Par la suite, pour des forêts gérées durablement, le prélèvement de bois ne modifie pas le stock sur pied. En fonction des utilisations du bois, on compte donc des bénéfices variables au regard du bilan carbone du système :

- La substitution de bois énergie (BE) vient diminuer les émissions de gaz carbonique dues au déstockage de carbone engendré par la combustion d'une ressource fossile qui aurait été utilisée à la place.
- Un usage de long terme, la plupart du temps via le bois d'œuvre (BO) utilisé pour la construction, permet de stocker du carbone sur plusieurs décennies, générations, voire siècles, et de réduire les usages de matériaux à forte empreinte carbone (acier, béton).
- Un usage de moyen terme, pour le bois d'industrie par exemple (BI : papier, meubles), constitue un cycle plus court, de quelques années en moyenne, et ne constitue pas une forme durable de stockage. Toutefois, comme pour le BE ou le BO, il peut permettre d'éviter l'usage de matériaux plus polluants.

Généralement, on oppose un effet « séquestration » (stocker du carbone dans les écosystèmes forestiers ou dans les produits bois) et un effet « substitution » (remplacer des énergies et matériaux à forte empreinte carbone - fossiles, aluminium, béton...- par des produits biosourcés).

Il existe un consensus assez large de priorisation au bois matériau pour la construction, qui offre les durées de stockage les plus longues, mais encore faut-il que les débouchés en BO existent, ce qui n'est pas le cas pour le bois d'œuvre feuillu actuellement. La forêt luxembourgeoise est constituée pour deux tiers de feuillus, tandis que la demande porte surtout sur les résineux qui ont un meilleur rendement. Augmenter le bois dans la construction pourrait conduire paradoxalement à une augmentation des importations de résineux, voire de bois non certifié provenant de la déforestation, alors que la forêt feuillue resterait sous-valorisée. Un changement dans les politiques sylvicoles devra donc nécessairement être accompagnée d'un développement des usages du bois d'œuvre feuillu.

Il devient également de plus en plus pressant de prendre en compte les effets du changement climatique. En comparaison à l'agriculture, les contraintes d'adaptation sont beaucoup plus fortes pour la forêt. La réponse des forêts aux événements extrêmes comme aux évolutions de fond - stress hydrique, tempêtes, augmentation des besoins en eau du fait d'un allongement des périodes de végétation, apparition de nouvelles maladies - est difficile à prévoir. On sait du moins que la forêt résineuse luxembourgeoise, en particulier ses pessières (plantations d'épicéas, souvent installées sur des terrains privés il y a moins d'un siècle dans une optique de rentabilité), sont menacées par l'élévation des températures et les parasites, notamment le scolyte. On estime que d'ici dix à quinze ans, une grande partie de ces forêts auront disparu. Le scénario développé ici propose d'accompagner cette transition en douceur, en poursuivant les coupes rases dans les forêts résineuses et en replantant des essences feuillues natives et plus adaptées à la région et aux évolutions du climat. Ces transformations sont lisibles dans le [tableau 29](#) détaillant les surfaces boisées par types de peuplement. D'ici 2050, on prévoit également une augmentation de la biomasse forestière liée à la plantation de ripisylves le long des cours d'eau et au développement de l'agroforesterie.

B) ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE BOIS 2020 / 2050

Notions

Accroissement : autrement dit, la production biologique annuelle. Masse de matière fixée par photosynthèse dans l'année et participant à l'accroissement du volume planté, notamment par hectare.

Prélèvements annuels : les prélèvements désignent la quantité de bois obtenue, tous usages confondus, que l'on classe entre bois d'œuvre, bois d'industrie et bois énergie. Ce sont ces volumes qui sont estimés, soit à partir de l'EAB (enquête annuelle de branche), soit par d'autres méthodes lorsqu'il s'agit de circuits hors EAB. Leur addition donne les prélèvements nets. Les prélèvements bruts incluent les pertes de masse, de l'ordre de 10 % des prélèvements.

Taux de prélèvement : il s'agit des prélèvements rapportés à l'accroissement annuel. Il s'agit d'un indicateur de durabilité de l'exploitation forestière : à l'échelle d'un massif, le taux de prélèvement sur le long terme doit rester inférieur à la production biologique annuelle si l'on ne veut pas le décapitaliser. Ici, on exprime le taux de prélèvement en pourcentage de l'accroissement.

Disponibilité : la disponibilité, ou encore potentiel de récolte, tient compte de la production biologique annuelle nette cumulée entre deux dates de récolte. En agriculture, la disponibilité des cultures annuelles est de 100 % de la production biologique, mais en sylviculture le cycle n'est pas annuel et il est nécessaire de raisonner sur une plus longue durée. La disponibilité est une notion qui dépend des objectifs de la sylviculture : elle est différente si l'objectif est de produire du bois d'œuvre sur une longue durée (100 ans en chênaie) ou du bois d'industrie sur des cycles plus courts (20 ans en peupleraie, 7 ans pour les taillis voire 3 à 5 ans pour les TCR, taillis à courte rotation).

Pour les calculs suivants, on distingue les taux d'accroissement qui diffèrent selon qu'on s'intéresse aux futaies feuillues ou résineuses. Pour les jeunes futaies (on prend en compte ici celles qui sont plantées suivant notre scénario pour remplacer les pessières, ainsi qu'en agroforesterie et en ripisylves), on ne considère que l'accroissement du bois d'énergie et du bois d'industrie potentiels, c'est-à-dire un prélèvement minime tant que l'arbre n'a pas atteint sa maturité.

Vers l'horizon 2050, le scénario présente un taux de prélèvement qui tend à diminuer (passant de 60% aujourd'hui à 40%). À partir des valeurs de surface par types de peuplement, des taux d'accroissement et des taux de prélèvement, il est possible d'estimer la production de la filière bois en fonction des orientations proposées pour les politiques sylvicoles.

Scénario d'évolution des surfaces boisées par types de peuplement (Tableau 29)																			
Types de peuplements		Surface par année																	
		2000		2010		2020		2025		2030		2040		2050		2080		2100	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Sylviculture feuillus	Futaies	58 250	69	58 050	67	56 768	64	56 768	50	57 000	48	58 000	40	58 050	34	123 682	73	123 682	73
	Jeunes futaies (pas de BO)	-	-	-	-	-	-	20 000	18	35 868	30	50 868	35	65 632	39	-	-	-	-
	Coupes rases	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sylviculture résineux	Futaies	26 200	31	27 250	32	30 868	35	15 868	14	10 000	8	10 000	7	10 000	6	10 000	6	10 000	6
	Jeunes futaies (pas de BO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coupes rases	550	1	850	1	1 100	1	15 000	13	5 868	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Agroforesterie feuillus	Futaies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34 780	21	34 780	21
	Jeunes futaies (pas de BO)	-	-	-	-	-	-	5 000	4	10 000	8	25 000	17	34 780	21	-	-	-	-
	Coupes rases	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		85 000	100	86 150	100	88 700	100	112 636	100	118 736	100	143 868	100	168 462	100	168 462	100	168 462	100

Variables

	Feuillus	Résineux	Jeunes futaies (prélèvement du BIBE potentiel seul)
Accroissement (m3/ha/an)	7	15	2

Quantité de prélèvements par type de peuplements forestiers (Tableau 30)

Types de prélèvements		Prélèvements par année																	
		2000		2010		2020		2025		2030		2040		2050		2080		2100	
		(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)	(m3)	(%)
Sylviculture feuillus	BO	50 558	33	27 758	17	25 981	17	48 111	20	70 610	30	91 392	45	118 275	55	207 786	60	207 786	60
	BI	90 931	58	100 640	62	96 895	63	144 334	60	117 684	50	81 238	40	64 514	30	86 577	25	86 577	25
	BE	14 018	9	33 603	21	31 884	21	48 111	20	47 074	20	30 464	15	32 257	15	51 946	15	51 946	15
	Sous-total	155 507	52	162 000	27	154 759	34	240 557	64	235 368	73	203 094	72	215 046	71	346 310	69	346 310	69
Sylviculture résineux	BO	72 855	51	165 733	39	91 250	31	52 363	40	37 500	50	36 000	60	36 000	60	36 000	60	36 000	60
	BI	51 688	36	200 684	47	161 987	54	58 908	45	26 250	35	15 000	25	15 000	25	15 000	25	15 000	25
	BE	18 583	13	62 371	15	44 808	15	19 636	15	11 250	15	9 000	15	9 000	15	9 000	15	9 000	15
	Sous-total	143 127	48	428 788	73	298 045	66	130 908	35	75 000	23	60 000	21	60 000	20	60 000	12	60 000	12
Agroforesterie feuillus	BO													6 956	25	58 430	60	58 430	60
	BI							3 575	65	6 500	65	13 000	65	13 912	50	24 346	25	24 346	25
	BE							1 925	35	3 500	35	7 000	35	6 956	25	14 608	15	14 608	15
	Sous-total							5 500	1	10 000	3	20 000	7	27 824	9	97 384	19	97 384	19
Taux de prélèvement (en % de l'accroissement)		30	60	55	55	50	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Total		298 634	100	590 788	100	452 804	100	376 965	100	320 368	100	283 094	100	302 870	100	503 694	100	503 694	100

Sol&Co

(Anne Blanchart et Quentin Vincent)

TVK

*(Samuel Cabiron, Gwendal Curien,
Juliette Gonnin, et David Malaud)*

La gestion durable des sols : méthodologie métrique

LA GESTION DURABLE DES SOLS : Méthodologie métrique

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 CO₂ 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 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 réels 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 biogéochimiques, et éviter l'érosion.

A) UNE GRILLE D'ANALYSE MUTICRITÈRES : GES (CO₂, CH₄), Azote, Biodiversité

Les types de sols, les usages et surtout, les modes de gestions et les pratiques sont très diverses. Faire une liste parfaitement exhaustive est probablement très complexe au vu du nombre de modes de gestion des sols qui existent. Toutefois, afin d'avoir la vision la plus réaliste possible, un premier tableau recensant un maximum de modes de gestion a été réalisé. Ces modes de gestions ont été sélectionnés car, sont les plus courants et connus comme ayant un effet (positif ou négatif) sur trois fonctions : (1) la **production de gaz à effet de serre**, (2) le **cycle de l'azote** et (3) l'accueil de la **biodiversité**. Bien sûr, ces différentes fonctions sont souvent impactées en simultané lors de changement des modes de gestion et pratiques.

Tableau 32 : Grille d'analyse sols/usages/ gestion

USAGE	SOUS-USAGE	MODE DE GESTION	PRATIQUE	SOUS-PRATIQUE	
SOL FORESTIER					
Sylviculture	Forêt de conifères	Futaie	Régulière		
			Irrégulière		
	Forêt de feuillus	Coupe rase			
		Futaie	Régulière		
			Irrégulière		
		Taillis	Simple		
			Fureté		
	Taillis sous futaie				
	Coupe rase				
	Forêt mixte	Futaie	Régulière		
			Irrégulière		
		Taillis	Simple		
		Fureté			
Taillis sous futaie					
Coupe rase					
Domanial	Forêt de conifères	Futaie	Régulière		
			Irrégulière		
	Forêt de feuillus	Coupe rase			
		Futaie	Régulière		
			Irrégulière		
		Taillis	Simple		
			Fureté		
	Taillis sous futaie				
	Coupe rase				
	Forêt mixte	Futaie	Régulière		
			Irrégulière		
		Taillis	Simple		
		Fureté			
Taillis sous futaie					
Coupe rase					
Landes et broussailles	Taillis				
	Zone en régénération naturelle				
Forêt et végétation arbustive en mutation	Taillis				
	Zone en régénération naturelle				

SOL AGRICOLE					
Prairie	Permanente	Fauchage	Fauche régulière		
			Fauche différenciée		
		Pâturage	Continue		
			Rationné		
			Tournant		
			Débroussaillage		
	Temporaire	Fauchage	Fauche régulière		
			Fauche différenciée		
		Pâturage	Continue		
			Rationné		
	Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole		Conventionnel		
			Raisonné		
			Biologique		
		Agroécologique			
Champs	Conventionnel	Labour	Profond		
			Monoculture		
			Amendement	Minéral	
			Utilisation de produit phytosanitaire de synthèse		
		Raisonnée	Bandes enherbées	Labour	TCS
				Bandes enherbées	
				Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))
				Biofumigation	
			Paillage et couvert permanent	Cultures associées	
				Résidus de cultures laissés au sol	
				Lutte contre l'érosion	
				CIPAN	
	Plantation de haie		Haies basses		
			Plantation de haie	Haies hautes	
			Réduction de la consommation de l'eau		
	Biologique	Labour	TCS		
			Bandes enherbées		
			Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))	
			Biofumigation		
		Paillage et couvert permanent	Cultures associées		
			Résidus de cultures laissés au sol		
			Lutte contre l'érosion		
			CIPAN		
		Plantation de haie	Haies basses		
			Plantation de haie	Haies hautes	
			Réduction de la consommation de l'eau		
	Agroécologique	Bandes enherbées			
			Amendement	Déchets verts	
			Biofumigation		
			Paillage et couvert permanent		
		Cultures associées	Résidus de cultures laissés au sol		
			Lutte contre l'érosion		
			CIPAN		
			Plantation de haie	Haies basses	
		Plantation de haie	Haies hautes		
			Réduction de la consommation de l'eau		
	Permaculture	Bandes enherbées			
			Amendement	Déchets verts	
			Biofumigation		
			Paillage et couvert permanent		
		Cultures associées	Résidus de cultures laissés au sol		
			Lutte contre l'érosion		
			CIPAN		
			Plantation de haie	Haies basses	
Plantation de haie		Haies hautes			
		Réduction de la consommation de l'eau			

Systèmes cultureux et parcellaires complexes	Conventionnel		
	Raisonné		
	Biologique		
	Agroécologique		
Territoires agroforestiers (inexistant)	Conventionnel		
	Raisonné		
	Biologique		
	Agroécologique		
Pelouses et pâturages naturels (existant négligeable)	Conventionnel		
	Raisonné		
	Biologique		
	Agroécologique		
Vergers	Conventionnel	Labour	Profond
		Monoculture	
		Amendement	Minéral (1,2t CO2 eq/an/ha (N2O))
		Utilisation de produits phytosanitaires de synthèse	
		Bandes enherbées	
	Raisonnée	Labour	TCS
		Bandes enherbées	
		Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))
		Biofumigation	
		Paillage et couvert permanent	
		Cultures associées	
		Résidus de cultures laissés au sol	
		Lutte contre l'érosion	
		CIPAN	
		Plantation de haie	Haies basses
	Plantation de haie	Haies hautes	
		Réduction de la consommation de l'eau	
	Biologique	Labour	TCS
		Bandes enherbées	
		Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))
		Biofumigation	
		Paillage et couvert permanent	
		Cultures associées	
		Résidus de cultures laissés au sol	
		Lutte contre l'érosion	
		CIPAN	
		Plantation de haie	Haies basses
	Plantation de haie	Haies hautes	
		Réduction de la consommation de l'eau	
	Agroécologique	Labour	TCS
		Bandes enherbées	
		Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))
		Biofumigation	
		Paillage et couvert permanent	
		Cultures associées	
		Résidus de cultures laissés au sol	
		Lutte contre l'érosion	
		CIPAN	
		Plantation de haie	Haies basses
	Plantation de haie	Haies hautes	
	Réduction de la consommation de l'eau		
Permaculture	Labour	TCS	
	Bandes enherbées		
	Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))	
	Biofumigation		
	Paillage et couvert permanent		
	Cultures associées		
	Résidus de cultures laissés au sol		
	Lutte contre l'érosion		
	CIPAN		
	Plantation de haie	Haies basses	
Plantation de haie	Haies hautes		
	Réduction de la consommation de l'eau		
Vignobles	Conventionnel		
	Raisonné		
	Biologique		
	Agroécologique		

SOL URBAIN				
Espaces verts	Intensif	Fauchâge	Fauche régulière	
		Utilisation de produits phytosanitaires de synthèse		
		Pas de résidus laissés au sol		
	Gestion différenciée	Fauchâge	Fauche différenciée	
		Bandes enherbées		
		Amendement	Déchets verts	
		Biofumigation		
		Paillage et couvert permanent		
		Plantations associées		
		Résidus de cultures laissés au sol		
		Plantation de haie	Haies basses	
		Plantation de haie	Haies hautes	
	Réduction de la consommation de l'eau			
Jardins 'privés'	Potager	Insentif	Labour	Profond
			Monoculture	
			Amendement	Minéral (1,2t CO2 eq/an/ha (N2O))
			Utilisation de produits phytosanitaires de synthèse	
			Bandes enherbées	
		"Ecologique"	Labour	TCS
			Bandes enherbées	
			Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))
			Biofumigation	
			Paillage et couvert permanent	
	Cultures associées			
	Résidus de cultures laissés au sol			
	Lutte contre l'érosion			
	CIPAN			
	Plantation de haie		Haies basses	
	Plantation de haie	Haies hautes		
	Réduction de la consommation de l'eau			
	Agrément/ Loisir	Insentif	Labour	Profond
			Monoculture	
			Amendement	Minéral (0,8t CO2 eq/an/ha (N2O))
			Utilisation de produits phytosanitaires de synthèse	
			Bandes enherbées	
		"Ecologique"	Sols scellés nombreux	
			Labour	TCS
			Bandes enherbées	
			Amendement	Déchets verts (0,1t CO2 eq/an/ha (N2O))
			Biofumigation	
			Paillage et couvert permanent	
			Cultures associées	
			Résidus de cultures laissés au sol	
Lutte contre l'érosion				
CIPAN				
Plantation de haie			Haies basses	
Plantation de haie			Haies hautes	
Réduction de la consommation de l'eau				
Sols scellés peu nombreux				
Tissu urbain continu (+/= 80% surface imperméable)				
Tissu urbain discontinu (entre 30 et 80% surface imperméable)				
Espaces verts urbains (Parcs urbains et cimetières avec végétation)				
Equipements sportifs et de loisirs				
Extraction de matériaux				
Chantiers				
Réseaux routiers et ferroviaires avec espaces associés				
Zones industrielles, Zones commerciales, Installations publiques, Zones portuaires, Aéroport				

SOL HYDROMORPHE

Zone humide	Reserve de biodiversité	Zone centrale	Drainage
		Zone centrale	Débroussaillage
		Zone tampon	
		Zone extérieurs de transition	
	Tourbières		
	Mares		
	Marais		
	Forêts alluviales		
	Prairie Permanente	Fauchâge	Fauche régulière
			Fauche différenciée
		Pâturage	Continue
			Rationné
			Tournant
			Débroussaillage
	Prairie Temporaire	Fauchâge	Fauche régulière
			Fauche différenciée
		Pâturage	Continue
			Rationné
Tournant			
Débroussaillage			

Légende:

	Cycle azote
	Cycle azote et GES
	GES
	GES et Biodiversité
	Biodiversité
	Cycle azote et biodiversité
	Cycle azote, GES et biodiversité

Cycle de l'azote: Cette fonction est prise en compte lorsqu'un processus biogéochimique impliquant principalement les différentes formes de l'azote (diazote, nitrate, nitrite, ammoniac, azote organique) est modifié de façon notable.

Biodiversité: Cette fonction est prise en compte lorsqu'un indicateur biologique (abondance, diversité, fonction) est modifié de façon notable.

GES (Gaz à effet de serre): Cette fonction est prise en compte quand le stock ou le flux d'un GES est modifié de façon notable.

B) UN OUTIL DE CALCUL ADAPTÉ (Aldo ^{LIT})

Aldo est un outil mis à disposition par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise des Énergies) permettant d'estimer les stocks et les flux de carbone des sols et forêts à l'échelle d'un EPCI (structure intercommunale française). Afin d'appliquer sa méthodologie au territoire luxembourgeois, il a été nécessaire d'adapter cet outil de plusieurs façons : d'abord pour accommoder l'écart d'échelle vis-à-vis de l'usage initialement prévu ; ensuite pour en retrancher le calcul des produits de la filière bois, qui aura été réalisé séparément ; enfin pour accorder les bases de données déjà intégrées à celles correspondant au Grand-Duché (types d'occupation des sols, variation de ces surfaces, valeurs de référence des stocks/flux de carbone associés).

Pour comprendre le fonctionnement d'Aldo, il est important de bien distinguer les notions de stock et de flux de carbone.

1) Stockage du carbone dans la biomasse

À l'échelle globale, les sols et les forêts (y compris les produits issus du bois) séquestrent, sous forme de biomasse vivante ou morte, 3 à 4 fois plus de carbone que l'atmosphère. Toute variation négative ou positive de ces stocks, même relativement faible, peut influencer sur les émissions de gaz à effet de serre. Nous prenons en considération dans nos calculs quatre réservoirs de carbone : le sol, la litière, la biomasse aérienne et la biomasse racinaire. Pour chacun d'entre eux, des stocks de carbone de référence par type d'occupation de sol sont attribués. Ces stocks de référence se traduisent par la quantité de carbone stocké (en tonnes de carbone - tC) dans un hectare d'une occupation de sol donnée.

Puisqu'il n'existe pas de mesures précises pour le Luxembourg, nous avons croisé les données de plusieurs études françaises et extrait les valeurs correspondant à des régions géologiques et pédoclimatiques proches du territoire luxembourgeois. Ensuite, les stocks totaux de carbone par occupation du sol ont été obtenus en faisant le produit de ces stocks de référence avec les surfaces associées à chaque occupation du sol correspondante sur la région étudiée.

2) Variations de ces réservoirs

Les valeurs obtenues pour les stocks de carbone reflètent une estimation du potentiel de stockage d'un territoire. En pratique, les réserves totales de carbone à un instant *t* n'atteignent souvent jamais leur maximum de capacité, car le processus de stockage ou de déstockage n'est pas immédiat. D'où la notion de flux de carbone, autrement dit la vitesse à laquelle varient les stocks. Ces variations peuvent être dues à différents facteurs. Ceux que nous retenons sont : le changement d'un type d'occupation du sol vers un autre ; en forêt, la mortalité et les prélèvements de bois soustraits à la production biologique (accroissement de la biomasse en fonction de l'âge et de la composition de la forêt) ; et enfin le potentiel d'accroissement des stocks de carbone liés à divers modes de gestion responsables.

De même que pour le calcul des stocks, les flux totaux de carbone sont obtenus en faisant le produit des flux unitaires (en tC·ha·an) par changement d'occupation du sol/composition forestière avec les variations de surfaces (ha·an) associées à chaque changement d'occupation du sol/composition forestière correspondante. Puisque les flux impliquent une variation dans le temps, leur calcul doit être réalisé que sur une période donnée et non un instant précis. Ici, le calcul est donc effectué en s'appuyant sur les changements d'occupation des sols, de compositions forestières et de modes de gestions prévus pour le territoire luxembourgeois entre 2020 et 2050. Les flux de séquestration obtenus sont des chiffres positifs car ils correspondent, sur cette période, aux quantités moyennes de carbone qui pourraient être séquestrées chaque année par les sols et la biomasse de la région.

C) STOCKS ET FLUX DE CARBONE 2020

Surfaces et stocks de CO² :

Tableau 33 : Stock de carbone selon les types d'occupation des sols - 2020

Surfaces	%	ha	Sol (30 cm)	Litière	Biomasse	Tous réservoirs	Tous réservoirs	Sol + litière	Biomasse	
			tC							tC
cultures										
	cultures conventionnelles	17,96	2 622 113	2 622 113		1 444 512	4 066 624	11	12	9
prairies	prairies herbacées	24,54	6 142 500	6 142 500	-	-	6 142 500	16	27	0
	prairies arborées	0,00	-	-	-	-	-	-	0	0
vergers	vergers conventionnels	0,83	105 601	105 601		36 731	142 332	-	0	0
vignes	vignobles conventionnels	1,91	206 701	206 701		26 500	233 201	1	1	0
forêts	feuillus	20,07	4 521 100	4 521 100	502 344	8 372 408	13 395 852	35	22	54
	mixtes	9,00	2 028 648	2 028 648	225 405	3 506 306	5 760 359	15	10	23
	conifères	4,78	1 077 132	1 077 132	119 681	1 595 750	2 792 563	7	5	10
	peupleraies	0,00	-	-	-	-	-	0	0	0
zones hydromorphes	ripisylves et forêts alluviales	0,00	-	-	-	-	-	0	0	0
	marais et prairies humides	0,02	5 696	5 696		-	5 696	0	0	0
urbain	tissu urbain continu	0,25	20 612	20 612		-	20 612	0	0	0
	tissu urbain discontinu	20,56	5 145 818	5 145 818		400 230	5 546 048	15	23	3
	espaces verts urbains	0,10	22 158	22 158		13 130	35 288	0	0	0
total	total	100	27 813 2	21 898 079	847 431	15 395 567	38 141 077	100	100	100
				57%	2%	40%				

Stock total (tC)	38 141 077
Stock total (tCO₂eq)	139 850 615

D) STOCKS ET FLUX DE CARBONE 2050

Surfaces :

Tableau 34 : Stock de carbone selon les types d'occupation des sols - 2050

Surfaces		%	ha	Sol (30 cm)	Litière	Biomasse	Tous réservoirs	Tous réservoirs	Sol + litière	Biomasse
				tC	tC	tC	tC	%	%	%
cultures	cultures conventionnelles	5,25	12897,17	677 101		1 444 512	2 121 613	5	3	6
	prairies herbacées	4,18	10266,25	923 963		-	923 963	8	4	0
prairies	prairies arborées	7,43	18279,75	1 645 178		877 428	2 522 606	-	8	4
vergers	vergers conventionnels	5,86	14400,04	662 402		230 401	892 802	-	3	1
vignes	vignobles conventionnels	2,16	5300,03	206 701		26 500	233 201	1	1	0
forêts	feuillus	0,00	0,00	-	-	-	-	0	0	0
	mixtes	53,56	131704,00	10 668 024	1 185 336	18 438 560	30 291 920	70	56	83
	conifères	0,00	0,00	-	-	-	-	0	0	0
	peupleraies	0,00	0,00	-	-	-	-	0	0	0
zones hydromorphes	ripisylves et forêts alluviales	2,44	6000,00	750 000	54 000	900 000	1 704 000	4	4	4
	marais et prairies humides	0,41	1000,00	125 000		-	125 000	0	1	0
urbain	tissu urbain continu	0,28	687,08	20 612		-	20 612	0	0	0
	tissu urbain discontinu	18,33	45071	4 056 426		315 500	4 371 926	10	19	1
	espaces verts urbains	0,11	273,55	22 158		13 130	35 288	0	0	0
total		100	245879	19 757 564	1 239 336	22 246 030	43 242 931	100	100	100
				46%	3%	51%				

Flux de CO² :

Tableau 35 : Flux de carbone selon les types de surfaces forestières - 2050

	Biomasse en forêts - Flux de C totaux (tC·an ⁻¹) - initial/final	Flux
COMPOSITION FORET	feuillus	-
	mixtes	225 415
	conifères	-
	peupleraies	-

Tableau 36 : Flux de séquestration de carbone selon les types d'occupation des sols - 2050

Occupation	Flux de séquestration (tC·an ⁻¹)
cultures	0,0
prairies	17600,0
marais et prairies humides	2288,3
vergers	-9648,8
vignes	0,0
espaces verts urbains	0,0
tissu urbain discontinu	0,0
tissu urbain continu	0,0
forêt	7128,0
ripisylves et forêts alluviales	25785,5

Tableau 37 : Synthèse des flux - 2050

Flux total de C sol et litière (tC·an ⁻¹)	12 322
Flux total de CO ₂ sol et litière (tCO ₂ ·an ⁻¹)	45 180
Flux total de C biomasse (tC·an ⁻¹)	256 246
Flux total de CO ₂ biomasse (tCO ₂ ·an ⁻¹)	939 568
Flux total de C (tC·an ⁻¹)	268 568
Flux total de CO ₂ (tCO ₂ ·an ⁻¹)	984 748

Partie Prenante
(Manon Loisel et Mathilde François)

Coalitions et jeux d'acteurs

Eléments de benchmark pour la mise en récit de la transition écologique du Luxembourg

Acteurs, coalitions et négociations

Focus sur la transition écologique de la gestion des forêts et des exploitations agricoles de la filière bovin lait

Avril 2021



Transition des exploitations forestières

Comment sortir de la logique raser / replanter les forêt mono-essence ?

Comment gérer une forêt morcelée privée en commun ?

Comment développer une gestion durable de la forêt ?

Avec qui travailler pour étendre la surface forestière dans la perspective d'une forêt ouverte aux usages ?

Coalitions inspirantes :

1. Une Société Coopérative d'Intérêt Collectif pour organiser la filière locale du bois.
2. Partenariats locaux solidaires entre producteurs et consommateurs pour mutualiser une bonne gestion de la forêt.
3. La propriété collective pour se réapproprier la terre, inventer de nouveaux modes de développement en commun.
4. Foncière forestière pour organiser les usages de la forêt et son étalement.
5. Fiction : L'éclaircisseur public en Régie

Une Société Coopérative d'Intérêt Collectif pour organiser la filière locale du bois

Pour explorer : Comment sortir de la logique raser / replanter les forêt mono-essence ?

Acteurs : Acteurs publics locaux propriétaires de foncier forestier, consommateurs de bois énergie.

Frein à lever : Pour régénérer la forêt, faut l'éclaircir dès maintenant. Il faut donc absorber localement la production, de manière diversifiée et régulière. Un regroupement d'acteurs public-privé pourrait prendre le rôle d'intermédiaire entre producteurs et consommateurs, et l'action publique pourrait devenir un consommateur.



Coalition inspirante : Dans l'Orne, France, la Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) associe acteurs privés et publics pour le maintien du bocage. Elle vise à valoriser la plantation de haies champêtres en se faisant l'intermédiaire entre les producteurs et les consommateurs de bois-énergie.

Ils sont les intermédiaires entre les producteurs de bois et les consommateurs. Avec les objectifs :

1. ENVIRONNEMENTAL : gérer durablement la ressource bocagère et entretenir le paysage
2. ÉCONOMIQUE : donner une valeur au bocage par la vente du bois-décheté
3. EMPLOI : créer une activité locale en milieu rural pour conforter des emplois et en assurer une gestion partagée
4. PROXIMITÉ : produire et vendre localement une énergie renouvelable accessible aux petites installations

Plus de 20 collectivités du département approvisionnent ainsi leurs chaudières en combustible renouvelable local.

[Le site de la SCIC – Bois énergie](#)

3

Partenariats locaux solidaires entre producteurs et consommateurs pour mutualiser une bonne gestion de la forêt

Pour explorer : Comment gérer une forêt morcelée privée en commun ?

Acteurs : Propriétaire forestier, consommateur de bois bûche

Frein à lever : Pour gérer durablement la forêt composée de nombreuses parcelles, il faut coordonner l'action entre les propriétaires. Un partenariat de solidarité entre les consommateurs et les producteurs permettrait de structurer la filière et d'organiser la gestion commune et durable de la forêt entre les propriétaires.



Coalition inspirante : La Dryade a expérimenté la transposition du modèle AMAP à la forêt. Objectifs : autonomie énergétique locale, la valorisation des forêts locales, la solidarité et le lien dans la filière forêt-bois.

Le forestier : Travaille dans le respect de l'écosystème (prélèvements parcimonieux du bois, sélection des arbres d'avenir et recherche de diversité des essences et des âges). Il est soutenu par les consommateurs, la valorisation de son travail de soin à la forêt et la reconnaissance de son métier de bûcheron.

Le propriétaire forestier : Désireux d'accroître la valeur écologique et patrimoniale de sa forêt, il l'engage à long terme dans une sylviculture douce. Il lisse ses revenus et retire à moyen et long terme une augmentation de son capital forestier.

Le consommateur de bois bûche : Solidaire, il s'engage à l'avance et paie une partie de son bois au moment de l'exécution des travaux forestiers, allégeant ainsi la trésorerie du bûcheron. Il s'intéresse à la gestion forestière, aux travailleurs de la forêt et apporte son soutien quand nécessaire.

[La Dryade – Site internet](#)

4

La propriété collective pour se réappropriier la terre, inventer de nouveaux modes de développement en commun (Ecosse)

Pour explorer : Comment transformer une forêt morcelée privée en *commun* ?

Acteurs : Propriétaires, citoyens...

Sujets de tension : La propriété foncière est une question sensible en Ecosse : forte concentration des terres entre les mains de quelques grands propriétaires, pourcentage très faible de foncier public... Face à cela, il y existe un mouvement particulièrement dynamique de communautés locales s'organisant pour reprendre le contrôle et l'usage, collectif, de terres pour des projets de développement local. Il s'appuie sur des outils juridiques comme *Community right to buy* ou le *Community assets transfer*.



Coalition inspirante : Achat et gestion communautaire de l'île d'Eigg en Ecosse par sa population.

Des décennies de léthargie causée par l'absence des propriétaires terriens de l'île d'Eigg ont mené les habitants dans une situation critique : les systèmes électriques collectifs manquaient, de nombreux habitants vivaient dans des maisons étaient humides difficiles à chauffer qu'ils ne pouvaient pas rénover car il n'existait aucun moyen d'acheter ces logements ni même d'obtenir un bail long terme.

Au début des Années 1990, la communauté des habitants de l'île construit un projet d'acquisition de l'île. Ils se constituent en association et organisent une coalition avec le Highland Council (autorité régionale) d'une part et avec une association environnementale, le Scottish Wildlife Trust d'autre part. La coalition, grâce à un financement de la population rachète l'île. En 2000 quand le Parlement écossais est rétabli, une loi octroyant le droit aux communautés d'acheter le foncier fut promulguée.

Sources : [Enacting the commons](#)

[Forum Synergie, Europe Rurale en mouvement](#)

5

Foncière forestière pour organiser les usages de la forêt et son étalement

Pour explorer : Avec qui travailler pour étendre la surface forestière dans la perspective d'une forêt ouverte aux usages ?

Acteurs : Citoyens, forestiers, artisans du bois.

Sujets de tension : Pour gérer durablement la forêt composée de nombreuses parcelles, il faut coordonner l'action entre les propriétaires. Une foncière forestière est une structure qui permet l'organisation de citoyens, forestiers et artisans du bois pour mener des missions d'intérêt général.



Coalition inspirante : Foncière forestière Forêt en Vie

Forêts en Vie est un fonds de dotation mis en place par des citoyens, des forestiers et des artisans du bois. Un fonds de dotation est un organisme à but non lucratif menant des missions d'intérêt général. C'est ce que fait Forêts en vie en achetant des forêts et en les mettant à disposition d'associations de citoyens, grâce à un bail forestier spécifique et innovant.

Ces associations y développent des activités respectueuses de ce milieu vivant, encourageant des relations harmonieuses avec la forêt tout en développant des filières adaptées aux territoires.

Objectifs :

- Préservation des forêts sur le long terme
- Transmission de savoir-faire tout en préservant les écosystèmes
- Transparence et équité : une juste rémunération des acteurs de la forêt et du bois

<https://www.foretseenvie.org/Qui-sommes-nous>

6

Fiction : L'éclaircisseur public en Régie

Pour explorer : Comment développer une gestion durable de la forêt.

Acteurs : Action publique, artisans de la forêt

Frein à lever : Les forêts en Europe de l'Ouest ont été globalement plantées massivement. Les scieries locales ne sont pas calibrées pour traiter des bois aussi gros. Pour sortir de la logique raser / replanter en mono essence, il faudrait mettre en place un mode de gestion par l'éclaircissage. Or le manque de main d'œuvre locale, la précarité des métiers liés à la gestion de la forêt (et le manque de débouchés locaux) sont des freins à lever pour aller vers ce mode de gestion.



Piste inspirante : l'éclaircisseur en Régie

Pour assurer une forme d'autonomie locale et de résilience alimentaire, et lever le frein du manque d'agriculteurs locaux, certaines communes choisissent de se doter de maraichers, en Régie municipale.

Sur cet exemple, on pourrait imaginer que des collectivités fasse le choix d'embaucher en Régie un éclaircisseur de forêt. Ce choix lui assurerait un revenu fixe, et une prise en compte de la dangerosité du métier. Il ne serait plus rémunéré à la tâche comme les autres artisans. Le métier attirerait à nouveau des jeunes potentiellement pour se former et prendre la suite.

L'éclaircisseur a la connaissance de la forêt lui permettant d'identifier les zones à éclaircir pour permettre le développement des autres arbres. Il a également la compétence pour faire tomber certains arbres sans tout emporter sur son passage et ensuite extraire l'arbre de la forêt.

7

Transition des exploitations Bovin-lait

Comment sécuriser / assurer la pérennité des ressources et l'approvisionnement en alimentation lors de la transition écologique des exploitations ?

Comment ouvrir le dialogue entre agriculteurs et habitants au sujet du partage des usages de la campagne ?

Coalitions inspirantes :

1. Le code rural + commission de consultation des propriétaires pour organiser la « mise en valeur de terres incultes »
2. Un « DEAL » informel et incitatif entre agriculteurs et citoyens pour organiser l'engagement réciproque
3. Les « Communs » de Bologne, une charte pour permettre aux habitants de s'engager dans l'entretien du territoire

8

Le code rural + commission de consultation des propriétaires pour organiser la « mise en valeur de terres incultes »

Pour explorer : Comment sécuriser / assurer la pérennité des ressources ?
approvisionnement en alimentation ?

Acteurs : Les élus locaux, les propriétaires de foncier du territoire, les agriculteurs qui ont besoin de terres pour le pâturage de leur vaches en bio.

Frein à lever : Dans le cas de la transition écologique des exploitations bovin lait, les espaces de pâturage pour les bêtes ou pour la production d'alimentation biologique (soja, foin) manquent souvent aux agriculteurs et sont un frein à la conversion en bio et l'autonomie alimentaire du bétail. **Ces terres pourraient être valorisées.**



Espace de négociation inspirant :

« À Moëlan-sur-Mer (7.000 habitants), dans le Finistère en France, la municipalité pousse plus de 400 propriétaires à louer d'anciennes terres agricoles inoccupées à des paysans. Objectif : stimuler l'économie locale via l'agriculture biologique, tout en luttant contre la forte spéculation foncière et l'artificialisation des sols.

Informé de cette volonté de recourir à la procédure du Code rural, le conseil départemental du Finistère a chargé une commission d'aménagement foncier de recenser les zones dans lesquelles il serait d'intérêt général de remettre en valeur les parcelles incultes (en friche) ou manifestement sous-exploitées (sans véritable valorisation agricole).

Résultat : 120,4 hectares correspondant à plus de 1.200 parcelles ont été choisis. Dans la foulée, le département a créé une commission communale pour mener à bien le projet. Celle-ci consulte les propriétaires concernés, avant de déterminer si leur parcelle doit rester en friche ou avoir un usage agricole. »

[Article associé - Reporterre](#)

9

Un « DEAL » informel et incitatif entre agriculteurs et citoyens pour organiser l'engagement réciproque

Pour explorer : Comment ouvrir le dialogue entre agriculteurs et habitants au sujet du partage des usages de la campagne ?

Acteurs : Gouvernement local ou conseil de la ville, habitants qui profitent des services paysagers de la campagne, agriculteurs.

Sujets de tension : Les choix techniques des agriculteurs impactent l'aménagement du territoire et du paysage (vaches au pré vs. grandes cultures). **L'action publique pourrait organiser un contrat d'engagement réciproque entre les usagers de la campagne et les agriculteurs pour favoriser la consommation de produits bio d'un côté (favoriser la conversion en bio) en échange de l'entretien des paysages de promenade (bosquets...).**

Espace de négociation inspirant : Le Deal de la ville de Wigan en Grande-Bretagne entre la ville et les habitants.
« Wigan Council created The Deal, an informal agreement between the public sector, citizens, community groups and businesses to create a better borough. The Deal's main objectives are to eliminate waste from its budget and reduce demand for services while improving the lives of citizens. » [Wigan Council](#)

Les « Communs » de Bologne, une charte pour permettre aux habitants de s'engager dans l'entretien du territoire

Pour explorer : Comment ouvrir le dialogue entre agriculteurs et habitants au sujet du partage des usages de la campagne ?

Acteurs : la ville de Bologne, des collectifs d'habitants, ...

Sujets de tension : Crises des moyens financiers et techniques des municipalités, privatisations d'équipements collectifs difficultés de gestion de certains espaces du territoire, qui a vu se créer la montée en puissance des collectifs constitués au nom des « communs ».



Espace de négociation inspirant :

Principe : Partager l'action collective selon une logique d'hybridation, de collaboration entre les services municipaux et les collectifs d'habitants, pallier les carences éventuelles des services municipaux par l'initiative des habitants.

L'hybridation s'appuie d'abord sur le « faire ». L'action prime sur la concertation et la délibération.

Cette hybridation /collaboration se fait au nom des communs : les collectifs habitants doivent démontrer l'intérêt pour la communauté (pour eux et éventuellement d'autres) de se saisir de tel ou tel objet. D'où une très grande diversité de « communs » : depuis la qualité de l'air jusqu'aux chemins communaux.

La municipalité met à disposition de collectifs des moyens qui peuvent être financiers, techniques (services techniques), du conseil.

Une Charte votée par le conseil municipal précise de façon très détaillée la notion de biens communs et les modalités de support, de financement et d'assistance de la mairie auprès des collectifs d'habitants.

Les différentes actions font l'objet d'une évaluation en vue de leur prolongation ou de leur arrêt.

Pour en savoir plus :

<http://www.comune.bologna.it/media/files/bolognaregulation.pdf>

11

Sujets transversaux forêt et exploitations agricoles

Comment sécuriser / assurer la pérennité des ressources et l'approvisionnement en alimentation lors de la transition écologique des exploitations ?

Comment ouvrir le dialogue entre agriculteurs et habitants au sujet du partage des usages de la campagne ?

Coalitions inspirantes :

1. Un partenariat entre Paris et l'Yonne pour faire naître ou renaître des coopérations autour de l'alimentation, du tourisme, de l'achat de bois
2. Des contrats entre une métropole et les agriculteurs pour protéger la ressource en eau.
3. Jeu et modélisation multi-acteurs pour coordonner agriculteurs et propriétaires forestiers autour du pâturage dans les forêts

12

Un partenariat entre Paris et l'Yonne pour faire naître ou renaître des coopérations autour de l'alimentation, du tourisme, de l'achat de bois

Pour explorer : Comment protéger les ressources en eau / en bois ? Comment développer les relations entre métropoles et territoires périphériques ?

Acteurs : La Métropole du Grand Paris, la DDT de l'Yonne, les agglomérations et communautés de communes de l'Yonne

Frein à lever :

Le bassin parisien et son besoin de ressources ... **une autosuffisance alimentaire réduite** à quelques jours et des **menaces qui pèsent sur nombre de terres agricoles** à cause de l'étalement urbain et du refus de densité dans certains territoires centraux.

Un besoin de redéfinition des liens entre urbain et rural, en tant que « territoires de ressources. »



Espace de négociation inspirant :

La ville de Paris a initié en 2018 une démarche de partenariat avec le département de l'Yonne, visant à rétablir des échanges privilégiés entre les deux zones, tel que cela se pratiquait par le passé autour de ressources cruciales :

- Circuits courts alimentaires (création en cours d'AgriParis, une société d'économie mixte coopérative, créée en partenariat avec le monde agricole, pour permettre à Paris de produire directement ses denrées alimentaires)
- Ressources en bois
- Ressources en eau

13

Des contrats entre une métropole et les agriculteurs pour protéger la ressource en eau

Pour explorer : Comment protéger les ressources en eau ? Comment avancer vers un modèle agro-écologique ?

Acteurs : Les agriculteurs du Pays Rennais, le Syndicat Mixte Eau du Bassin Rennais, la Métropole, l'Etat (financement TIGA), des associations d'aide à la conversion

Frein à lever : Rennes est la 10^{ème} métropole de France. La collectivité Eau du Bassin Rennais a pour mission d'alimenter 500 000 rennais, en s'approvisionnant dans les 40kilomètres alentours, où la production agricole est intensive (lait, porcs, volailles). **Ces exploitations utilisent des engrais, des pesticides, entraînés avec les pluies dans les rivières et les retenues où l'eau est pompée par les usines pour en faire de l'eau potable.**



Espace de négociation inspirant :

Terres de Sources offre des débouchés rémunérateurs aux exploitants agricoles pour protéger les ressources en eau.

Le contrat passé entre la Métropole et les agriculteurs est le suivant :

- Les agriculteurs s'engagent vers une progressive réduction de l'utilisation des intrants phytosanitaires, de pesticides, d'antibiotiques pour les animaux, pas d'OGM et pas d'huile de palme dans l'alimentation des animaux (étape 1) / conversion vers un modèle durable -selon le diag du Ministère- (étape 2)
- La métropole s'engage à leur offrir des débouchés rémunérateurs (restauration scolaire, EPHAD, cuisines collectives, ...)

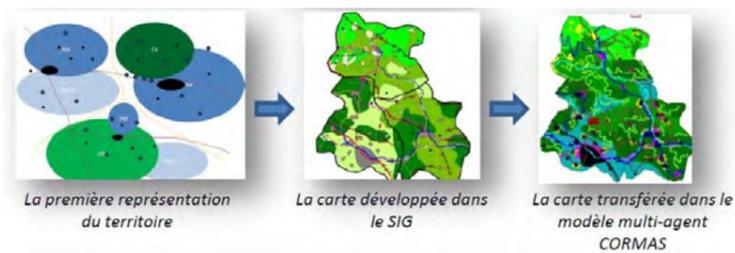
14

Jeu et modélisation multi-acteurs pour coordonner agriculteurs et propriétaires forestiers autour du pâturage dans les forêts

Pour explorer : Comment coordonner les exploitants bovin lait avec les forestiers et les élus locaux pour organiser le pâturage en forêt ?

Acteurs : élus locaux, forestiers, agriculteurs...

Frein à lever : Pour une gestion durable des forêts face au risque d'incendie, organiser le pâturage en forêt d'animaux est une technique efficace. Il nécessite une coordination entre les éleveurs et les forestiers et les élus.



- 2]
- ✓ Analyser les c
- une repré:
- ✓ Program
- ✓ Adapte
- fa

Coalition inspirante : GardAuFeu, un jeu sérieux dans le Gard, pour coordonner les élus locaux et les agriculteurs et propriétaires forestiers en France.

GardAuFeu est un jeu de rôles sur la gestion du risque incendie à l'échelle intercommunale dans les Cévennes. Le jeu aborde des enjeux réglementaires, budgétaires, forestiers, et de développement économique en lien avec la problématique du risque incendie. Utilisé avec des élus, il a permis de débattre de projets innovants de lutte contre les incendies comme : l'installation d'élevages, la réhabilitation de châtaigneraies, la production de bois-énergie... Il existe 2 versions de ce jeu (Cévennes Alésiennes et Cévennes Viganaises).

<https://www.commod.org/etudes-de-cas/gardaufeu>

Autre exemple : SYLVOPAST: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning

<https://hal.inrae.fr/hal-02679490>

Mécanismes régionaux et européens

L'ambition de cette note est de présenter succinctement les mécanismes « top-down » et les acteurs ayant un potentiel impact sur les projets présentés en phase 2 du projet Luxembourg in Transition, équipe TVK. Cette note se concentre notamment sur la Politique Agricole Commune (PAC) et le programme Interreg.

POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE 2021-2027 (OU PAC POST-2020)

La PAC représente environ 40% du budget Européen. Elle est divisée en deux piliers.

Le premier pilier concerne les aides directes aux agriculteurs et représente deux-tiers de l'enveloppe PAC. 85% de ces aides sont « automatiques », c'est-à-dire en fonction de la surface des fermes et sans lien avec leur production. Plus la ferme est grande, plus les aides sont élevées. Les 15% restants sont en fonction de la production, par exemple la taille du cheptel dans l'élevage.

Le second pilier est consacré au développement rural et comprend les aides à l'installation, des aides en relation à la difficulté d'exploitation dans certains milieux, comme la montagne, le développement de l'agriculture biologique et des mesures « agro-environnementales », ainsi que les programmes de « modernisation ».¹

Les objectifs généraux de la PAC sont d'assurer un revenu équitables aux agriculteurs; accroître la compétitivité; rééquilibrer les pouvoirs dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire²; favoriser la vente directe et raccourcir les chaînes logistiques; agir contre le changement climatique; protéger l'environnement, par exemple en améliorant les pratiques de management des sols³; préserver les paysages et la biodiversité⁴ par exemple en réduisant l'intensification des terres cultivées, en diversifiant les paysages; soutenir le renouvellement des générations; dynamiser les zones rurales; garantir la qualité des denrées alimentaires et de la santé.

L'ambition affichée de la PAC post-2020 est d'accroître la « conditionnalité » des aides. C'est-à-dire moins d'aides « automatiques » en fonction de la taille de l'exploitation, de la taille du cheptel, etc. Ce sont des objectifs affichés, mais dans les faits la PAC post-2020 reste dans un esprit assez conservateur, centré sur une politique productiviste.

Un certain nombre d'aides du second pilier, qualifiée auparavant de « greening » sont intégrées plus fondamentalement dans l'ensemble des mécanismes d'aides dans le prochaine PAC, sous le terme d'« architecture verte ».

Dans le cadre de la prochaine PAC, chaque état membre devra établir son « plan stratégique » alimenté, entre autres, d'une analyse SWOT de la situation sur son territoire. Le plan sera ensuite approuvé par les instances Européennes.

Parmi les mécanismes intéressants dans le cadre d'une réflexion sur le développement durable au Luxembourg, les « eco-schemes » sont particulièrement pertinents. Les eco-schemes sont des mécanismes de paiement qui se concentrent spécifiquement sur les questions d'environnement et de climats, et qui seront financés par le premier pilier de la PAC. Ce sont les États membres qui détermineront les structures des eco-schemes qu'ils soutiendront, avec une participation incitivée et donc non-obligatoires des agriculteurs. Outre le contenu, les États membres décideront également l'enveloppe budgétaire qu'ils souhaitent allouer à ces programmes. Ainsi, les États membres peuvent faire des choix radicalement différents. Par exemple en opérant des programmes eco-schemes assez généraux, qui se recouperont avec les aides du second pilier de la PAC tandis qu'un autre État membre peut décider de pousser bien plus loin ses exigences environnementales.⁵

À noter parmi les éléments particulièrement pertinents de la prochaine PAC, une mise en avant de la « stratégie de la ferme à la table », poussant vers un « système alimentaire de l'Union plus sain et plus durable, pierre angulaire du pacte vert pour l'Europe ». Parmi les éléments clés mis en avant, la promotion de l'agriculture biologique, avec un « encouragement » à porter sa part à 25% de la superficie agricole totale; la Commission met aussi en avant l'objectif de réduire

de 50% les ventes d'anti-microbiens destinés aux animaux d'élevage et à l'aquaculture d'ici à 2030; diminuer d'au moins 50% les pertes de nutriments sans détérioration de la fertilité des sols; diminuer le recours aux engrais d'au moins 20 % d'ici à 2030; réduire de 50 % l'utilisation et les risques des pesticides chimiques d'ici à 2030 réduire de 50 % l'utilisation de pesticides plus dangereux d'ici à 2030. Des objectifs en accord avec les objectifs affichés dans le cadre du « Green deal » Européen.⁶

Recommandation pour les scénarios LIT

Le cadre de la PAC donne toute latitude pour développer une stratégie de développement durable efficace, aussi bien dans ses objectifs stratégiques que les outils de politique publique

(ex: eco-schemes). Mais ses objectifs chiffrés restent très conservatrices et peu ambitieuses, par exemple le chiffre de 25% des surfaces en agriculture biologique d'ici à 2030. L'approche globale reste celle d'une vision productiviste, où les aides sont principalement « automatiques », liées à la taille de l'exploitation ou à la taille du cheptel. Néanmoins, la PAC post-2020 offre de véritables opportunités au Luxembourg pour se positionner en tant que leader Européen sur ces questions de développement durable, de biodiversité, de pratiques durables, de paysages diversifiés, de rotation des cultures, de management forestier durable, en affichant des objectifs bien plus ambitieux, en développant des modèles territoriaux originales de coopération transfrontalière, ainsi qu'en transformant la petite taille de son territoire en atout.

INTERREG 2021-2027

La coopération territoriale européenne (CTE) ou Interreg, correspond à l'un des deux objectifs de la politique de cohésion Européenne. Elle constitue un cadre dans lequel les acteurs nationaux, régionaux et locaux de différents états membres peuvent « mener des actions communes et procéder à des échanges de vues sur les mesures à prendre ». L'objectif central de cette coopération territoriale européenne est de promouvoir un « développement économique, social et territorial harmonieux » dans l'ensemble de l'Union Européenne.⁷

Interreg s'articule autour de quatre axes de coopération: la coopération transfrontalière (Interreg A), transnationale (Interreg B) et interrégionale (Interreg C) et l'intégration des régions ultrapériphériques dans leur environnement voisin (Interreg D).

Les principaux objectifs affichés: une Europe « smarter », plus verte, peu carbonée et résiliente, une Europe plus connectée, sociale, plus proche des citoyens. La Grande Région est un Interreg (Interreg V A) doté de 140 millions en fonds Fonds Européen de Développement Régional (FEDER°, et comme le FEDER couvre au maximum 60% d'un programme, on parle donc d'une valeur de 233 millions en comptant l'apport des co-financiers.

La principale raison d'exister du programme Interreg est de faciliter un alignement des conditions économiques et de vie des différents territoires de l'union européenne. Et notamment à travers la coopération transfrontalière. Les bénéficiaires directs du programme Interreg sont le secteur public et le secteur associatif.

En attente de la publication des projets retenus pour 2021-2027, les projets suivants seraient des interlocuteurs particulièrement pertinents dans le cadre de collaboration pour la phase 3.

1 « La PAC, c'est quoi? », Greenpeace France (blog), consulté le 8 mai 2021, <https://www.greenpeace.fr/pac-cest-quoi/>.

2 « Farmer position in value chains », CAP specific objectives (Bruxelles: Commission Européenne), consulté le 8 mai 2021, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-specific-objectives-brief-3-farmer-position-in-value-chains_en.pdf.

3 « Efficient soil management », CAP specific objectives (Bruxelles: Commission Européenne), consulté le 8 mai 2021, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-specific-objectives-brief-5-soil_en.pdf.

4 « Biodiversity and farmed landscapes », CAP specific objectives (Bruxelles: Commission Européenne), consulté le 8 mai 2021, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-specific-objectives-brief-6-biodiversity_en.pdf.

5 « List of potential agricultural practices that eco-scheme could support » (Bruxelles: Commission Européenne, janvier 2021), https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/factsheet-agri-practices-under-ecoscheme_en.pdf.

6 Commission Européenne, « Un pacte vert pour l'Europe », Text, Commission européenne - European Commission, consulté le 9 mai 2021, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr.

7 « Interreg Europe 2021-2027 — Cooperation programme document » (Bruxelles: Commission Européenne, mars 2021), https://www.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/documents/Programming_Committee/2021-2027_Interreg_Europe_Cooperation_ProgrammeV4.pdf.

Agreta interreg.visitardenne.com/ index.php/fr/agreta	Ardenne Grande Région, Eco-Tourisme et Attractivité	
Cellules énergétiques energiwaben-gr.eu	Approvisionnement énergétique régional de la Grande Région	« La cellule énergétique constitue une région délimitée qui s'optimise à l'aide d'un réseau électrique intelligent (Smart-Grid) et d'une centrale virtuelle via un centre de coordination. L'objectif est de maximiser la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables intermittentes et d'éviter leur coupure liée à des excès régionaux. »
GreENEFF www.greeneff-interreg.eu	Réseau transfrontalier de soutien aux projets innovants en matière de développement durable et de sobriété énergétique dans la Grande Région	Intéressant pour mieux comprendre les enjeux transfrontaliers de l'habitat vert, de développement durable, et de sobriété énergétique. Par exemple les différents cadres légaux, et leur in/compatibilité
Regiowood www.regiowood2.info	Renforcer la gestion durable en forêt privée au profit de toute la Grande Région et de son patrimoine naturel	
AROMA	Organisation transfrontalière d'approvisionnement en produits alimentaires locaux des restaurations hors domicile	
Autoprot	Accroissement de la compétitivité des exploitations laitières de la Grande Région par l'amélioration de leur autonomie protéique	Programme scientifique et défendant une certaine vision productiviste de l'industrie laitière, mais intéressant de constater in positionnement transfrontalier
Bioval	Mise en place d'une filière de valorisation des drêches de brasserie dans un contexte d'économie circulaire	

Dans le cadre des études préliminaires pour concevoir le programme Interreg VI Grande Région 2021-2027, Spatial Foresight a proposé une analyse des « potentiels forts » de la Grande Région. Parmi ceux-ci : les énergies renouvelables ; la gestion durable de l'eau ; la transition vers une économie circulaire ; les mesures améliorant la biodiversité ; la mobilité durable, le développement de l'intermodalité, et de la résilience face. Aux facteurs climatiques ; renforcer les capacités institutionnelles des pouvoirs publics, capacité à renforcer la coopération entre les citoyens et les institutions.⁸

Dans les opportunités futures, celle d'un renforcement des mécanismes de coopération transfrontalière. Notamment avec la mise en place des European Cross-Border Mechanism (ECBP), soit une version renforcée des Groupement Européen des Coopération Territoriale

(GECT) qui permettrait par exemple d'aligner les régimes juridiques français et luxembourgeois dans le cadre d'une coopération territoriale spécifique — le redéveloppement d'une friche industrielle qui se situerait sur les deux territoires nationaux par exemple. Si le mécanisme est aujourd'hui bloqué, notamment par manque de motivation de la France, et des États membres de l'Est, les ECBM devraient faire l'objet d'un lobbying renforcé de la part d'un certain nombre d'État membres particulièrement concernés par ces sujets, donc le Luxembourg.

Recommandation pour les scénarios LIT

Malgré les retards des nouveaux mécanismes tels que l'ECBM, on se dirige sur le moyen/long terme vers un renforcement des coopérations transfrontalières et interrégionales. Il est intéressant de mettre en avant dans les scénarios l'« expertise » luxembourgeoise en matière de coopération territoriale au-delà de l'échelle nationale. À long-terme, on distingue une tendance vers une poursuite de l'affaiblissement de l'échelle nationale, au profit d'une échelle locale/régionale y compris transfrontalière et interrégionale, et de l'autre vers un renforcement de l'échelle Européenne et de la coopération transnationale.

⁸ Erik Gloersen et al., « Interreg VI Grande Région 2021-2027 - Analyse de la zone couverte par le programme », s. d., 65-66.

LHAC

Laboratoire d'histoire
de l'architecture contemporaine

Un projet en
collaboration avec
l'ENSA Nancy

Le Lhac – Laboratoire d’histoire de l’architecture contemporaine – de l’ENSarchitecture-Nancy est partenaire de l’agence TVK pour cet appel d’offre en plusieurs étapes. Les enseignements du Master 2 Architecture, Villes, Territoires (AVT) encadrés par Alain Guez, Pierre Colnat et Gwenaëlle Zunino, ainsi que les réflexions menées au sein de la Chaire *Nouvelles ruralités* sur l’articulation entre architecture, milieux vivants et agronomie intéressaient directement le projet.

Lors de l’étape 1 du *LIT*, l’agence TVK a participé à des workshops sur le territoire transfrontalier, organisés avec les étudiants participant à l’atelier d’Urbanisme prospectif et aux séminaires *Métropoles Européennes Frontalières et Architecture, Recyclage & Résilience*. Ces échanges ont permis de partager des éléments de diagnostics et de projet territorial.

Les enseignants-chercheurs ont également participé à plusieurs sessions de travail organisées par l’agence TVK pour définir sa méthodologie pour l’étape 2.

Dans le cadre de l’étape 2 du *LIT*, trois étudiants – Marie-Aline Lamoureux, Florian Royer et Carlos Aguilar – ont choisi de réaliser leur Projet de Fin d’Etudes en AVT et continuer les réflexions sur ce territoire. Ils ont également collaboré au diagnostic de terrain, à la problématisation, à la conceptualisation et à une partie de l’esquisse du projet de l’équipe TVK (essentiellement en saison 04, et certains principes de projet se retrouvent dans les autres saisons).

Une sélection des travaux de ces étudiants est détaillée ci-après.



// HABITER LA FRONTIERE
M2.1 Urbanisme prospectif

/ FORCE

Un paysage à fort potentiel

- 1- L'ensemble du paysage naturel
- Bois
 - Champs
 - Eau

> Enjeux

- Renforcer les trames existantes et assurer ses continuités dans tout nouveau projet
- Valoriser le paysage du côté français
- Retrouver les corridors écologiques du côté luxembourgeois



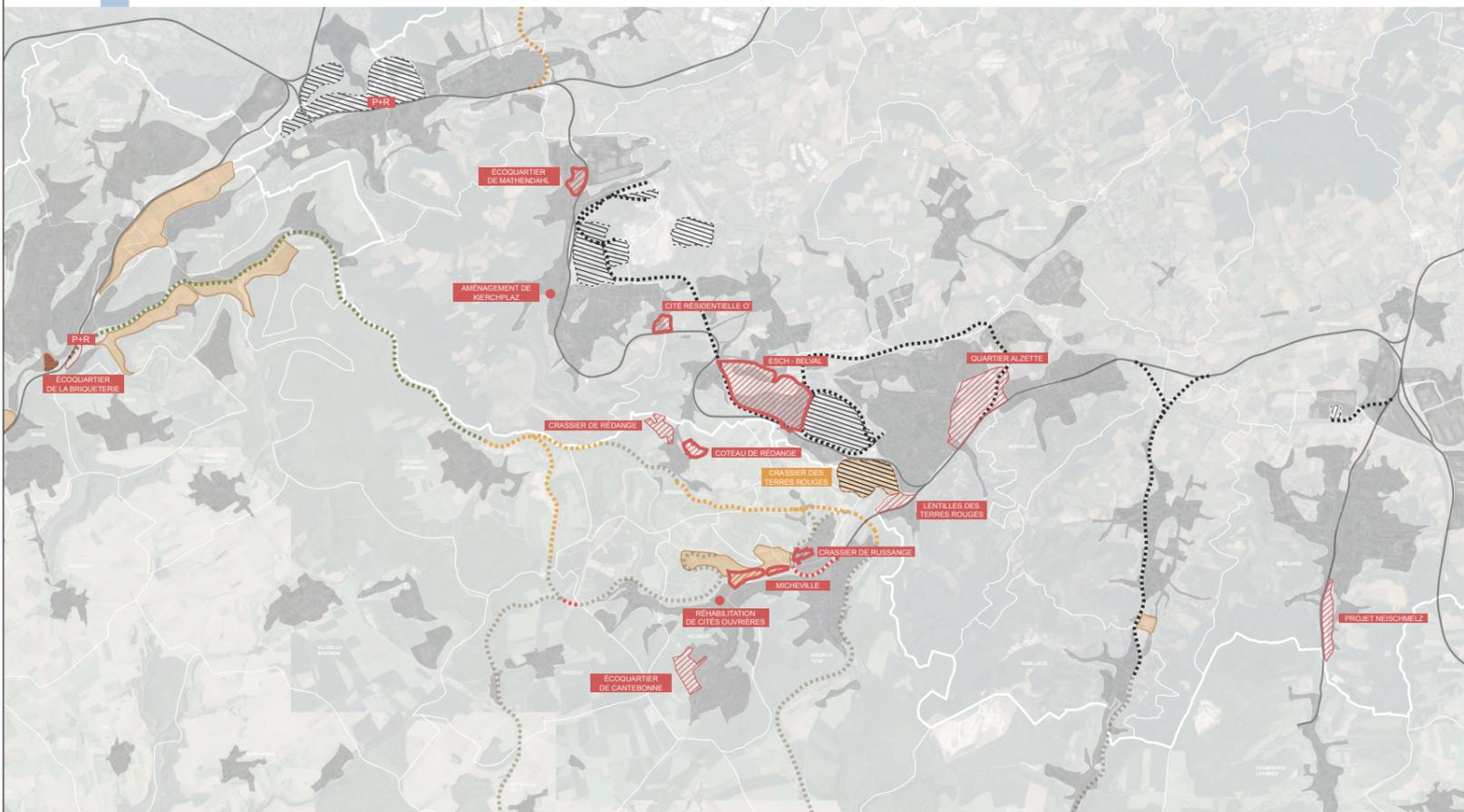
Le territoire est fortement caractérisé par ses espaces forestiers et des massifs boisés. Cette caractéristique est plutôt présente en France, et au Luxembourg on observe contrairement une forêt beaucoup plus fragmentée, qui a aussi disparu dans certains points à cause du développement des villes et des zones industrielles.

Ces massifs boisés n'ont presque pas changé depuis au moins l'année 1770 (cartes de Cassini et Ferraris), ce qui montre leur consolidation et importance dans le paysage du territoire.

En plus de la forêt, il s'agit d'un paysage riche et varié, à fort potentiel productif, avec des grandes surfaces de

terrains agricoles, et aussi à fort potentiel esthétique, car il s'agit d'un paysage très varié, avec des vallées qui traversent la frontière, des plateaux, des rivières, qui ensemble créent une armature paysagère à valoriser et respecter.

ANALYSE - OPPORTUNITE



// HABITER LA FRONTIERE
M2.1 Urbanisme prospectif

/ OPPORTUNITE

De l'existant au potentiel du territoire

- 1- Un territoire en action
- Occupation urbaine actuelle
 - Industrie en fonctionnement
 - Aménagement urbain souhaité
 - Aménagement en réalisation
 - Voie ferrée pour voyageurs
- 2- Un territoire aux multiples potentiels
- Opportunité foncière (friche...)
 - Voie ferrée pour le fret
 - Anciennes voie ferrée transformée en piste cyclable
 - Anciennes voie ferrée transformée en chemins
 - Anciennes voie ferrée en friche
 - Anciennes voie ferrée transformée en voirie

> Sources

- EPA Alzette-Belval - Onglet des projets
- Céoportail
- Mairie de Longwy
- Architopik.lemoniteur.fr - Projets
- Google Maps - Repérage des transformations
- Carte des ancienne voies ferrées FR et LU



De nombreux projets urbains sont prévus de part et d'autre de la frontière. Allant de projet de P+R pour désengorger les routes à la création de véritables morceaux de villes, les projets ne manquent pas et révèlent un fort potentiel foncier.

En effet, la plupart d'entre eux prend place sur l'ancien site industriel et il en reste encore un certain nombre qui sont exploitables. En outre, l'installation de ces usines a provoqué la création d'un important réseau ferroviaire, aujourd'hui abandonné, qui pourrait devenir un liant entre les différents éléments de ce territoire.

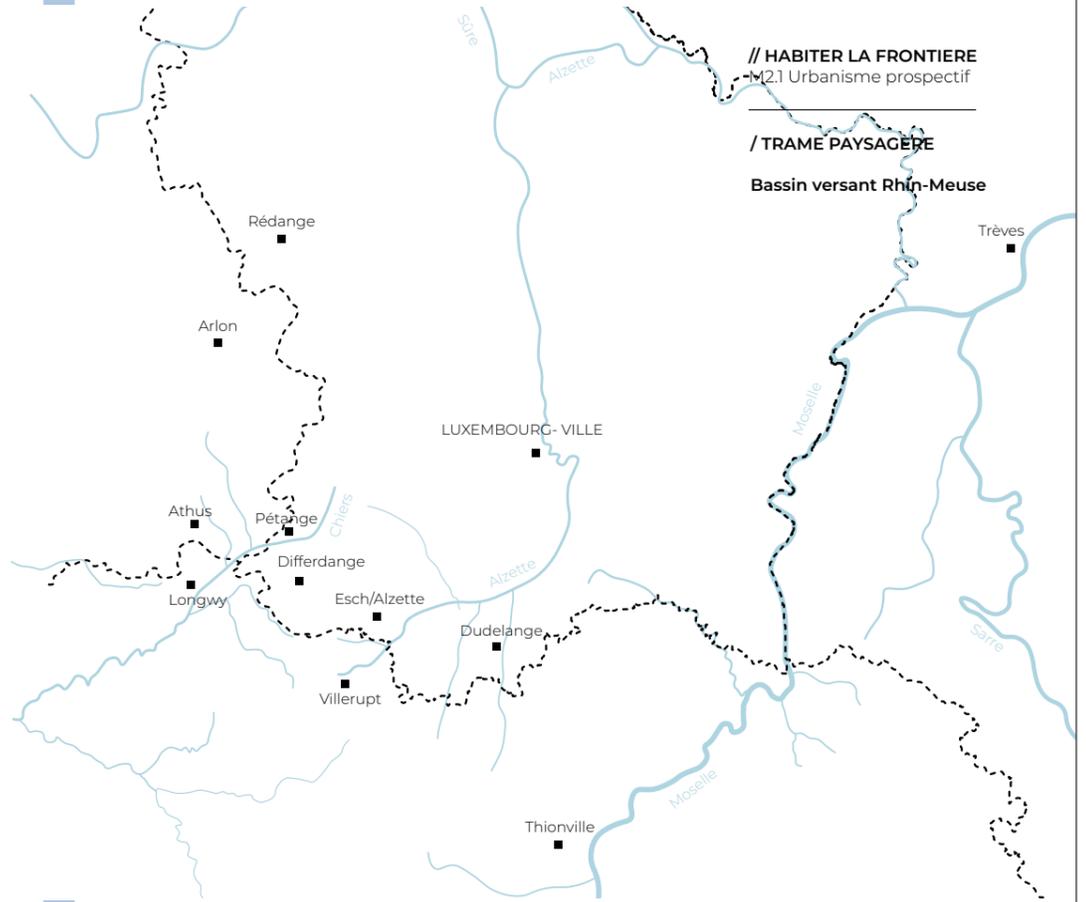
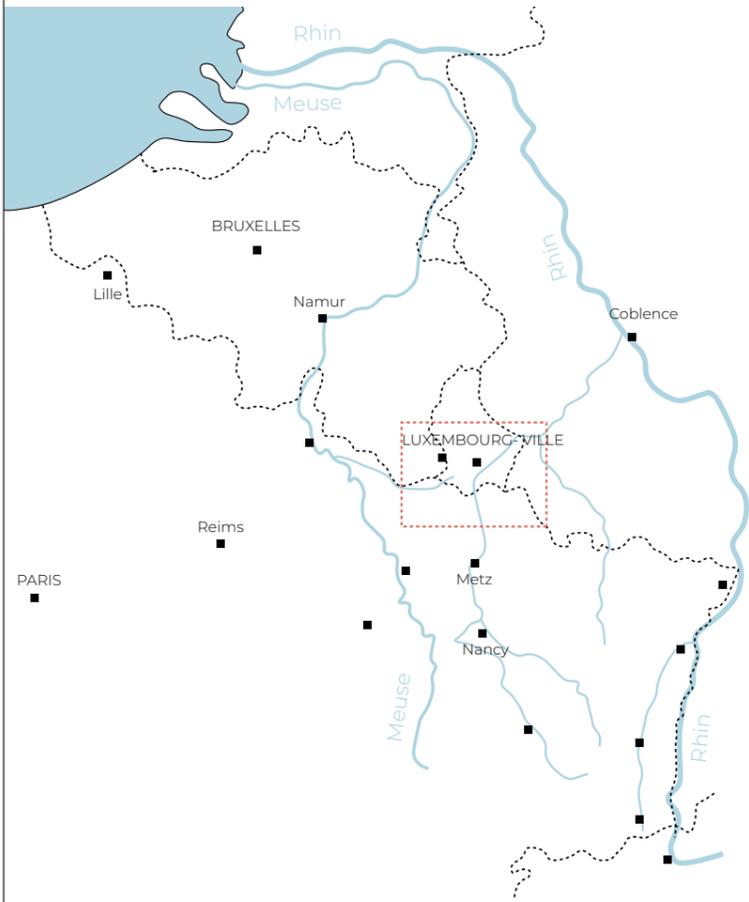
Par conséquent le territoire se garnit de diverses opportunités foncières qui pourront être motrices de projet.

Toutefois, il ne faudra pas oublier lors de l'exploitation de ces différents sites de prendre en compte les conséquences de la crise sanitaire actuelle qui génère

une demande importante de télétravail et qui devra donc se retrouver dans les projets.

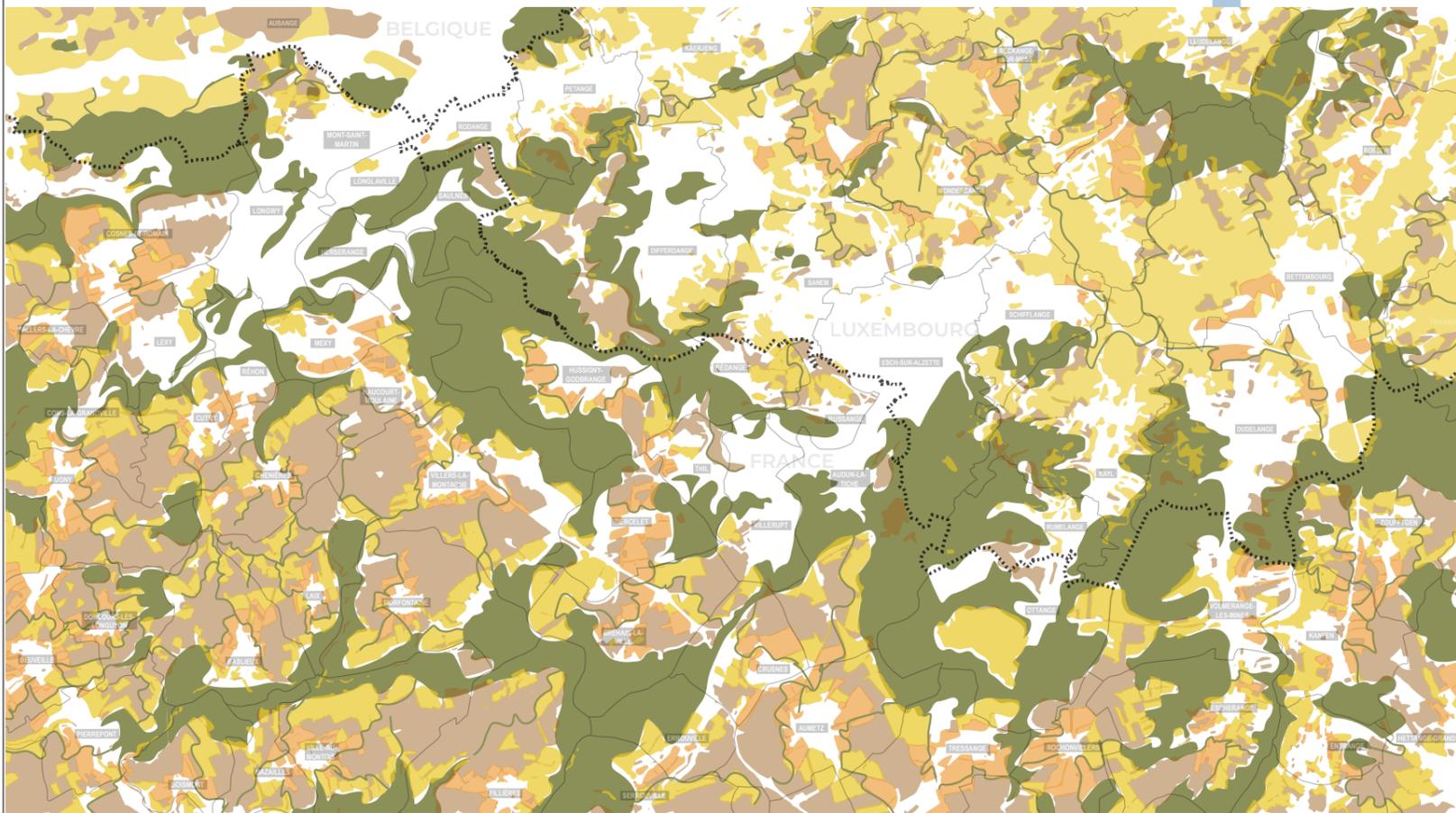
Les formes du télétravail pourront à la fois être pensées dans les projets, les logements voire même dans des centres spécifiques.

TRAME PAYSAGÈRE



Tout d'abord, il est important de prendre conscience de la situation hydrographique dans laquelle notre site prend place. Elle est partagée entre le bassin versant du Rhin et de la Meuse. Cela se traduit plus localement par une multitude de ruisseaux dont la

structure est la suivante : la Moulaine se jette dans la Crusnes puis dans la Chiers qui se jette enfin dans la Meuse. La Dudelange se jette dans la Kayl puis dans l'Alzette qui se jette dans la Moselle, puis dans la Sarre, et enfin dans le Rhin.



// HABITER LA FRONTIERE
M2.1 Urbanisme prospectif

/ TRAME AGRICOLE

Les ressources du territoire

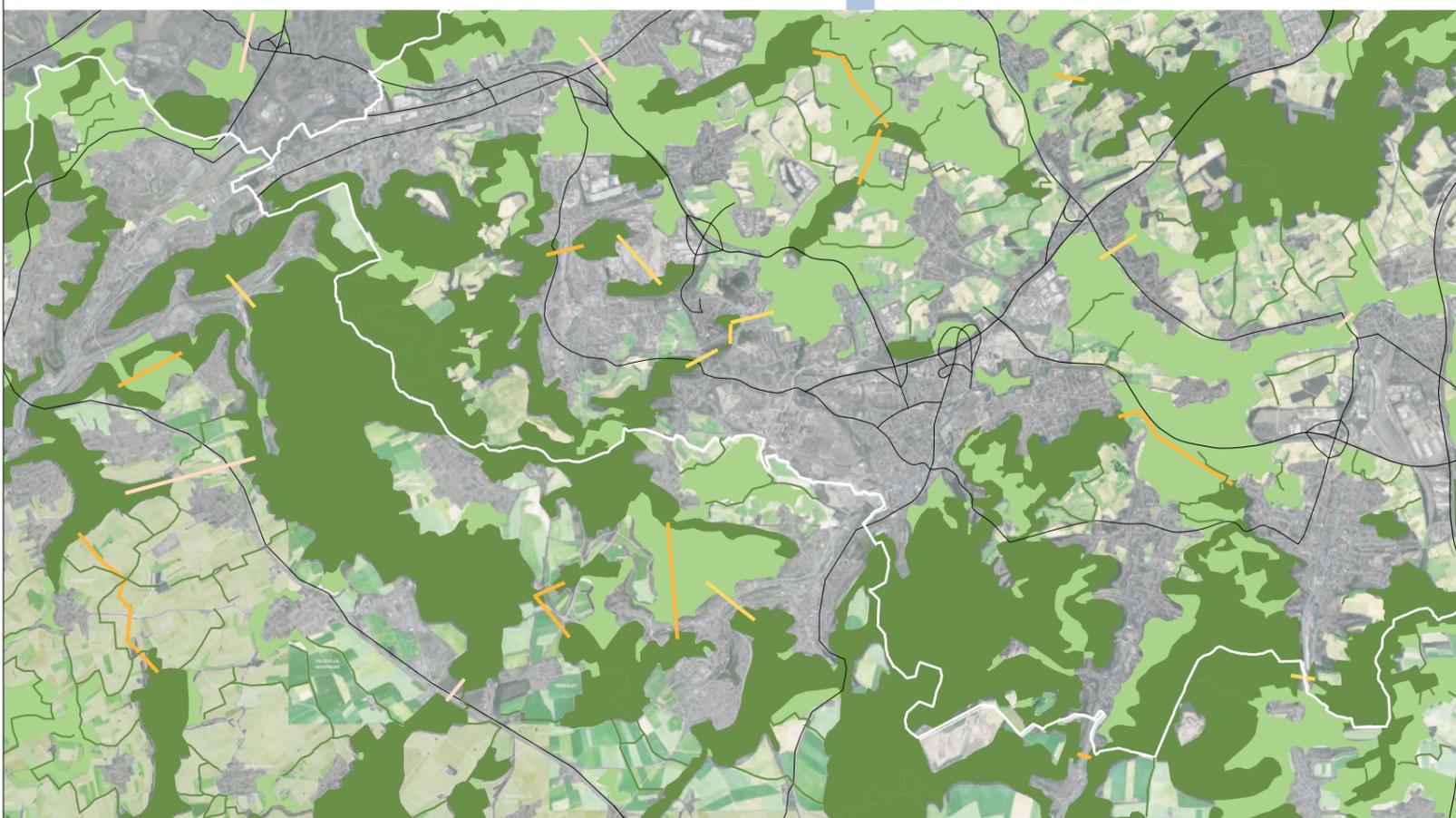
- Bois et forêts
- Prairie permanente
- Céréale, légumineuse et chanvre
- Pomme de terre, légume et fruit
- Structure bocagère

Quelques chiffres de la coopération

- 71 % des terres non urbanisées seront consacrées aux prairies permanentes
- 17 % des terres non urbanisées seront consacrées aux terres de céréales, de légumineuses et de culture de chanvre
- 12 % des terres non urbanisées seront consacrées aux cultures de pommes de terre, de légumes et de fruits



En prenant en compte cette nouvelle répartition des cultures et au regard des spécificités du territoire, nous avons recréé la carte des cultures agricoles produites par ces nouvelles considérations.



// HABITER LA FRONTIERE
M2.1 Urbanisme prospectif

/ TRAME PAYSAGÈRE

Une infrastructure écologique transfrontalière à consolider

- Noyau de biodiversité
- Continuité écologique
- Principale infrastructure obstruant une éventuelle continuité écologique
- Corridor écologique à créer

Dont les réponses varient selon les situations

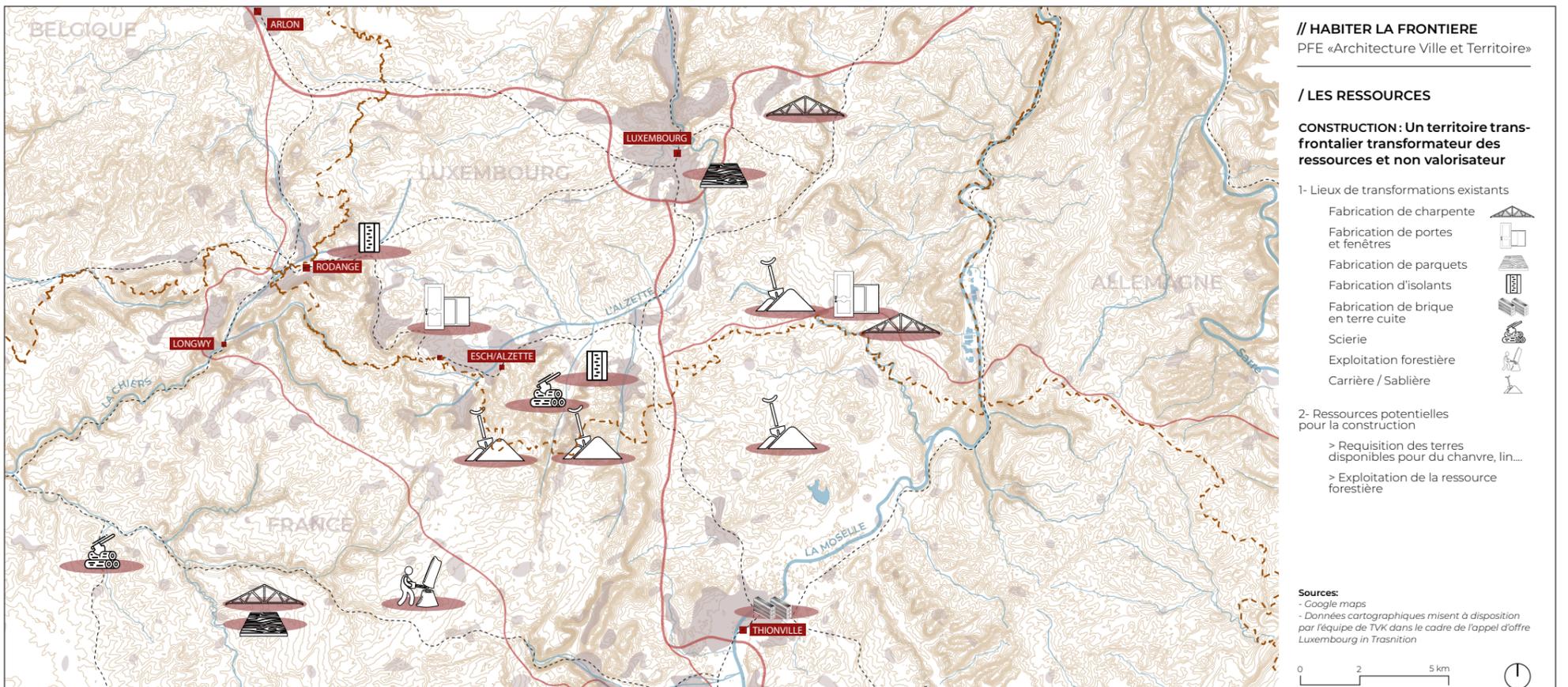
- Noyau-parcelle agricole-noyau
- Noyau-parcelle urbanisée-noyau
- Noyau-obstacle-noyau

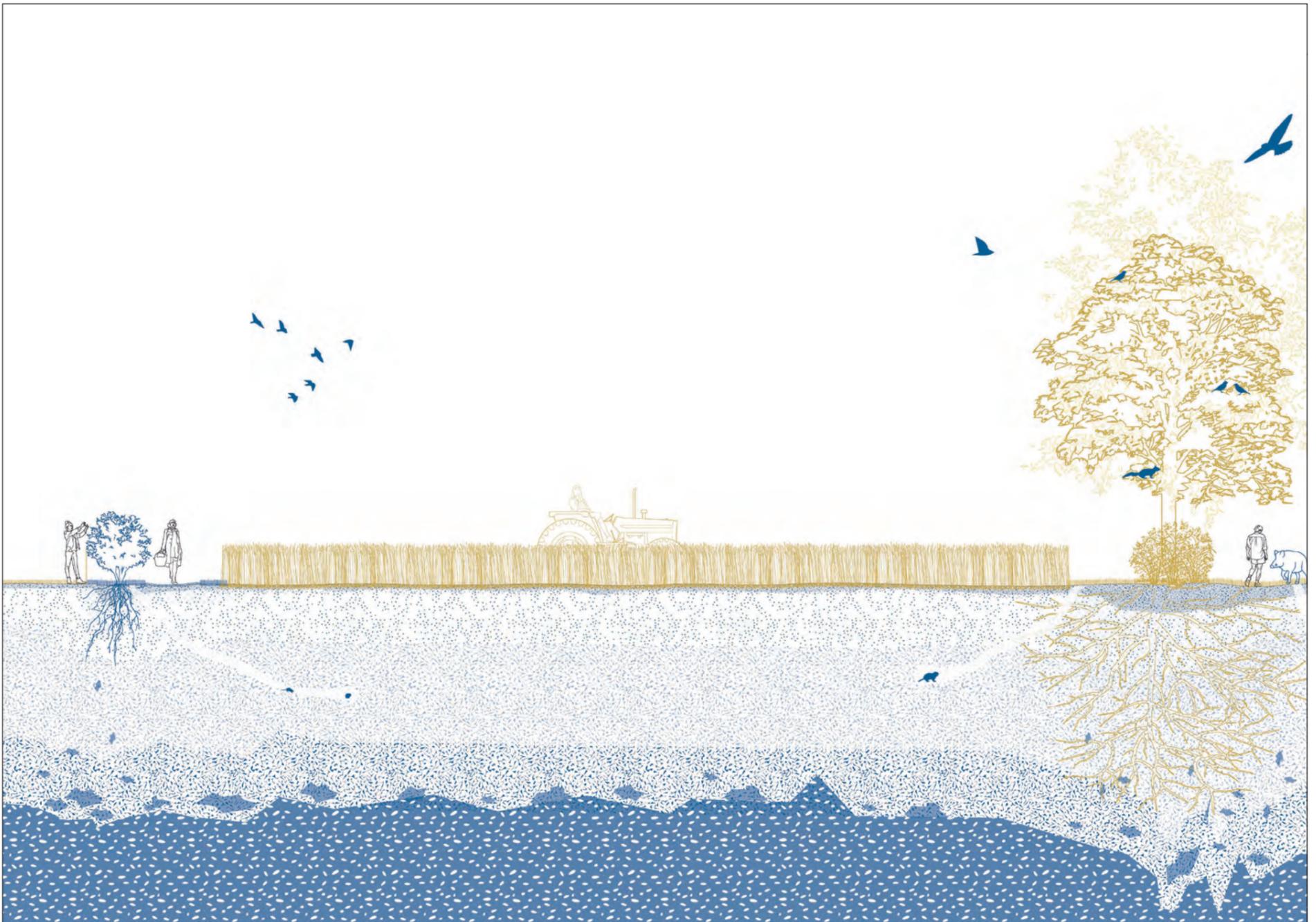
Renforcée par une structure bocagère

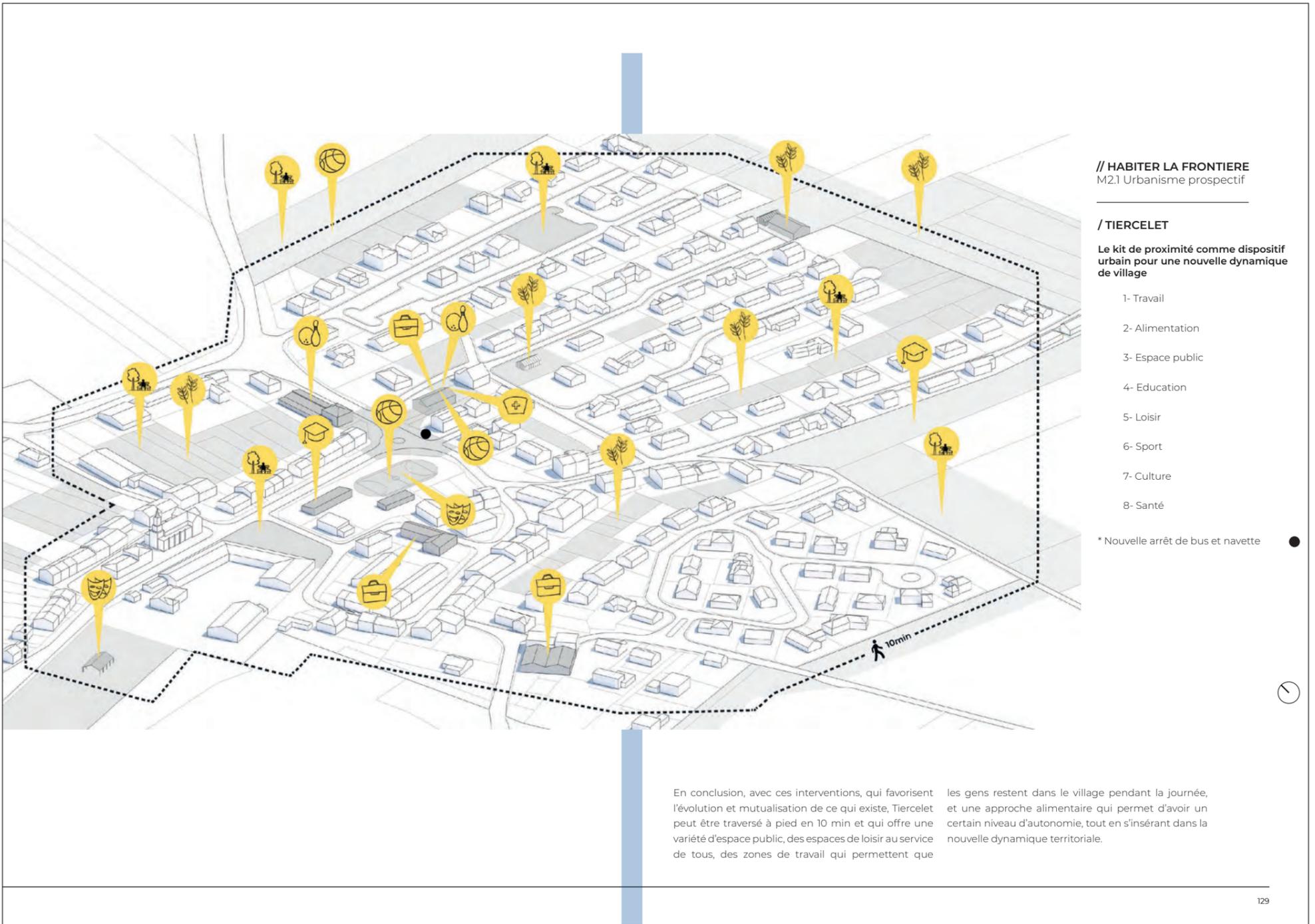
- Structure bocagère



En plus de décliner des interventions pour penser la trame bleue à différentes échelles, le projet propose d'adopter une vision de la nature intégrative et transfrontalière. En effet, plutôt que de se contenter de préserver les entités naturelles remarquables, le projet dessine une infrastructure écologique transfrontalière. Pour ce faire, il identifie les noyaux de biodiversité et propose de les relier lorsque ceux-ci ont été séparés par l'agriculture, l'urbanisation ou encore les infrastructures de mobilité.







/ STRATEGIE

Les dispositifs à mettre en place

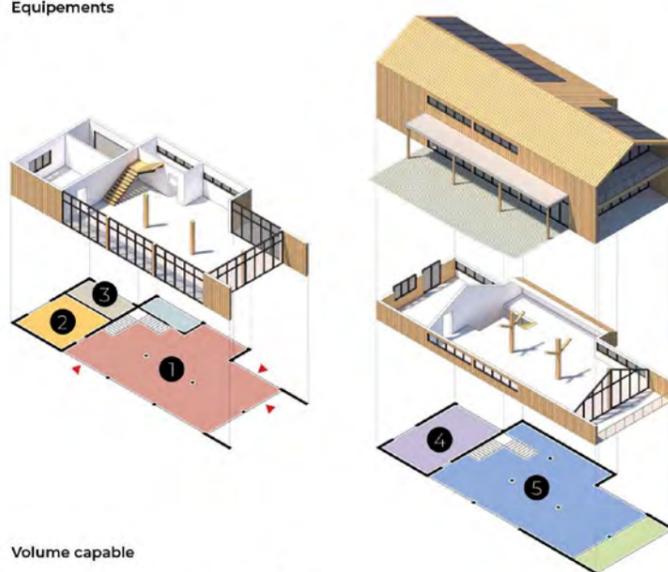
Espace public / Mobilité



Bande verte entre villages

- 1 Grandes cultures
- 2 Parcours cyclable / piéton
- 3 Haies fruitières
- 4 Espace agricole
- 5 Bande arborée
- 6 Zone de détente

Equipements



Volume capable

- 1 Espace de télétravail
- 2 Bureau médical
- 3 Stockage
- 4 Garderie
- 5 Salle de danse

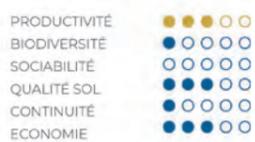
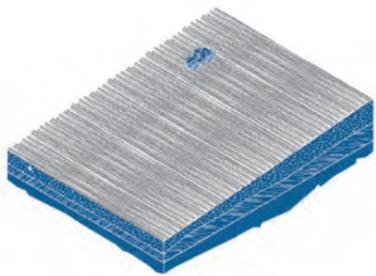
/ IDENTITÉ VILLAGEOISE

(Re)Définir l'ancrage paysager

Considérer la capital ressource du sol

AGRICULTURE INTENSIVE

Monoculture



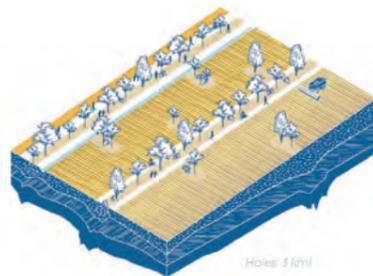
AGRICULTURE INTENSIVE

Noue paysagère, promenade piétonne, bande plantée



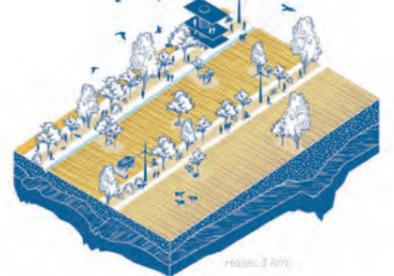
PERMACULTURE

Noue paysagère, promenade piétonne, bande plantée, structure bocagère, cultures alternées



AGROPARC

Noue paysagère, promenade piétonne, bande plantée, observatoire, parc pédagogique, éoliennes



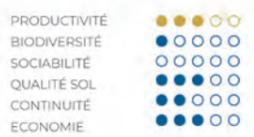
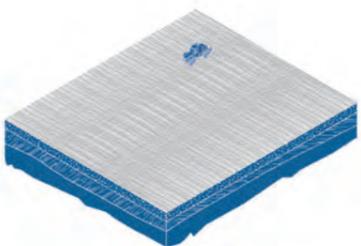
/ IDENTITÉ VILLAGEOISE

(Re)Définir la forme urbaine par son périmètre

Considérer le capital ressource du sol

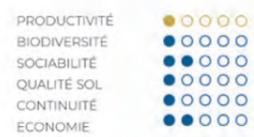
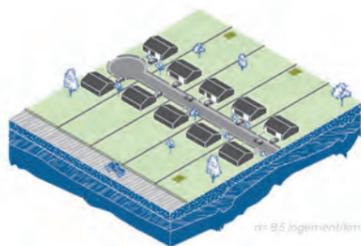
AGRICULTURE INTENSIVE

Monoculture



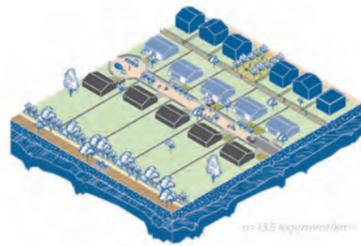
LOTISSEMENT DORTOIR

pavillons, route en cul-de-sac



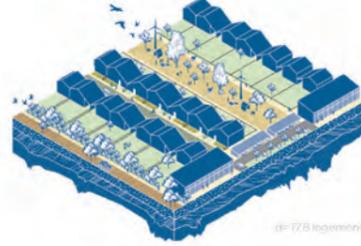
LOTISSEMENT RÉPARE

Rue aménagée, lotissement densifié, dent creusée en verges, potager au contact de la rue, verrière piétonne, islière productive



LOTISSEMENT NOURRICIER

Verges linéaire, pâturage, rue perméable, potager au contact de la rue, carport intégré, poche de stationnement, verrière piétonne, islière productive, volumes capotés



Bibliographie

EMPREINTES ÉCOLOGIQUES

- Climate Watch, Données Luxembourg, base PIK – Greenhouse Gas Emissions and Emissions Targets 1854-2017, consulté le 03/01/2021.
- Jean-Yves Courtonne, Mike Mathias (éds.) et Myfootprint.lu, L'empreinte écologique du Luxembourg édition 2013, Ministère du développement durable et des infrastructures, 2013.
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J. et al. « Global human-made mass exceeds all living biomass », *Nature*, 2020.
- Paula Hild, Bianca Schmitt, Antoine Decoville, Morgane Mey, Joëlle Welfring, The Ecological Footprint of Luxembourg: Technical Report, version 4.0, Centre de recherche public Henri Tudor, Luxembourg, juin 2018.
- INSEE, Indicateurs de richesse nationale, 16/12/2020.

RAPPORTS EUROPÉENS

- Commission européenne, Action de l'UE pour le climat et pacte vert pour l'Europe.
- European Environment Agency, The EU Emissions Trading System in 2019: trends and projections, 2019.
- European Commission, A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, In-depth Analysis In Support Of The Commission Communication Com(2018) 773, 2018.
- European Commission, Directorate for Regional and Urban Policy, Report on the quality of life in European cities, 2020.

HISTOIRE MATÉRIELLE DU LUXEMBOURG

- Simone Casali, « L'industrie sidérurgique luxembourgeoise depuis les années 1960 », SATEC, Luxembourg, 12/03/2013
- Cimalux, Ciments et Matériaux, « Historique », 2020.
- CVCE, Elena Rodica Danescu, « Crise de la sidérurgie et diversification économique », CVCE.EU by UNILU, 2016.
- Briec Hardy, Joseph E. Dufey, « Estimation des besoins en charbon de bois et en superficie forestière pour la sidérurgie wallonne préindustrielle (1750-1830) », *Revue Forestière française*, LXIV, 4-2012.
- Industrie.lu, L'histoire industrielle du Luxembourg, et au-delà.
- Ministère des Travaux Publics, Administration des Ponts et Chaussées, Papier stratégique « route2020.lu » du réseau routier étatique, octobre 2003.
- Portail luxembourgeois des sciences de la Terre
- STATEC, Lucia Gargano, « L'essor du secteur tertiaire au Luxembourg », STATEC, Luxembourg 19/12/2012.
- Gérard Trausch, Histoire économique du Grand-Duché de Luxembourg, 1815-2015, STATEC, Luxembourg, 2017.
- Gilbert Trausch, Structures et problèmes agraires du passé, Hémecht, n° 2, 1969.

DÉMOGRAPHIE

- STATEC, Serge Allegrezza (dir.), « Projections macroéconomiques et démographiques de long terme: 2017-2060 », STATEC, Luxembourg, novembre 2017.

ÉNERGIE ET TRANSPORTS

- Barbier C., Couturier C., Pourouchottamin P., Cayla J-m, Sylvestre M., Pharabod I., « L'Empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France », Club Ingénierie Prospective Énergie et Environnement, Paris, IDDRI, janvier 2019.

ALIMENTATION (LAIT, VIANDE, AUTRES)

- ADEME, Base Carbone, Restauration, consulté le 03/01/2021.
- ADEME, Base carbone, Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone, 2014.
- Agribalyse.fr, base de données environnementale de référence sur des produits agricoles et alimentaires
- Ardenneweb, « Les Réserves naturelles et l'élevage extensif au Grand-Duché de Luxembourg », Ardenneweb.eu, 27/09/2008, consulté le 03/01/2021
- Commissariat général au développement durable (2019), EFESE – La séquestration du carbone par les écosystèmes français. La Documentation Française (éd.). Collection Théma Analyse, e-publication.

- Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux, Les Contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique, Rapport n°14 056, version 2, octobre 2014.
- Ministère de l'agriculture, de la viticulture et de la protection des consommateurs, Réponse de Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs à la question parlementaire n°3409 des honorables Députés Messieurs Gérard Anzia et Henri Kox, 2017.
- Ministère de l'agriculture, de la viticulture et de la protection des consommateurs, Service d'économie rurale, L'agriculture luxembourgeoise en chiffres, Luxembourg, 2016.
- Parlement européen et Université de Wageningen, Pays-Bas: Rico Ihle, Liesbeth Dries, Roel Jongeneel, Thomas Venus, Justus Wesseler, Recherche pour la Commission AGRI-le secteur de l'élevage bovin dans l'Union européenne: défis et perspectives – lait et viande, Union Européenne, février 2017.
- RTL 5 minutes, « 40% du lait luxembourgeois finit chez Arla Foods », RTL 5minutes (en ligne) 28/03/2017.
- Solagro, Christian Couturier, Madeleine Charru, Sylvain Doublet et Philippe Pointereau, Afterres2050, le scénario 2016, Solagro, Toulouse, 2016.
- Solagro, « Témoignages d'agriculteurs sur leurs pratiques agroécologiques », consulté le 03/01/2021.
- Audrey Somnard, Lactalis Luxembourg se découvre, Paperjam (en ligne), 07/03/2018.
- Benoît Turgeon et al., « De bons rendements fourragers, du fourrage de qualité, le tout à bas coût, est-ce possible? », Centre multi-conseils agricoles, consulté le 03/01/2021.
- Jean Vayssières, « Viande labellisée: "La nature sur votre table" », *Luxemburger Wort* (en ligne) 04/09/2018, consulté le 03/01/2021.
- WWF Schweiz, Ökobilanz von Kuhmilch und pflanzlichen Drinks, 2020.

CONSTRUCTION (BÉTON, SABLE, CIMENT, BOIS)

- Amélie Luquain, « Le béton cherche à limiter ses émissions de CO2 », *Le Moniteur* (en ligne), 01/11/2019, consulté le 03/01/2021.
- IGN, La forêt en chiffres et en cartes, 2012.
- Lux Innovation, Woodcluster, « Cartographie du secteur bois. Chiffres clés du secteur privé », 2018.
- Lux Innovation, Woodcluster, « Le bois un matériau d'avenir », 2018.
- Neobuild, « Les matériaux de construction en question », *Neomag*, n°12, janvier 2018.
- Ministère du développement durable et des infrastructures département de l'environnement, Administration de la nature et des forêts, université de Liège Gembloux Agro bio Tech, La forêt luxembourgeoise en chiffres, Résultats de l'inventaire forestier National au Grand-Duché de Luxembourg 2009-2011, 2014.
- TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials)
- UNICEM, Union Nationale des Producteurs de Granulats, Carrières et développement durable. Réalisations, 2007.

DONNÉES CHIFFRÉES POUR LES COURBES INVENTAIRE CO₂ ET EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

- EEA: European Environment Agency
- Eurostat
- Global Footprint Network, « Country Trends, Luxembourg », consulté le 03/01/2021.
- OCDE: Organisation de coopération et de développement économiques
- Perspective monde (Données Banque mondiale)
- STATEC

SOURCES MÉTRIQUES

Lait / Saisons / Projet

- Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du développement rural, *Rapport d'activités 2020*, Février 2021.
- PHILIPPOT Marc & POIRIER Clémentine, *Agriculture et gestion d'espaces naturels - La gestion des prairies permanentes*. Consulté le 05 mai 2021.
- EUROSTAT, Statistics explained, *Glossaire: Unités de Gros Bétails (UGB)*. Consulté le 05 mai 2021.
- ADEME, *Documentation Base Carbone: Agriculture - cheptels*. Consulté le 10 mai 2021.
- Institut de l'Élevage, *Résultats de Contrôle laitier - Espèce ovine - 2012*. Page 8. Consulté le 10 mai 2021.
- Institut de l'Élevage et Confédération Nationale de l'Élevage, *Les chiffres clés du GEB. Caprins 2019 : Production lait et viande*. Page 4. Consulté le 10 mai 2021.
- Datawrapper, *La consommation de viande au Luxembourg par habitant*. Consulté le 10 mai 2021.
- Association Solagro, *Le scénario Afterres 2050, 2016*. Pages 11 & 92. Consulté le 10 mai 2021.

Carbone / bois

- Données stocks de carbone des sols par occupation et zone pédoclimatique: GIS Sol, Données issues du réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS). Échantillonnage réalisé entre 2001 et 2011.
 - Données stocks de carbone de la litière: Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France - Vol. 85, n°6, 1999
 - Données stocks de carbone de la biomasse hors forêts par inter région: IFN/FCBA/SOLAGRO, Étude « *Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020* », novembre 2009
 - Données stocks de carbone de la biomasse de la forêt par composition forestière: IGN, Étude « *Puits de CO₂ des forêts françaises* », volet 1, 2018
 - Données flux de carbone de référence des sols par changement d'affectation des sols par zone pédoclimatique: Traitements ADEME à partir des données du réseau de mesure de la qualité des sols (GIS Sol) et de la méthode de calcul développée par l'INRA (dans Arrouays et al., *Stocker du carbone dans les sols agricoles de France?*, 2002)
 - Données flux de la biomasse aérienne et racinaire hors forêts par changement d'affectation des sols: CITEPA, guide *Ominea*, 2017
 - Données flux de carbone de la biomasse aérienne et racinaire des forêts par composition forestière: IGN, *Inventaire forestier 2012-2016*, 2018
 - Flux d'accroissement des stocks de carbone des sols et de la biomasse et potentiel d'atténuation GES (émissions indirectes et induites): Pellerin et al., Étude INRA *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre?*, 2013
- RONDEUX Jacques, KUGENER Georges et al, *La forêt luxembourgeoise en chiffres, Résultats de l'inventaire forestier national au Grand-Duché de Luxembourg, 2009-2011*. Ministère du Développement durable et des Infrastructures, Département de l'Environnement. Administration de la Nature et des Forêts. Université de Liège. Gembloux Agro-Bio Tech.
- GLEIZES Olivier, *Faire un diagnostic carbone des forêts et des produits bois à l'échelle d'un territoire (étude de faisabilité Climafor)*, 2017, ADEME.
 - ROUX A., DHÔTE J.-F. (Coordinateurs), et al. *Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050*. Rapport d'étude pour le ministère de l'Agriculture et de l'alimentation, 2017, INRA et IGN

TVK

75 boulevard Macdonald, 75019 Paris, France
+33 (0)1 47 00 04 62, agence@tvk.fr, www.tvk.fr