

ENERGYSCAPES

ESCAPE FROM THE PETROLSCAPE

LUXEMBOURG IN TRANSITION



RAPPORT

PHASE 1

Zurich - Janvier 2021 - Raum404 - BASE - Drees&Sommer - Basler&Hofmann - Topos urbanisme

RAUM404 GMBH - Herbartstrasse 3 - CH - 8004 Zurich - www.raum404.ch - info@raum404.ch - +41 (0)44 510 33 93 - BASE - PAYSAGE

ET URBANISME - 18/20 rue du Faubourg du temple - F - 75011 PARIS - www.baseland.fr - bv@baseland.fr - + 33 1 82 83 33 00 -

DREES & SOMMER - St. Alban-Vorstadt 80 - CH - 4052 Basel - www.dreso.ch - thiebaut.parent@dreso.com - +41 61 785 72 00 - BASLER

& HOFMANN AG - Sennweg 2 - CH-3012 Bern - www.baslerhofmann.ch - zuerich@baslerhofmann.ch - TOPOS URBANISME - 7 rue

Zurlinden - CH - 1207 Genève - www.toposurbanisme.ch - michele.tranda@toposurbanisme.ch - +41 79 79 27 505 - +41 44 387 11 22

Raum 404

RAUM404 GMBH

Herbartstrasse 3
CH - 8004 Zurich
www.raum404.ch
info@raum404.ch
+41 (0)44 510 33 93

BASE

BASE - PAYSAGE ET URBANISME

18/20 rue du Faubourg du temple
F - 75011 PARIS
www.baseland.fr
bv@baseland.fr
+ 33 1 82 83 33 00

DREES & SOMMER

DREES & SOMMER

St. Alban-Vorstadt 80
CH - 4052 Basel
www.dreso.ch
thiebaut.parent@dreso.com
+41 61 785 72 00

Basler & Hofmann

BASLER & HOFMANN AG

Sennweg 2
CH-3012 Bern
www.baslerhofmann.ch
zuerich@baslerhofmann.ch
+41 44 387 11 22



TOPOS URBANISME

7 rue Zurlinden
CH - 1207 Genève
www.toposurbanisme.ch
michele.tranda@toposurbanisme.ch
+41 79 79 27 505

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| CONTENU SYNTHÉTIQUE POUR LE LECTEUR PRESSÉ | 4 |
| ENTREPRENDRE LA TRANSITION À PARTIR DE QUELQUES CONCEPTS CLÉS | 10 |
| Banham et Uexküll, la lunette bioanthropocentriste | 10 |
| La santé dans la biosphère, garante de la transition | 14 |
| Le mètre et le sablier | 17 |
| IDENTIFIER LES ÉCOLOGIES SINGULIÈRES POUR UNE LECTURE INCLUSIVE | 20 |
| Quantifier la transition | 20 |
| L'impact de la santé dans l'espace | 23 |
| Les -scapes de la région fonctionnelle du luxembourg | 26 |
| Bilan 1 : Les gros leviers à l'action | 36 |
| INTÉGRER LES ÉLÉMENTS ET LES FORCES NATURELLES AU SERVICE DE LA TRANSITION | 41 |
| Énergies renouvelables mobilisables | 41 |
| Forces naturelles | 44 |
| Bilan 2 : Les leviers d'actions capillaires, l'acupuncture pour traiter les effets rebond du bistouri | 49 |
| AGIR PAR UN SYSTÈME DE PROTOTYPE ET MONITORING | 51 |
| Utiliser le backcasting pour définir une série de projets tests. | 51 |
| Les prototypes et le monitoring | 53 |
| Le monitoring | 57 |
| RETOURNER LE SABLIER | 63 |
| Roadmap de la transition t0-2050 | 63 |
| Étapes clés, autres chemins possibles... | 69 |
| BIBLIOGRAPHIE | 70 |
| ANNEXES | 74 |

1. Contenu synthétique pour le lecteur pressé

Le titre de la consultation comprend plusieurs notions étroitement imbriquées : le **territoire** de la région fonctionnelle luxembourgeoise, qui appelle une vision permettant de construire pas à pas un **futur** à la fois **décarboné et résilient**.

Le terme "territoire" est clairement en lien avec les professions engagées dans la consultation, et pose immédiatement le cadre de l'exercice. Comme l'expose très clairement le cahier des charges, la "décarbonation" de la société implique un changement de paradigme, à mettre en œuvre par un ensemble de leviers : certains sont de la responsabilité des gouvernements, d'autres à l'initiative des citoyens ; certains influenceront plutôt sur le système de production, et d'autres sont induits par l'évolution progressive des modes de vie et la consommation.

Mais le registre qui est au centre de la présente consultation est clairement le "système territorial", dans le sens d'un ensemble cohérent de stratégies et mesures en lien avec l'espace, dont les synergies entre modes d'habiter et territoires seront tout aussi importantes que les mesures elles-mêmes.

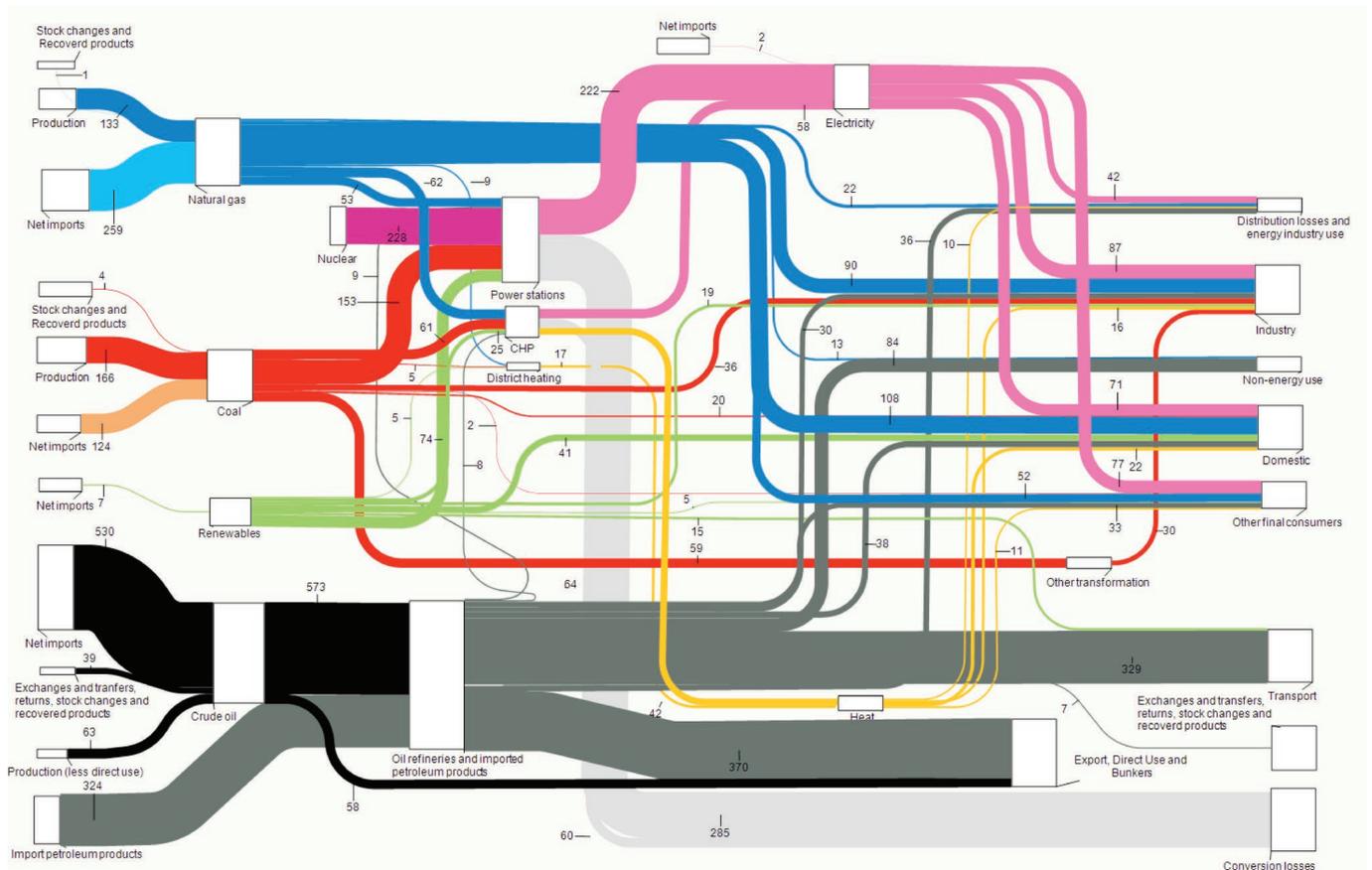
L'équipe s'est donc centrée sur son cœur de métier, l'espace, en étant consciente que ce n'est qu'une partie de la réponse, mais qu'elle est essentielle car elle énonce les conditions qui pourront accueillir d'autre forme de vie en société (prenant en compte à la fois l'incertitude de ces formes futures et l'inévitable inertie de ces transformations).

Elle s'est ainsi fixée comme objectif d'identifier les leviers qui peuvent être mobilisés à travers le territoire, soit en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre, soit pour les capter, tout en veillant à ce que l'ensemble tende vers un maximum de résilience, afin de conserver la capacité de réagir à chaque crise et le contrôle des effets rebond. L'équipe a ajouté à la commande son souci d'aboutir à un résultat satisfaisant pour la planète en tant que tout, et les êtres vivants - dont nous, les êtres humains - avec le concept de santé globale (One Health), à considérer comme le résultat nécessaire de la mise en œuvre du système proposé, ou en d'autres termes son but ultime.

La première étape a consisté à **prendre connaissance de l'ampleur du changement à opérer sur ce territoire**, de manière à ce que les propositions soient cohérentes avec les spécificités de la région fonctionnelle, ou son ADN.

Du point de vue de l'espace, le Grand-Duché est un état de taille modeste mais très intégré, tant dans son voisinage transfrontalier - sa région fonctionnelle, périmètre de la réflexion - que dans les réseaux mondiaux. Ses **modes de vies** sont fortement façonnés par ces différentes échelles imbriquées : ce point est pris en compte dans la démarche.

Du point de vue du temps, le territoire a connu une histoire de résiliences successives (de rural, à minier, puis financier). Les années qui viennent sont



celles d'une nouvelle étape, tout aussi nécessaire et importante, car dans cette région fonctionnelle à cheval sur quatre pays, le passage du mode de vie local actuel - très fortement émetteur de CO₂ (l'un des plus élevés d'Europe) - à la neutralité carbone en 2050 suppose une série de mutations fondamentales, dans de multiples domaines.

Les quelques chiffres clés suivants permettent de prendre la mesure du parcours à accomplir.

Du point de vue des émissions territoriales, le bilan carbone de la région transfrontalière en 2017 est d'environ 27.3 MTCO₂eq (mégatonnes équivalent CO₂), dont 10.5 pour le Luxembourg seul.

De manière plus globale, **l'empreinte carbone par personne¹** permet de tenir compte des importations et exportations. Celle-ci est de 36.7 TCO₂eq/pers.a (tonnes équivalent CO₂ par personne et par an) au Luxembourg, soit 2,3 fois plus qu'en Belgique (15,8), 3,4 fois plus qu'en Allemagne (10,8) et 5,4 fois plus qu'en France (6,8). La moyenne européenne est de 7,83 MTCO₂eq/pers.a.

Du point de vue de la captation, **les puits de carbone** (principalement la forêt et les produits bois) permettent d'absorber annuellement environ 0.8 MTCO₂eq, soit environ 3% des émissions annuelles.

Pour parvenir à **la neutralité carbone**, il faudra donc diminuer par étape les émissions jusqu'à ce qu'elles soient compensées par les absorptions, qui doivent augmenter pendant la même période.

Les émissions de gaz à effet de serre devront ainsi être réduites de 80 à 95 %

Gauche : diagramme de Sankey du split énergétique européen (eurostat 2017), matières premières : Gaz, Nucléaire, Charbon, Energies renouvelables, Pétrole.

Les énergies fossiles, dans le diagramme représentées en bleu, rouge et bleu, sont largement représentées dans la consommation totale en Europe, avec respectivement du gaz, charbon et pétrole. Les flux énergétiques traversent les territoires au moyens d'infrastructures anthropiques et composent un paysage énergétique spécifique. Ces énergies se manifestent en Joules, notamment.

(1) Le mode de calcul choisi par l'équipe est le suivant : l'empreinte carbone correspond à la somme des émissions de CO₂ produites directement et indirectement par un pays, c'est à dire à la somme des émissions territoriales, plus la somme des émissions importées, moins la somme des émissions exportées.

d'ici à 2050, par rapport à leur niveau de 1990, ce qui revient à les baisser en moyenne d'environ 5% par an pendant les 30 années à venir. À titre comparatif, la pandémie du COVID-19 a engendré une baisse mondiale de l'ordre de 9% en 2020.

Dernière catégorie de chiffres clés, pour mesurer l'état de la planète : la biodiversité. Or les chiffres mettent également en évidence la nécessité du changement de paradigme : entre 1962 et 2007, les écosystèmes des zones humides du Luxembourg se sont dégradés de plus de 78% (abritant pourtant une grande variété d'espèces rares et menacées, et zones tampons indispensables lors de fortes pluies), et les paysages semi-ouverts de vergers à hautes tiges et de bocages de 57% (en faisant ainsi le 2ème écosystème le plus dégradé).

Appliquée au système territoire, cette première analyse permet d'identifier **deux leviers déterminants : la décarbonation de l'énergie**, afin de pouvoir alimenter autrement les transports, l'économie et le chauffage (voire la climatisation) sans émettre de CO₂, et la prise en compte des **différentes réalités territoriales** qui habitent, consomment et exploitent les ressources naturelles.

Un troisième levier aujourd'hui moins déterminant mais fondamental pour une société en transition est celui de la transformation de l'agriculture et la préservation de la biodiversité pour **augmenter la capacité d'abortion du territoire**.

Ces trois leviers sont au centre de la proposition de l'équipe et prendront la forme spatiale de forces :

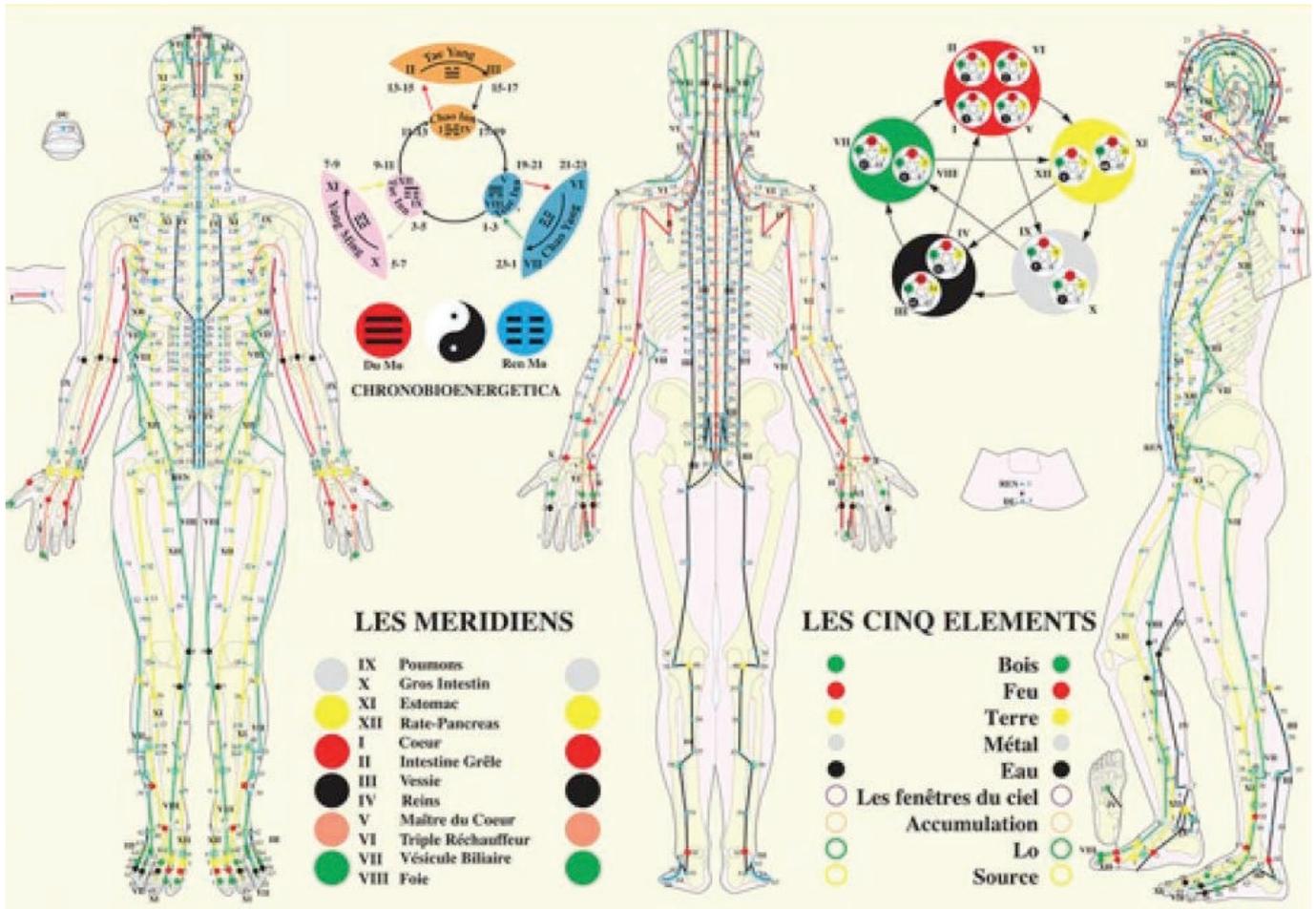
- **Les premières sont techniques**, construites par l'être humain pour l'activité humaine : leurs transformations doivent être conçues et mis en œuvre par les pouvoirs publics (voire délégués au privé sous surveillance) dans les plus brefs délais. L'équipe fait le choix à terme d'une transition qui implique les énergies renouvelables, en raison de l'importante énergie grise indissociable de l'énergie nucléaire, faisant aussi le pari d'une diminution progressive de la demande.

Le réseau des forces mobilisées doit permettre de passer par étape des énergies carbonées aux énergies renouvelables (en passant éventuellement par des énergies décarbonées non renouvelables), et d'assurer la continuité de sa fonction en cas de choc, c'est la définition même de la résilience. Chaque étape de sa mise en place doit permettre d'organiser la transition de l'économie, en particulier dans le domaine de la mobilité de moyenne et longue distance qui est une source très importante d'émissions de GES, ainsi que pour la construction et du chauffage, autres postes importants d'émissions.

Cette approche est essentiellement quantitative, et son développement débute avec un diagramme de Sankey (pour Luxembourg en 1ère étape) permettant d'identifier encore plus finement les leviers d'action en lien avec la spécificité du territoire (comme par exemple les 44% de l'énergie finale consommée pour le transport par les "non-résidents" sous forme d'achat de carburant dans les stations-service).

- **Les secondes forces mobilisées sont à la base de notre vie**, nous permettant entre-autres de manger, ce qui reprendra toute son importance à l'avenir en assurant de multiples fonctions, dont la captation de carbone, ou la rétention d'eau lors des aléas climatiques intenses.

Ce réseau est constitué de toutes les terres arables qui devraient désormais être considérées comme inaliénables, car elles seront nécessaires à la réorganisation de l'approvisionnement en denrées alimentaires, de toutes les surfaces de nature permettant d'assurer progressivement le renforcement de la biodiversité, et d'une multiplicité de lieux de rencontre dans une perspective globale de décarbonation de la vie sociale et des loisirs.



Ce levier regroupe une série d'actions et d'acteurs, gouvernementaux, économiques et de la société civile. Il articule des aspects chiffrables (comme les superficies, ou le potentiel de captation) et des aspects plus qualitatifs encore difficilement quantifiables (comme l'offre de services écosystémiques). Son symbolisme est celui des méridiens du corps humain qui permettent - s'ils sont traités avec soin - d'entretenir la santé.

La proposition se fonde essentiellement sur les deux premiers leviers (partiellement développés en 1ère étape, à compléter ultérieurement selon la méthode proposée) et enrichit le système par deux apports, afin de lui conférer plus de subtilité, et plus de résilience :

- **Les modes de vie relatifs aux réalités territoriales** qui interagissent avec les forces naturelles des territoires et les infrastructures anthropiques de la grande région, soit des écologies que nous avons illustrées par quatre -scapes (digiscape, liquidscape, fossilscape et ruralscape), ils permettent d'évaluer la faisabilité et la difficulté des mutations à entreprendre, certaines dans le sens d'une diminution de la consommation des énergies carbonées, d'autres dans celui de l'augmentation du potentiel de captation.

- **Le but ultime, la santé globale** : cette vision globale permet à la fois d'évaluer à chaque étape le bien-fondé des décisions prises, des tests opérés, mais il peut aussi être utilisé lors de choix ou priorisations entre hypothèses multiples.

Les autres politiques territoriales plus classiques sont nécessaires de facto pour leurs forts potentiels d'effet levier, mais volontairement moins développées à ce stade de l'étude, puisque bien connues. En matière de transports, les leviers consistent en l'amélioration des réseaux de bus et voies vertes jusqu'au dernier

Les méridiens dans la médecine chinoise, infrastructures de l'énergie du corps humain et sa relation aux 5 éléments naturels : Bois, Feu, Terre, Métal, Eau.

Des flux énergétiques traversent les corps humains tout comme les écosystèmes. Ces énergies ne sont pas assimilables à la culture culture d'une société ancrée dans une logique thermo-industrielle. Ces énergies ne s'expriment pas en Joules et se manifeste dans la vie de êtres.

kilomètre, et de façon générale de transports publics en Site Propre, plus fiables et réguliers, qui répondent aux besoins des voyageurs, et en un véritable "système vélo territoriales" (comprenant infrastructures, services et véhicules). Dans le domaine de la construction, la rénovation systématique des bâtiments (en raison des contraintes énergie et carbone) et le remplacement généralisé de tous les systèmes de chauffage fossiles permettra une réduction substantielle des émissions de GES du secteur. Quant à la densité souhaitable, elle doit être désirable, c'est à dire permettant de suffisamment rapprocher les usages pour réaliser la l'urbain de proximité, mais en insérant suffisamment d'espaces verts et de loisirs pour offrir un vaste choix de modes d'habiter et de loisirs.

Le système territorial résilient proposé est ainsi le suivant : un entrelacement de dispositifs, plus ou moins artificiels ou naturels, à aménager ou ménager selon les cas, utilisés et façonnés par et pour les écologies propres au territoire fonctionnel : les digiscapes (milieu urbain/péri-urbain global connecté), les liquidscapes (milieu péri-urbain pendulaire transfrontalier), les fossilscales (milieu sédentaire industriel) et les ruralscales (milieu rural productif).

Le but de l'ensemble du système est - via sa décarbonation - de parvenir à une meilleure santé de la planète et de ses occupants, qu'ils soient humains ou non. Le monitoring de ces résultats sera l'une des composantes de la métrique attendue.

La résilience du système est nécessaire en raison du dérèglement climatique qui se traduit par une plus grande probabilité de chocs plus fréquents et plus violents, face auxquels il s'agit d'assurer la continuité des fonctions essentielles, par absorption, adaptation ou transformation. L'une des pistes de réponse retenues par l'équipe est le principe de redondance : une fonction est assurée par plusieurs éléments, et chaque élément assure plusieurs fonctions.

L'agriculture se prête bien à l'illustration de ce principe : les techniques agricoles respectueuses du sol (comme un moindre recours au labour, une meilleure rotation des cultures et une couverture continue des sols), ont l'avantage non seulement d'accroître la quantité de carbone qui y est stockée, mais aussi de favoriser la biodiversité et la sécurité de l'approvisionnement alimentaire. De plus, le retour à l'agriculture en remplacement partiel de l'élevage supprime un certain nombre d'émetteurs de carbone, et contribue à un meilleur équilibre alimentaire. En outre, le renversement de la tendance actuelle d'homogénéisation des pratiques et des espaces, en faveur d'un retour à leur diversité, rendra le système moins sensible aux perturbations, donc plus résilient.

Pour être à même de faire face à la transition écologique, le territoire gagnera à être conçu différemment : plus dynamique, et plus systémique, inclusif et non exclusif des réalités qui l'habitent. Les pouvoirs publics ont pour responsabilité de définir et mettre en œuvre les infrastructures qui doivent permettre le changement de cap voulu, et de laisser la place à la société civile pour tenter de multiples expérimentations dans les interstices (juridiques et spatiaux).

La métrique : cette commande transversale du cahier des charges mérite un rapide retour historique, avant de conclure ce "résumé pour le lecteur pressé" par la présentation de la structure du document.

A l'époque prémoderne, la métrique faisait référence à des objets tangibles : on parlait alors de coudées, de pieds ou de pouces. Loin d'être un outil scientifique, il s'agissait d'une mesure intuitive appartenant au peuple, et souvent disposée dans l'espace public. Une première étape d'abstraction a eu lieu avec le mètre, moins intuitif mais encore repérable sur le corps par sa dimension. Désormais, le pouvoir - État ou milieu économique - s'est emparé de l'outil, qui lui permet un contrôle inaccessible au monde des Femmes et Hommes.

La question se pose de son futur : quelle doit être l'utilité de la métrique de

demain ? à destination de qui ? et portée par qui ? A ce stade de la réflexion, l'équipe envisage deux hypothèses complémentaires :

- D'un côté, si la métrique conserve son niveau d'abstraction actuel, le nouvel étalon permettant de mesurer - et communiquer clairement - l'impact de toute action ou décision sur la planète (par exemple sous la forme d'une "étiquette" CO2, tC (tonne Carbone) ou impact écologique sur chaque service ou objet), ou mesurant l'effet des mesures prises sur la santé globale (via les trois unités reconnues (espérance de vie sans incapacité EVSI et indice de Gini).
- De l'autre, elle pourrait (aussi) permettre de visualiser l'effort à accomplir sur le territoire et l'espace public, de manière symbolique ou artistique, à la manière d'un sablier qui montre le temps en train de s'écouler, ou suivant l'exemple de l'installation de Beuys 7000 oaks dans l'espace public de la Documenta à Kassel.

Développant le système exposé dans les lignes précédentes, ce premier rapport s'articule en quatre parties :

- **Identifier les écologies singulières**, pour quantifier l'ampleur du changement, les -scapes de la région fonctionnelle puis un bilan des gros leviers à l'action ;
- **Intégrer les éléments et forces naturelles**, les leviers d'action capillaires, l'acupuncture pour traiter les effets rebond du bistouri ;
- **Agir avec un système de prototypes monitorés**, la prospective territoriale au service d'un projet de transition territorial ;
- **Retourner le sablier** : roadmap, étapes clés et autres chemins possibles.

2. Entreprendre la transition à partir de quelques concepts clés

2.1. Banham et Uexküll, la lunette bioanthropocentriste

2.1.1. DU PETROLSCAPE A L'ENERGYSCAPE

La culture moderne a peu à peu détaché les hommes de la terre en prêchant le confort d'une humanité liée à la pensée infinie et éternelle. C'est ainsi que le milieu humain a dépassé son environnement et poussé le domaine d'exploitation des ressources de la terre à son paroxysme. La manifestation la plus éclatante de l'abstraction du sol pour les hommes est l'extraction des énergies fossiles, qui par leurs puissances inouïes, ont permis d'atteindre un confort inégalé dans l'histoire de l'humanité. Aussi, l'utilisation massive de ces énergies et la production relative de Gaz à effets de Serre (GES) sont la cause du réchauffement climatique et la dégradation accélérée des milieux naturels et de la biodiversité. Ceci a mené également à l'exposition de plus en plus récurrente des populations à une série de risques naturels, climatiques et sanitaires. Puis, le monde que l'humanité a bâti pendant la modernité a transformé l'équilibre millénaire entre ville et campagne, un monde qui est habité par et pour les voitures, un paysage du pétrole, un petrolscape.

C'est en effet à partir de la première révolution industrielle, celle liée au charbon, puis encore pendant la deuxième révolution énergétique, celle liée à l'utilisation de masse des ressources pétrolières où voitures et maisons individuelles deviennent des biens de consommation de masse, que les territoires européens ont connu une croissance majeure. La région fonctionnelle du Luxembourg est un témoin et un palimpseste de ces deux révolutions énergétiques. La spécialisation programmatique des aires urbaines, rendue possible seulement par une utilisation massive de la voiture, est symptomatique du petrolscape et se manifeste par l'éclatement de l'espace urbain et le mitage du paysage agricole.

La réduction progressive mais constante du coût des énergies fossiles a permis au transport de marchandises d'atteindre l'échelle globale. Les villes se détachent définitivement de leur dépendance énergétique aux territoires alentours immédiats. Les campagnes ont perdu la valeur de ressource productive pour devenir peu à peu des zones de résidence et de consommation. Les logements poussent sur les terres agricoles, et l'emprise des infrastructures est de plus en plus significative.

confort

ensemble des commodités, des agréments qui produit le bien-être matériel ; bien-être en résultant. (Larousse 2020).

-scape

suffixe utilisé pour former des noms qui portent l'idée de scène, de vue, de paysage, d'environnement. (Larousse 2020). En botanique, scape est le mot anglais qui désigne une tige couronnée d'une fleur directement connectée à la racine de la plante.

L'échelle d'influence du paysage du pétrole dépasse largement la dimension du bâtiment et prend une échelle territoriale voir planétaire. Les infrastructures énergétiques ont une emprise si forte dans le paysage, qu'elles mettent en crise l'idée même de la ville. Les autoroutes qui enceignent les lieux habités, des axes viaires au cœur de quartiers d'habitations sont difficilement traversables pour le piéton, ou encore des centres commerciaux privés plus accessibles aux voitures qu'aux piétons, qui comblent le rôle manquant d'espaces publics (cf. Cloche d'or), définissent à présent les environnements hostiles de nos villes. Ces espaces, dédiés au bon fonctionnement des machines, rompent définitivement le dialogue avec les spécificités locales. Ils sont le fruit d'une exploitation des ressources mondialisée souvent très éloignée des lieux de consommation énergétique. Quel paradoxe que de construire un monde où nous ne pouvons plus y marcher. L'utilisation de masse des énergies fossiles a compromis les synergies locales en faveur d'une politique globale. L'abondance des produits fossiles extraits pour les intérêts financiers d'une économie mondialisée n'a été possible que par cette culture énergétique.

Le petrolscape est aujourd'hui le milieu dominant de la région fonctionnelle du Luxembourg. Aux infrastructures contemporaines fragmentées, correspond une quantité énergétique nécessaire à leur fonctionnement. Cet état de fait nous rend dépendant d'une consommation d'énergie élevée, notamment pour le transport. Les habitants de la région fonctionnelle du Luxembourg sont prisonniers des paysages du pétrole qu'ils ont construit par le pétrole.

Un déséquilibre écosystémique est aussi la conséquence d'une vision anthropocentrée de l'aménagement du territoire. Un équilibre entre production et absorption des GES, entre consommation d'énergies fossiles et renouvelables locales et entre les modes de vies et biodiversité pourra être atteint dans une vision écologique des interactions entre le réseau anthropique et les réseaux de vie.

2.1.2. LA LOUPE DE BANHAM

Le suffixe -scapes offre une intéressante ouverture conceptuelle. Analogue à ce que Reiner Banham décrivait en 1971 pour la ville de Los Angeles avec le concept d'écologies, les -scapes visent une approche systémique pour décrire la ville-paysage en utilisant des méthodes d'analyse issues des sciences sociales et associées à un discours esthétique en architecture. Les -scapes permettent une lecture holistique des différentes géographies. Cet outil, que nous allons approfondir dans les chapitres suivants vise à mettre en lumière les différentes réalités qui coexistent au sein d'un même espace, ici le territoire fonctionnel luxembourgeois. Quatre -scapes ont été définis à priori par le croisement entre les territoires supports (biorégions), des activités économiques, et des modes qui illustrent les systèmes de relations entre habitants, travailleurs et lieu de travail. Il s'agit de -scapes "témoins". Cette première lecture plutôt intuitive mérite d'être affinée dans un second temps, par un travail approfondi avec les 30 personnes du comité citoyen qui vivent le territoire.

La dichotomie entre la nature et la ville a été remplacée ces dernières décennies par une compréhension de l'écologie urbaine, qui considère la nature non seulement comme faisant partie de la ville, mais s'efforce d'avoir une nouvelle compréhension synthétique d'un environnement entièrement créé par l'homme: "La conception, l'utilisation et la signification de l'espace urbain impliquent la transformation de la nature en une nouvelle synthèse." La contribution se caractérise par ce passage épistémique d'une compréhension de l'écologie purement basée sur la nature à une compréhension en tant qu'écologie politique qui reconnaît les caractéristiques anthropogéniques du paysage urbain et son interrelation avec l'architecture et la technologie¹.



La Cloche d'or, site de développement au Luxembourg et centre commercial. Le petrolscape se manifeste avec force par un urbanisme structuré par un axe viaire très important et une centralité commerciale indoor, le shopping mall.

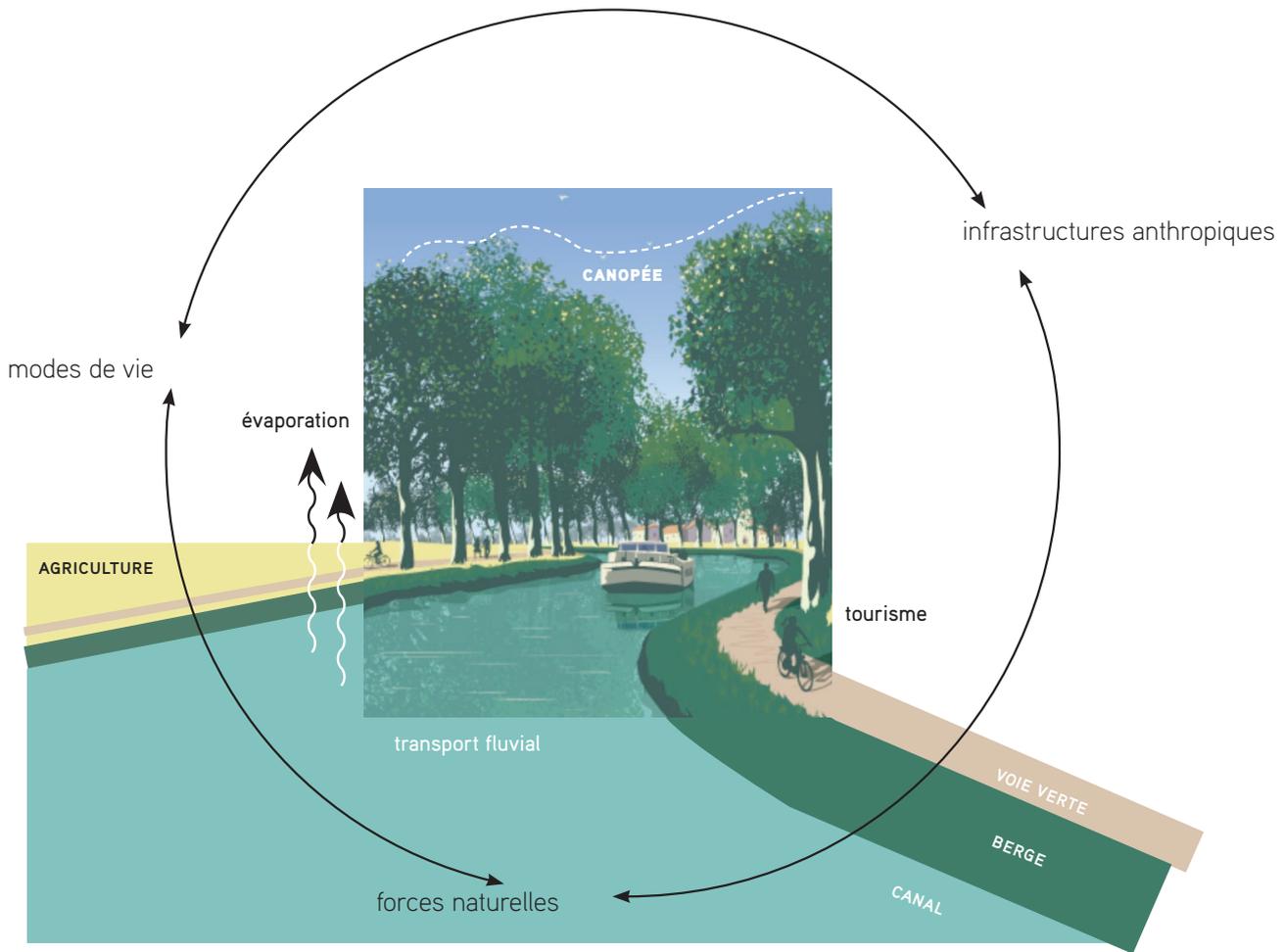
Machines

Macchina en italien signifie machine, mais aussi voiture

Intégrer la différence

La lecture via différentes réalités territoriales (-scapes) a pour but d'identifier les leviers d'actions et d'interrelations pouvant agir en faveur d'un projet de transition commun qui ne cherche pas à uniformiser mais au contraire à promouvoir « une culture de l'indifférence de la différence » (Christine Müller, la conférence 11 décembre sur les impacts territoriaux liés à la crise sanitaire, organisée par la DATer MEA, l'OAI et la CIPU)

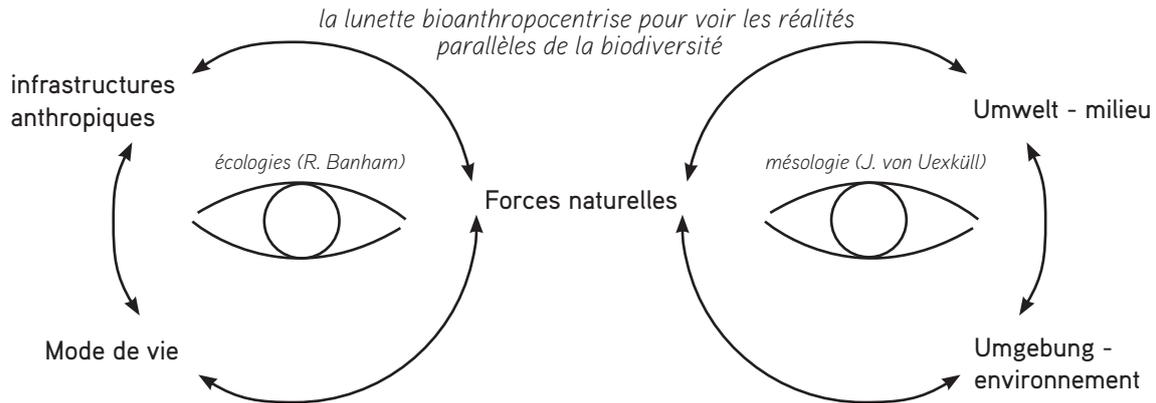
(1) Stieger L, Energy Landscape, littérature et perspective historiques, dans Rapport Final Consultation Grand Genève, 2020



Canal du Midi, un exemple de paysage énergétique bâti entre 1666 - 1681. Un équilibre nouveau qui implique une infrastructure anthropique, fait intervenir des forces naturelles locales et impacte les modes de vie locaux (tourisme, vélo...)

Les -scapes sont au cœur de la relation entre forces naturelles, infrastructures anthropiques et modes de vies. Un changement de paradigme par rapport à la consommation des énergies fossiles et à la production des GES, aura nécessairement un retentissement sur les réalités anthropiques qui composent le territoire fonctionnel du Luxembourg. Il est fondamental d'intégrer une lecture humaine, pour concevoir de manière inclusive la transformation d'un territoire dont les infrastructures peuvent développer une meilleure relation aux forces naturelles locales.

Dans les prochains chapitres, nous allons illustrer ce principe par quatre -scapes qui interagissent de manière différente avec les infrastructures anthropiques et les forces naturelles. En effet, toutes mesures prises pour atteindre les objectifs auront un impact différent sur les -scapes, selon les spécificités sociales, économiques et spatiales qui interviennent. Afin de garantir une planification résiliente mais équitable, nous proposons de travailler avec ces quatre -scapes témoins du territoire Fonctionnel du Luxembourg.



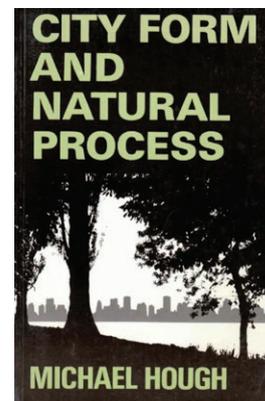
2.1.3. LA LOUPE DE UEXKÜLL

Cette lecture des -scapes est complétée par celle des milieux. À la loupe anthropocentrée nous ajoutons celle non-anthropocentrée, capable de défendre les "intérêts" et le point de vue de la biodiversité. A l'instar d'une lunette cinématographique rouge et bleu, où chaque œil filtre de manière monochrome la réalité, mais ensemble sont capables de donner une vision en profondeur : la vision 3D ; nous voulons compléter l'optique qui vise à constamment améliorer monde humain, avec une conception mésologique. La mésologie en effet vise à l'étude des milieux humains et animaux. Cette conception met tous les êtres vivants de la biosphère sous un pied d'égalité, ce qui nous paraît fondamental pour concevoir une société en équilibre capable d'opérer la transition.

La notion de milieu (Umwelt) introduite par Uexküll au début du siècle passé, distingue étymologiquement en langue allemande le Umwelt / milieu du Umgebung / environnement. L'idée ici est que l'environnement est l'espace qui nous est donné (gegeben) commun à tous, inaliénable, alors que le milieu est le monde (Welt) qui est propre à chaque espèce, voir même chaque -scapes pour le règne humain.

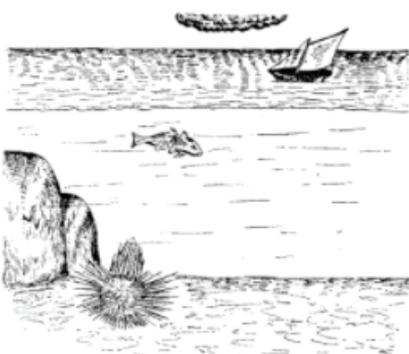
En effet, pour Uexküll, chaque espèce vivante a son univers propre, à quoi, elle donne sens, et qui lui impose ses déterminations. Un exemple de ce concept est fourni par l'analyse de la vie de la tique. Celle-ci ne réagit pas qu'à trois stimulants : la femelle fécondée grimpe sur une branche, et attend le passage d'un animal ; lorsque le stimulus olfactif a lieu (perception d'acide butyrique, l'odeur des glandes sudoripares des mammifères), elle se laisse tomber ; si elle ne tombe pas sur un animal, elle remonte sur une branche ; un stimulant tactile lui permet d'aller vers un emplacement de la peau dénué de poils ; elle s'enfonce jusqu'à la tête dans la peau de l'animal, se remplit de sang, se laisse tomber, pond ses œufs et meurt. Quoique limité par rapport au nôtre, ce monde est un monde à part entière. Il proposera la règle suivante : un milieu vécu optimal (ce que le sujet peut) dans un environnement pessimal (l'infini indiscernable de la nature).

Ce que nous dit Uexküll aux prémices d'une nouvelle science, la mésologie, **c'est que des mondes parallèles se côtoient et existent formant des réalités propres à l'espèce qui la vis.** Ces mondes, déterminés par les organes sensoriels et les actes qui font se mouvoir les être vivants, n'ont pas de valeur absolue et s'accostent horizontalement. Ainsi, non seulement, nous devrions considérer les réalités parallèles des habitants (les -scapes), mais aussi nous devrions intégrer au nôtre le regard et la réalité d'une vache, d'une tique ou d'un rapace. Finalement, planifier un territoire capable d'intégrer la biodiversité, pourrait signifier penser un plan d'aménagement pour les Hommes, mais aussi, les vaches, tiques, rapace, etc.

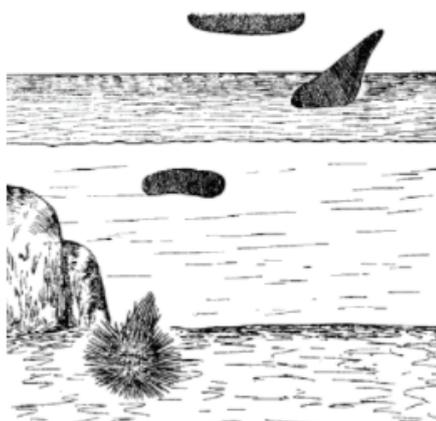


Seminal Publication on ecological Urbanism

Au cours des années 1960, des architectes comme Kevin Lynch (*The Image of the City*, 1960), Christopher Alexander (*Notes on the Synthesis of Form*, 1964), Fumihiko Maki (*Investigations in Collective Form*, 1964) ou Aldo Rossi (*L'architettura della Citta*, 1969) ont analysé l'ordre constitutif des villes en fonction de leur caractéristiques architecturales et esthétiques. Une autre interprétation de l'écologie urbaine a été fournie par le critique d'architecture britannique Peter Reiner Banham en suivant une approche pour décrire la ville de Los Angeles qui utilisait des méthodes d'analyse plus proches de la discipline des sciences humaines que de l'approche méthodologique des sciences naturelles ou du discours esthétique en architecture. Dans *Los Angeles: The Architecture of Four Ecologies* Banham décrit le vaste paysage urbain de la métropole californienne en termes de quartiers spécifiques, qui se sont développés au fil du temps en fonction de leurs caractéristiques naturelles et leurs infrastructures spécifiques. Les Ecologies "Surftopia", "Foothills", "The plains of ID" and "Autopia" dépeignent des tissus sociaux et des styles architecturaux distincts liés à un mode de vie spécifique sur la côte, sur les collines, dans les plaines de la ville ou en liaison avec le vaste réseau routier.



Environnement de l'oursin (Uexküll 1956)



Milieu de l'oursin (Uexküll 1956)

Ce n'est pas une mince affaire, et cela dépasse bien entendu la possibilité de l'entendement et de la perception humaine ! Néanmoins, nous voulons intégrer au même niveau et de manière horizontale cette loupe non-anthropocentrée pour une lecture inclusive, en faveur d'une vision bioanthropocentrée du futur de la région fonctionnelle du Luxembourg.

Ainsi, considérer que le milieu humain puisse être une infime composante des milieux dans la biosphère nous contraint à intégrer l'humilité de notre emprise sur celle des autres espèces, et c'est cette aptitude qui accompagnera notre pensée dans cette étude. Pour ne pas tomber dans la trappe phénoménologique qui tendrait à mettre en avant la seule quantité des espèces qui habitent une région, nous proposons de prendre la santé de la biosphère comme déterminant capable de nous indiquer la qualité des propositions que nous allons développer.

2.2. La santé dans la biosphère, garante de la transition

Dans notre approche, la santé est entendue au sens plein, c'est-à-dire comme un "état de complet bien-être physique, mental et social, ne consistant pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité²".

Ces trois dimensions de la santé (physique, mental et social), qui peuvent être appliquées au sein de la biodiversité, peuvent s'appuyer sur des métriques opérationnelles, utilisables dans une approche prospective comme celle de "LIT".

2.2.1. QUELLE APPROCHE DE LA SANTÉ HUMAINE ? COMPOSANTES ET MÉTRIQUES

Métrique de la santé physique d'une population : l'espérance de vie "sans incapacité"

Si l'espérance de vie est un indicateur démographique couramment utilisé, il ne permet pas de savoir si l'allongement de la durée de vie des personnes s'accompagne ou non d'un allongement du temps vécu en bonne santé. C'est afin de pouvoir répondre à cette question qu'un nouvel indicateur structurel a été proposé mesurant le nombre d'années qu'un individu peut espérer vivre sans limitations d'activité dues à des problèmes de santé (espérance de vie sans incapacité – EVSI). En 2012, l'espérance de vie sans incapacité atteint pour le Luxembourg 65 ans³.

Métrique de la santé mentale : le % de la population présentant des symptômes dépressifs

L'importance de cette dimension, souvent moins observée que la santé physique, a été singulièrement mise en évidence à l'occasion de la crise sanitaire actuelle, qui a montré que les choix d'aménagement des territoires à différentes échelles

(2) Définition de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

(3) STATEC, regard sur le nouvel indicateur communautaire d'espérance de vie en bonne santé.

pouvaient impacter fortement la santé mentale individuelle et collective.

Cette métrique présente l'intérêt d'apporter un regard large sur les questions de santé mentale, ne la restreignant pas aux individus souffrant de troubles graves, et de pouvoir être comparée entre pays européens. **En 2014, au Luxembourg, c'est 8,3% de la population qui déclare souffrir de symptômes dépressifs⁴.**

Métrique de la santé sociale : l'indice de Gini

Sur un territoire donné, que ce soit à l'échelle d'une ville, une région ou un pays, les populations socio-économiquement désavantagées sont plus fréquemment affectées par divers problèmes de santé. Cet enjeu des inégalités sociales de santé est également essentielle quand on veut appréhender les impacts sur la santé de choix d'aménagement d'un territoire, avec une idée centrale : comment faire en sorte que les aménités territoriales bénéficient équitablement aux populations indépendamment de leur statut socio-économique (par exemple : comment assurer une accessibilité équitable à des espaces verts, des offres de santé ?), que l'exposition à des risques environnementaux ne soient pas plus fortes pour les populations les plus défavorisées (par exemple : veiller à ne pas concentrer la production de logements sociaux dans les zones les plus exposés au bruit, à la pollution atmosphérique, etc.).

Pour intégrer cette notion de "santé sociale", nous proposons de retenir une métrique simple et accessible : le coefficient de Gini des inégalités de revenus au sein d'un pays⁵. En 2013, **le Luxembourg compte un coefficient de Gini de 0,36, supérieur (et donc plus inégalitaire) à la moyenne de l'UE 28 (0,31) et de ses voisins (France : 0,31 ; Allemagne : 0,30 ; Belgique : 0,27)⁶.**

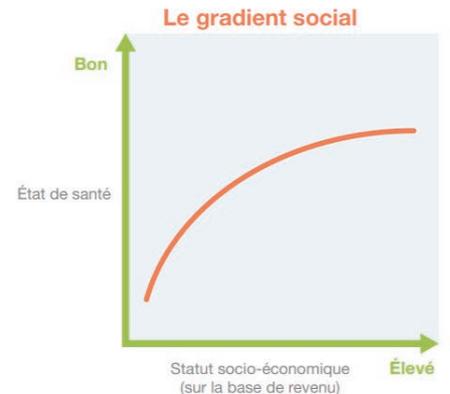
Métrique du "potentiel de vie" d'une population

Les données précédentes peuvent apporter un éclairage multi-dimensionnel sur l'état de santé global d'une population, à l'échelle d'un pays comme le Luxembourg. On peut cependant leur reprocher de ne pas intégrer l'enjeu de la capacité d'un territoire, des ressources à mobiliser (dont au premier chef les énergies) pour assurer cet "état de santé complète" pour un nombre croissant d'habitants.

En s'inspirant des travaux du démographe Liebmann Hersch⁷ de l'Université de Genève, nous proposons un indicateur permettant d'estimer la "vitalité prospective" d'une population, au sens de la somme de temps que peut espérer vivre en bonne santé cette population. Cet indicateur permet d'intégrer l'idée que, dans un pays développé comme le Luxembourg, non seulement l'espérance de vie en bonne santé a fortement progressé au cours des dernières décennies, mais la population "bénéficiant" de ce meilleur état de santé a quasiment doublé depuis 1960.

Comme métrique, cet indicateur de "potentiel de vie de santé humaine" sera exprimé en "années de vie anticipée en bonne santé" et définie comme : nombre d'habitants * espérance de vie moyenne sans incapacité.

Pour le Luxembourg, ce "potentiel de vie de santé humaine" se situe donc actuellement à environ 400 millions d'année de vie en bonne santé⁸. Les choix d'un modèle de transition, de modes de vie et d'aménagement du



Le gradient social en santé (source : Hyppolite S-R 2012)

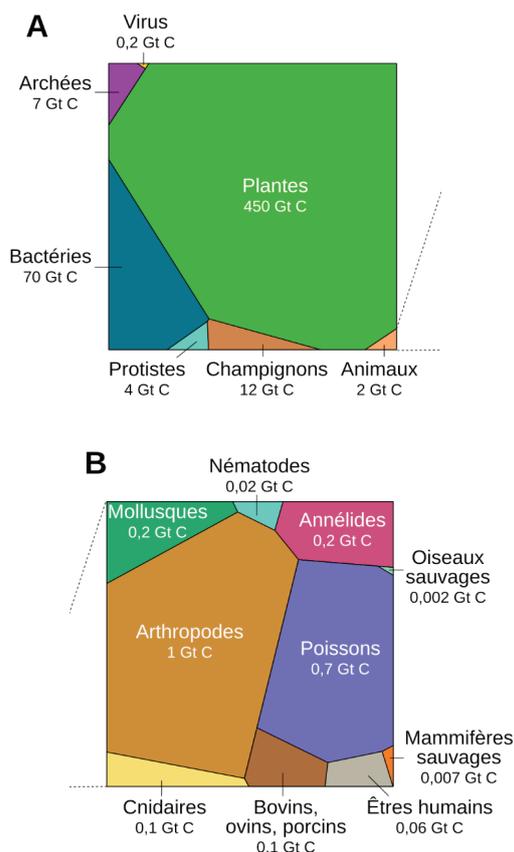
(4) Statistica Research Department, fréquence d'auto-déclaration des troubles dépressifs en Europe en 2014.

(5) Le coefficient de Gini est une valeur entre 0 et 1 : 0 correspondant à une égalité parfaite de la distribution des revenus au sein d'une population, et 1 à une valeur théorique où un seul individu détiendrait tous les revenus.

(6) "Un regard sur les inégalités de revenus au Luxembourg", Fondation Idea, 2015.

(7) "Démographie potentielle et vieillissement de la population", 1948.

(8) Soit une espérance de vie sans incapacité de 65 ans pour un peu plus de 600 000 habitants du pays.



Répartition de la biomasse mondiale en fonction des groupes d'êtres vivants (The biomass distribution on Earth, PNAS, 2018.)

territoire, dont seront porteurs "LIT" peuvent influencer directement ce résultat. En 2050, le modèle mis en œuvre sera-t-il toujours en capacité à garantir ce "potentiel de vie" ... ? Sinon, un "potentiel de vie" sera-t-il plus restreint du fait d'un recul de l'espérance de vie, d'une baisse de la population luxembourgeoise... ou d'un cumul des deux facteurs ?

2.2.2. A TRAVERS LE MODÈLE DE TRANSITION "LIT" : ALLER AU-DELÀ DE LA SANTÉ HUMAINE POUR TENDRE VERS "ONE HEALTH"

Le mouvement "One Health", apparu au début des années 2000, promeut une approche intégrée, systémique et unifiée de la santé publique, animale et environnementale, aussi bien aux échelles locales, nationales que planétaire. Elle vise notamment à mieux affronter les maladies émergentes à risque pandémique... approche dont la crise sanitaire actuelle montre toute la pertinence.

Dans notre proposition Energyscape pour le projet "LIT", réintégrer l'enjeu de santé humaine dans une vision plus large de la santé écosystémique apparaît comme une évidence. Quelles peuvent être les indicateurs et métriques pouvant servir de référence pour cette approche intégrée ?

La place des humains au sein de la vitalité globale d'un territoire donné : la biomasse relative.

Les êtres humains occupent un poids (au sens propre et figuré) très limité au sein du vivant... et pour autant ce poids croissant, du fait d'une démographie exponentielle dans l'ère industrielle, se fait au détriment de la place occupée par de nombreuses autres espèces.

Exprimée en gigatonnes de carbone (Gt C), les animaux ne sont estimés constituer qu'une fraction (2 Gt C) de la biomasse globale actuelle, où prédominent les plantes... et au sein des animaux, les êtres humains, au niveau de population actuelle, ne "pèsent" que 3% du total. On notera d'ailleurs le rapport entre cette biomasse carbonée humaine (0,06 GT C) et les émissions annuelles de GES nécessaires à l'activité humaine (environ 35 Gt C), soit environ 500 fois plus.

Et pourtant : à la suite de la croissance démographique humaine des 200 dernières années, mais aussi de l'impact sans cesse croissant du développement humain sur les habitats "sauvages", on estime qu'actuellement la biomasse de l'espèce humaine est environ 10 fois supérieure à celle de l'ensemble des mammifères sauvages. Les espèces "servantes", domestiquées pour l'activité humaine (bovins, ovins et porcins) représentent quant à elle une biomasse 14 fois plus importante que celle de l'ensemble des mammifères sauvages. Dit autrement : au sein de la biomasse des mammifères vivant sur Terre, 60% d'entre eux sont des animaux d'élevage, 36% sont des humains et seulement 4% vivent dans la nature.

Cette métrique de l'évolution de la place relative de l'espèce humaine au sein de la biomasse des mammifères est mobilisée dans notre approche.

La place des humains au sein de la vitalité globale d'un territoire donné : le "potentiel de vie en bonne santé"

Est-ce que la notion de "potentiel de vie en bonne santé" peut être étendue au-delà des seuls êtres humains ?

Pour se focaliser sur les mammifères, les espérances de vie des différentes espèces à l'état sauvage sont globalement bien connues, comme l'illustre



l'infographie suivante : entre quelques années et quelques dizaines d'années pour les espèces.

Pour les animaux domestiqués, et particulièrement les animaux d'élevage, la situation est toute autre. La grande majorité des animaux d'élevage, et notamment ceux servant à la consommation de viande, n'atteignent qu'une fraction de leur espérance de vie naturelle, souvent bien avant d'avoir atteint leur âge adulte⁹.

Ce sera donc la santé des humains et de la biosphère qui sera la garante de la bonne transformation d'une société thermo-industrielle vers celle qui aura fait sa transition. Mais sera-t-elle, en tant que mesure de la transition, à elle seule capable d'atteindre la cible d'un monde en équilibre ?

2.3. Le mètre et le sablier

*"Measuring is not as an operation that merely determines the quantity of something out there, but a formal activity that creates rather than certifies"*¹⁰

Si mesurer n'est pas une opération qui quantifie, mais une activité formelle créatrice, alors nous devons questionner la suffisance d'un indice unique pour mesurer le parcours accompli. La diminution de la consommation d'énergies fossiles accompagnées d'une diminution des émissions de GES et de leur captation est quantifiable en tonne Carbone, l'espace impliqué l'est quant à lui en mètre (m,ml,m²,m³) mais ces unités sont-elles suffisantes pour porter la conception d'un monde infini comme le suggère le mètre ?

2.3.1. LE MÈTRE

En effet, la conception contemporaine de la métrique est basée sur une unité interchangeable, abstraite et infinie. La métrique actuelle n'est pas contenue dans un espace-temps, n'a ni début, ni fin. Le zéro du mètre, par exemple, n'a pas de valeur spatiale ou temporelle, il n'exprime pas de lien avec le corps et l'espace, le zéro est intangible et absent de symbolisme.

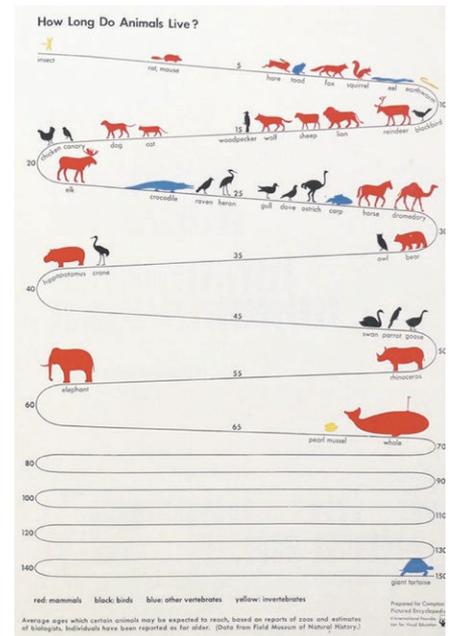
Cela n'a pas toujours été le cas. Dans l'antiquité, la métrique agraire (dimension d'un champ cultivé) s'exprimait par une mesure énergétique, faisant intervenir une force, un outil (ou technique), et les forces naturelles.

Par exemple, la centuration des terrains agricoles dans la Rome antique, correspond au rapport entre le travail que pouvait fournir un animal, le bœuf (le labour), attaché à une corde (l'outil) pour travailler une superficie de terrain (espace) dans une journée (temps, basé sur une unité de 12). La centuration est notamment toujours visible dans les terres agricoles du Veneto Centrale.

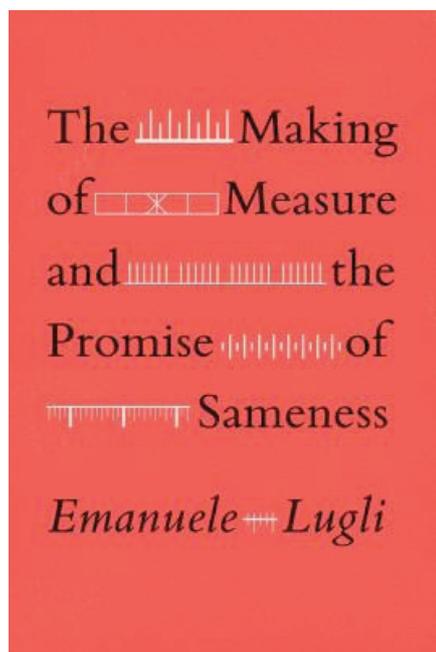
Bien avant la modernité, la mesure exprimait ainsi un dialogue entre forces naturelles et les activités humaines. Ce lien s'est peu à peu dissipé, premièrement à partir du moyen-âge (détachement des dieux de la terre par un Dieu unique localisé hors de l'espace-temps humain, le ciel) puis dans un deuxième temps à partir des Lumières (détachement du divin vers l'abstraction pure, la raison).

(9) Par exemple : porcs abattus au bout de 5 ou 6 mois, alors que leur espérance de vie naturelle est d'environ 20 ans.

(10) Lugi Emanuele, The Making of Measure and the Promise of Sameness, Chicago Press, 2019



Espérance de vie dans le règne animal.



Lugli Emanuele, *The Making of Measure and the Promise of Sameness*, Chicago Press, 2019

Pendant le moyen-âge, la métrique était souvent liée aux dimensions du corps humain (pied, main, pouce, bras) elle est standardisée, démocratique et affichée à la vue de toute la population. Loin d'être un outil scientifique, il s'agissait de métriques intuitives appartenant au peuple souvent disposé dans l'espace public. C'est avec l'unification des grands empires que la métrique a pris la fonction d'exercice du pouvoir, en devenant un pied royal, éditée et contrôlée par un roi unique et tout-puissant. À ce stade, le pouvoir s'est emparé de l'outil, qu'il soit état ou milieu économique.

De nos jours, la métrique est scientifique. Celle de la transition écologique, s'exprime par des quantités précises : d'énergie consommée, de gaz carbonique et autres GES émis, etc. L'impact de l'activité humaine sur la biosphère est quantifiable, mais quid de ses effets ?

Par exemple, la quantité de CO2 émise par un vol d'avion correspond à x tonnes carbone, mais quel en est l'impact, où et quand se situe-t-il ? Est-ce localement par une augmentation des polluants dans l'air, du bruit ? Ou bien globalement lors de l'extraction et du transport du kérosène nécessaire ? Sur la santé humaine ? Sur celle de la biodiversité ? etc.

Actuellement, le référentiel est la consommation d'énergie et de production de GES par personne (pro capita) qui peut être contrôlée par des institutions publiques ou privées. Cette connaissance est nécessaire pour atteindre des buts précis. Nous allons, dans les prochains chapitres intégrer cette métrique scientifique. Cependant, ce système qui vacille entre individu et communauté (industrielle notamment) de donne pas un indice de l'avancement de la transition, ni dans sa globalité, ni de son impact réel immédiat.

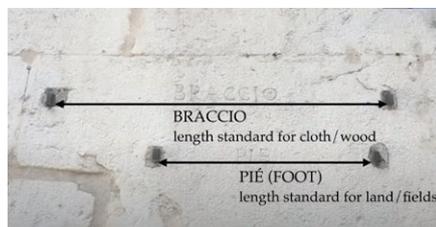
2.3.2. LE SABLIER

Alors que le mètre n'exprime pas de début ni de fin, le sablier mesure le temps dans un espace délimité. Sa mesure indique d'ailleurs toujours le temps qui vient de s'écouler et le temps qui reste. Il exprime parallèlement la mesure du temps et la totalité du temps choisi.

A l'image de l'urgence climatique, il nous paraît fondamental de pouvoir mesurer le temps qui reste devant nous pour atteindre un but précis et identifiable, ici 0 net carbone en 2050. Il ne nous reste finalement que 30 ans pour atteindre cet objectif, le temps à une nouvelle génération d'habiter la région fonctionnelle du Luxembourg. En tant que planificateurs, nous voulons intégrer à la métrique scientifique, nécessaire, le rôle de l'espace-temps, soit l'activité humaine dans l'espace au cours du temps, et notamment le rôle des interactions socio-spatiales dans ce système.

Pour illustrer ce principe, prenons l'exemple de l'installation 7000 oaks de Beuys lors de l'exposition de Kassel. Sept mille pierres ont été entassées sur un des espaces publics majeurs de la ville. L'installation était basée sur le fait que pour chaque pierre déplacée de l'espace public entravé, devait être planté un hêtre à partir du centre-ville vers les campagnes. Telle des bornes milliaires, les pierres ont été posées à la racine de chaque arbre et scandent ainsi l'espace entre la ville et la campagne. Comme pour le sablier, la finalité du projet, planter 7000 hêtres, a été visible dès le début de l'installation. C'est ensuite par l'interaction sociale, temporelle et spatiale que le projet de planter 7000 arbres supplémentaires s'est réalisé.

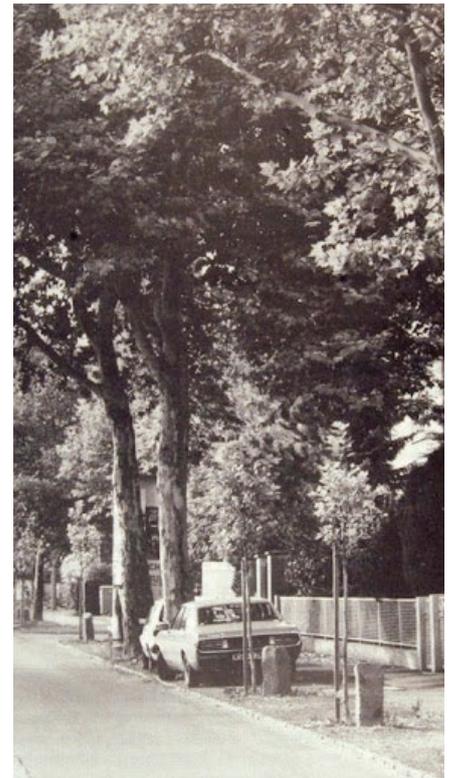
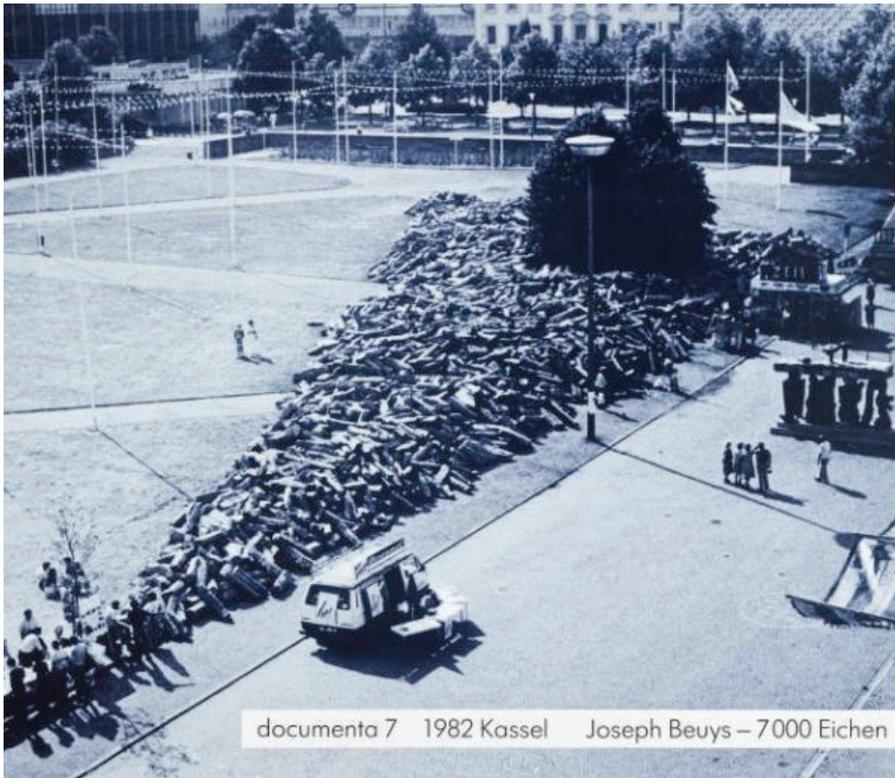
Que ce soit pour le mètre ou pour le sablier, pour passer d'une métrique à une autre, le rôle que joue l'éducation et la transmission du savoir, mais également de la métrique est fondamental. La reproductibilité d'une action a un effet de levier



1183 : Bras et pied deux unités de mesure couramment utilisé dans le monde latin, **appartient au peuple**, positionné sur **l'espace public** (env 1200)



1799: le premier mètre s'abstrait de l'autorité de la royauté.



non-négligeable lorsqu'il est question de pratiques sociales ou de populations en général. D'autant plus dans le cadre temporel de cette consultation, une période de transition de 30ans soit une génération, l'accélérateur est très probablement relatif à la transmission et l'éducation dès aujourd'hui.

Nous souhaitons nous réserver ce domaine d'investigation de la métrique de la transmission une fois que nous aurons approfondi notre étude sur les spécificités territoriales et sociales de la région fonctionnelle. Lorsque que nous aurons eu la possibilité de concevoir un scénario spatial de la transition adapté au territoire et aux 1,7 millions (environs) d'habitants de la région fonctionnelle.



En 1982 Joseph Beuys entasse 7000 pierres dans l'espace public. A chaque arbre planté une pierre sera enlevée. Cet acte social est part d'un processus de transormation d'un territoire décarbonné.

3. Identifier les écologies singulières pour une lecture inclusive

3.1. Quantifier la transition

L'article 4 de l'accord de Paris donne un objectif de "zéro émission net" en 2050, c'est à dire l'atteinte de la neutralité carbone au niveau mondial. S'engager avec cet objectif en ligne de mire consiste à opérer des réductions d'émissions systémiques, de façon à parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre, au courant de la deuxième moitié du XXI^e siècle. L'atteinte de cet objectif est une condition indispensable pour contenir le réchauffement climatique à 2°C, seuil dont les conséquences environnementales, politiques et sociales ne sont pas entièrement prévisibles.

La feuille de route de la Commission Européenne pour une économie sobre en carbone à l'horizon 2050 propose des scénarios et orientations pour atteindre l'objectif que s'est fixé l'Union européenne de réduire de 80 à 95 % ses émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici à 2050, par rapport à leur niveau de 1990¹.

Réaliser cet objectif revient à baisser les émissions en moyenne d'environ 5% par an pendant les 30 années à venir. À titre comparatif, la pandémie du COVID-19 a engendré une baisse des émissions mondiales de l'ordre de 9% en 2020², ce qui donne une idée des efforts à fournir.

Une telle baisse doit être pensée et planifiée à tous les niveaux, dès aujourd'hui. La définition d'une stratégie cohérente et efficace du point de vue de la réduction des émissions CO₂ nécessite l'identification des postes de consommation énergétique et d'émissions de CO₂. Pour cela, nous avons réalisé un diagramme de flux énergétiques (Sankey) du Luxembourg et réalisé une estimation des émissions de CO₂ dans la zone fonctionnelle.

3.1.1. DIAGRAMME DE SANKEY POUR LE LUXEMBOURG

À partir des statistiques nationales Luxembourgeoises, il est possible de quantifier les flux énergétiques entrant et sortant du Luxembourg. Ceci permet d'avoir une idée des principaux consommateurs énergétiques et de visualiser la part d'énergie finale allouée à chaque secteur et pour chaque vecteur énergétique. La

(1) Cadre européen énergie-climat | Ministère de la Transition écologique (ecologie.gouv.fr), consulté le 19.12.2020

(2) Philippe Ciais et al., Near-real time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic, Nature communications, 14 octobre 2020

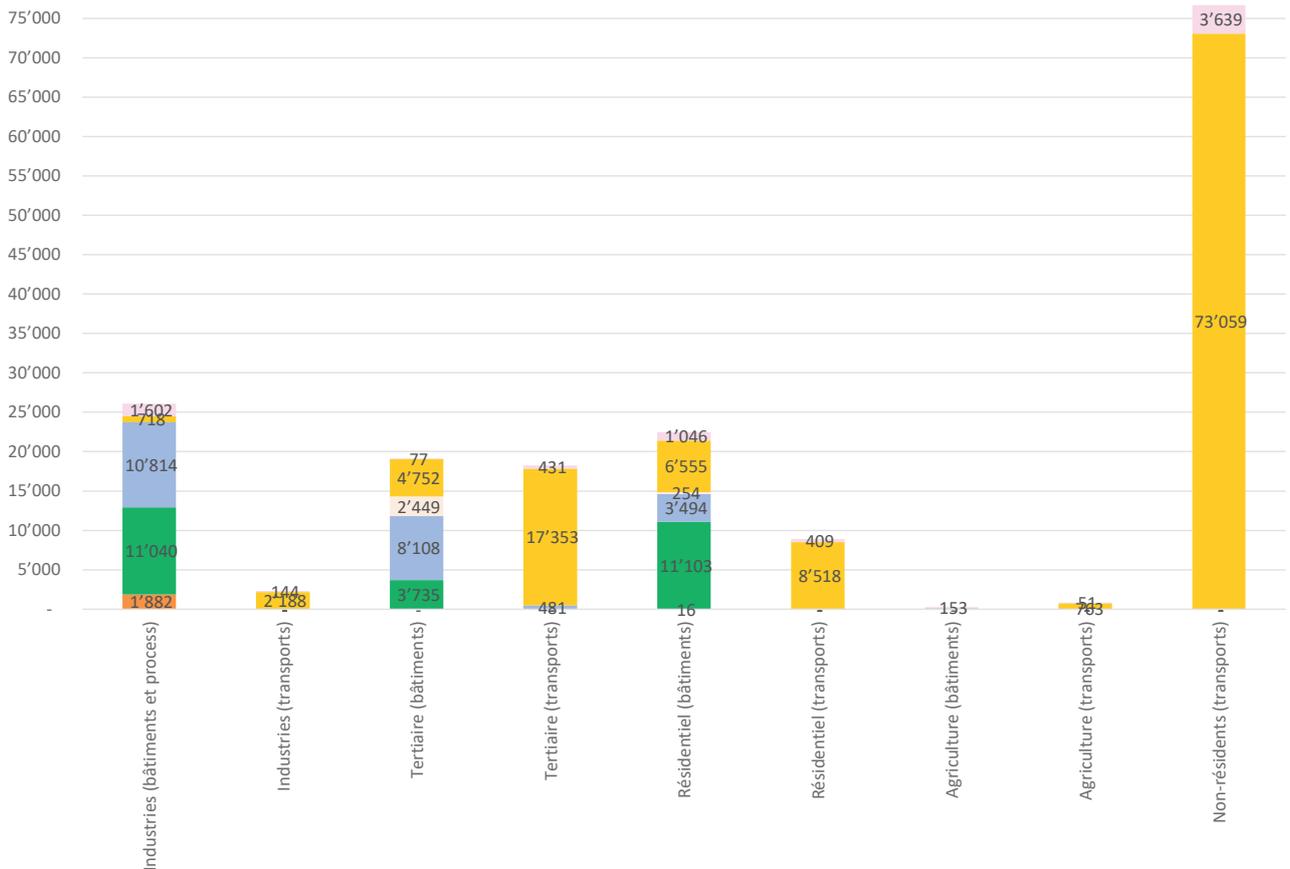


figure 1 nous permet de constater que 61% de l'énergie finale est consommée par le secteur des transports (44% pour le transport "non-résident" issu des ventes de carburant (stations-service) et 17% pour le transport "résident"). Viennent ensuite l'industrie (15%), le tertiaire (15%) et le résidentiel (1%).

Hors électricité, les énergies fossiles représentent environ 82% de l'énergie finale consommée au Luxembourg. Le pays importe majoritairement son électricité d'Allemagne (4'302 GWh importés d'Allemagne en 2017³, soit environ 2/3 de la consommation électrique totale du Luxembourg qui s'élève à 6'400 GWh en 2017), où la production électrique est principalement issue d'énergies fossiles (facteur d'émissions de 528 gCO₂/kWh en 2017 vs 76 gCO₂/kWh pour la France⁴). En tenant donc compte d'une production électrique d'origine principalement fossile (charbon ou gaz) à hauteur d'environ 2/3 de la consommation électrique du Luxembourg, la part d'énergies fossiles atteinte dans la consommation énergétique finale Luxembourgeoise avoisine ainsi les 90%.

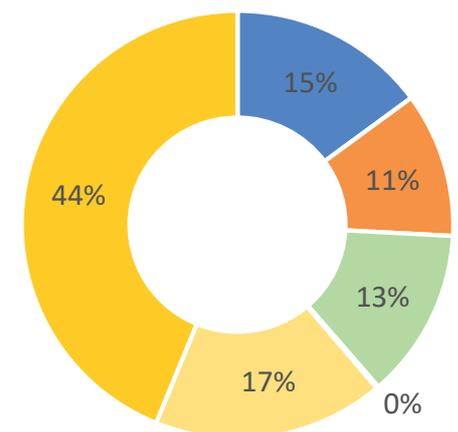
3.1.2. BILAN CARBONE

Le bilan carbone (inventaire national ou approche territoriale) permet de calculer des quantités de GES physiquement émises à l'intérieur d'un pays ou d'une région par les ménages (voitures et logements) et les activités économiques (consommation d'énergie fossile, procédés industriels et émissions de l'agriculture). Les données issues des inventaires, élaborés chaque année pour répondre aux normes de la CCNUCC, sont les plus courantes et celles actuellement privilégiées pour le suivi des politiques nationales et les comparaisons internationales. Ce type d'inventaire présente un résultat limité à la seule production du territoire et

Distribution de l'énergie finale par secteurs et par énergie au Luxembourg (2017)

■ Énergies renouvelables et Energie produite à partir de déchets (Biogaz en PCI)
■ Produits pétroliers

■ Chaleur
■ Énergie électrique
■ Gaz naturel (en PCI)
■ Combustibles solides

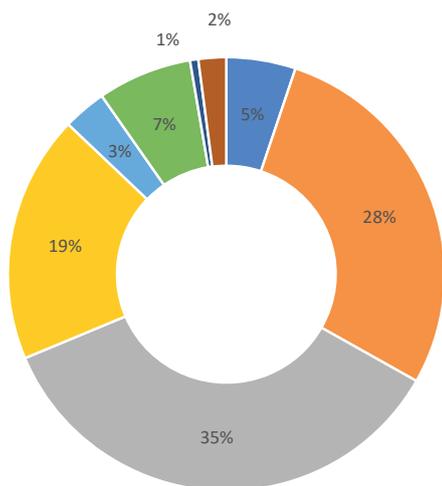


Parts d'énergie finale consommée par secteurs au Luxembourg (2017)

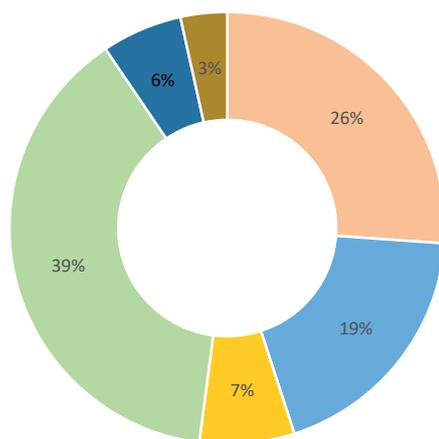
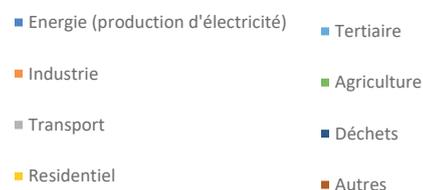
■ Industries (bâtiments et process)
■ Tertiaire (bâtiments)
■ Résidentiel (bâtiments)
■ Agriculture (bâtiments)
■ Transport
■ Transport (non résident)

(3) [chiffreselectricite2017.pdf \(public.lu\)](#)

(4) Tranberg et al. Real-Time Carbon Accounting Method for the European Electricity Markets, 15th May 2019



Estimation des émissions de CO2 équivalentes dans la zone fonctionnelle par secteurs (2017) - total = 27.3 MTCO2eq.



Parts d'émissions de chaque pays ou région située dans la zone fonctionnelle



non pas à sa consommation. Les territoires ne disposent alors que d'une vision partielle de leurs émissions. Afin d'élargir le champ d'investigation aux émissions indirectes, différentes approches existent. Ces approches n'ont cependant jamais été harmonisées et la question des frontières à prendre en compte n'est pas tranchée.

L'empreinte carbone d'un pays est un calcul des GES induits par la demande finale intérieure du pays (consommation finale et investissements). Elle représente la somme des émissions de CO₂ produites directement et indirectement par un pays (somme des émissions territoriales plus somme des émissions importées moins somme des émissions exportées).

Le Luxembourg présente à la fois une empreinte carbone par habitant et des émissions territoriales par habitant élevées en comparaison aux pays limitrophes et à la moyenne en l'Europe⁵.

L'empreinte carbone de 36.7 TCO₂eq/pers.a au Luxembourg est 3.4 fois plus élevée qu'en Allemagne

(10.8 TCO₂eq/pers.a) et 5.4 fois plus élevée qu'en France (6.8 TCO₂eq/pers.a). Les émissions territoriales (18.3 TCO₂eq/pers.a au Luxembourg) sont quant à elles 1.9 fois plus élevées qu'en Allemagne (9.7 TCO₂eq/pers.a) et 3.5 fois plus élevées qu'en France (5.2 TCO₂eq/pers.a).

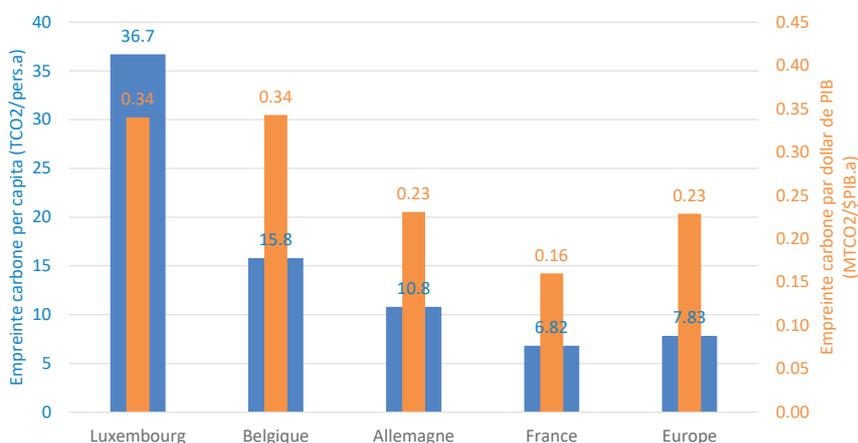
Pour quantifier l'impact d'une région ou d'une activité sur le climat, il faut réaliser le bilan carbone de celle-ci.

La réalisation d'un bilan carbone sur la zone fonctionnelle n'est pas "triviale", en raison de la provenance de données issues de plusieurs pays avec des méthodes de comptabilisation différentes.

Nous avons compilé et recoupé plusieurs sources de données entre elles afin d'estimer les émissions de CO₂ de la zone fonctionnelle, regroupant le Luxembourg, une partie des Länder Allemands de Rhénanie-Palatinat et de Sarre, une partie de la Wallonie en Belgique ainsi qu'une partie des départements Français de la Moselle et de la Meurthe-et-Moselle. Au total, en 2017, nous estimons que la région émet environ 27.3 MTCO₂eq (10.5 MTCO₂eq pour le Luxembourg seul). En extrapolant les données internationales relatives aux UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie)⁶, il est également

(5) The Shift Data Portal, The Shift Project - Carbon Footprint per capita, Europe, 1990-2017 (theshiftdataportal.org), sources citées au bas de la page

(6) Base de données de l'OCDE Land-use, Land-use change and forestry (LULUCF), Greenhouse gas emissions (oecd.org)



Empreinte carbone et émissions territoriales par personne pour différents pays (2017)

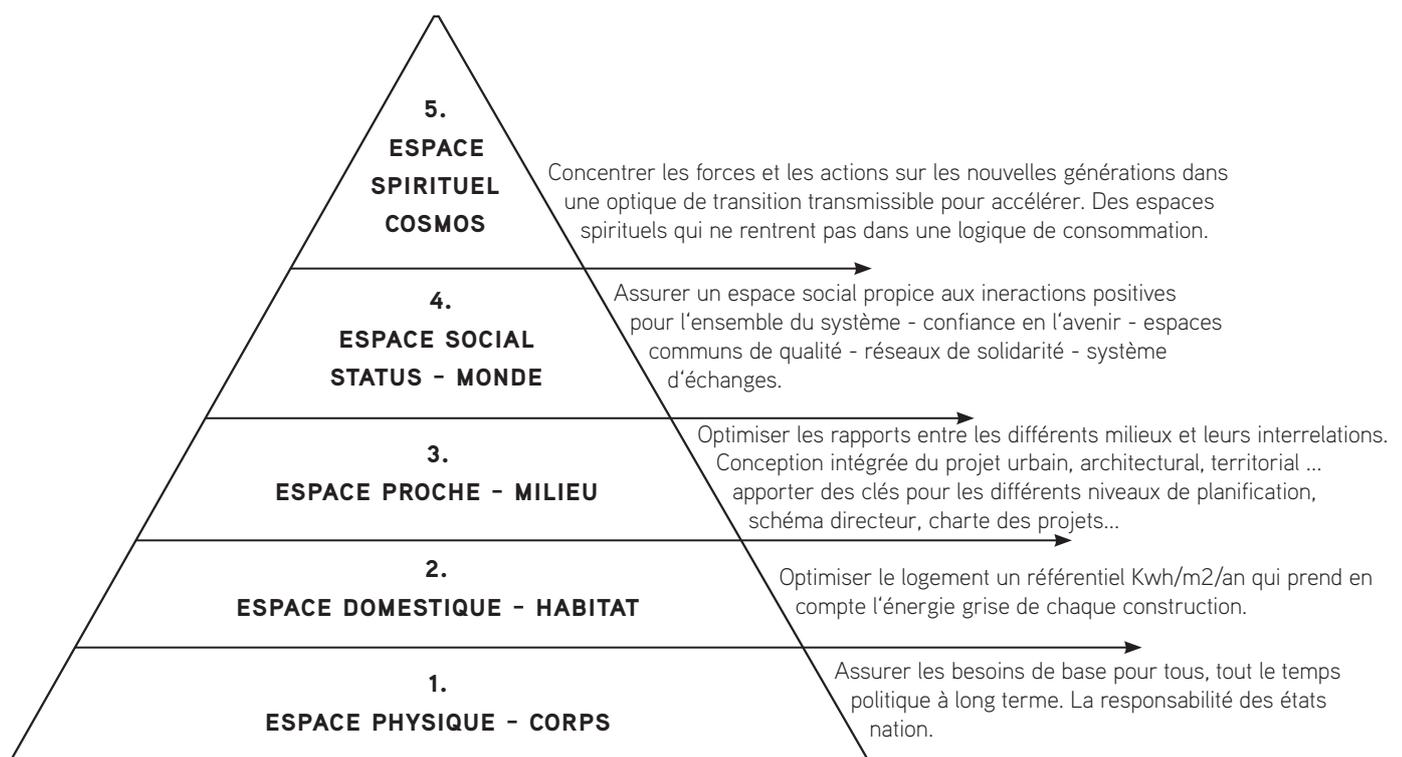
possible d'estimer la capacité d'absorption de CO₂ dans la zone fonctionnelle. Les puits carbone (principalement la forêt et les produits bois) permettent d'absorber annuellement environ 0.8 MTCO₂eq, soit environ 3% des émissions annuelles.

Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, les émissions de CO₂ doivent diminuer progressivement d'au moins 80% en comparaison à 1990 d'ici 2050. Par ailleurs, les capacités d'absorption de CO₂ (puits carbone) doivent augmenter.

3.2. L'impact de la santé dans l'espace

Dans les chapitres précédents, nous avons défini la lunette bioanthropocentriste, avec laquelle nous souhaitons regarder le territoire. Puis nous avons précisé l'importance de considérer la santé comme bien commun des êtres dans la biosphère, état physique, mental et social qui doit être garanti pour le bien-être des espèces. Enfin, nous avons quantifié le lien entre la consommation énergétique et la production de GES pour la région fonctionnelle. Dans cette partie, nous utilisons la pyramide de Maslow pour établir un lien entre les modes de vie, l'énergie et l'espace, sous le prisme de la santé globale (mentale, physique, sociale). Ce prisme nous a notamment permis de construire les 4 -scapes qui façonnent le territoire et leur relation à la consommation d'énergie et à la matière.

Maslow distingue les besoins physiologiques, du besoin de sécurité, des besoins sociaux, d'appartenance et d'accomplissement personnel. Nous devons certes respirer, boire et manger, ainsi que dormir à l'abri, mais les besoins d'appartenance et d'estime pour s'accomplir sont des besoins essentiels qui participent à la bonne santé physique et psychologique mais également sociale.



Tout comme se nourrir à un impact sur le territoire (champs agricoles) tous les autres besoins ont aussi une emprise dans l'espace et donc une relation spécifique à la matière et l'énergie.

Notre réinterprétation de la pyramide de Maslow pour y intégrer l'espace, apporte un regard complémentaire et cohérent, avec l'analyse des composantes de la santé et de ses déterminants majeurs : l'espace physique du corps ou la santé physiologique, l'espace de l'habitat et l'espace du milieu en tant que déterminants de santé de nos milieux, nos cadre de vie, l'espace social vecteur de la santé sociale et l'espace spirituel lié au cosmos, porteur de santé psychique. Cette perspective spatiale permet d'évaluer l'impact de l'aménagement territorial sur la santé, nous proposons d'utiliser cette pyramide de Maslow comme un prisme qui permet d'évaluer la santé globale des -scapes de la région fonctionnelle.

3.2.1. ESPACE CORPOREL

Les besoins physiologiques qui s'épanouissent dans l'espace physique du corps et se manifestent par l'instinct de survie, de soif, de repos, de sexualité. Cet espace et composé d'organes, de chair et de peau. Dans le scénario d'un déséquilibre entre aliments consommés et activité physique, l'espace du corps peut prendre des dimensions dangereuses pour la santé. Selon les espèces, un nombre différencié de calories doivent être ingérées par jour pour permettre la survie de l'espèce. Pour l'espèce humaine, un rapport complexe avec les objets conçu en dehors du corps peut être mis en avant. Comme C. Roegen nous l'explique: seul l'homme en est venu, au cours des temps, à utiliser une masse qui ne lui appartenait pas génétiquement, mais qui prolongea son bras endosomatique et accrut sa puissance. Alors seulement l'évolution humaine transcenda les limites biologiques pour inclure aussi (et même au premier chef) l'évolution d'instruments exosomatiques, c'est-à-dire produits par l'homme, mais n'appartenant pas à son corps. C'est pourquoi l'homme peut maintenant voler dans le ciel ou nager sous l'eau bien que son corps n'ait ni ailes, ni nageoires, ni branchies⁷. Il n'est donc pas possible dans cette optique de considérer l'espace physiologique comme seul espace corporel. La production d'objet et la technologie pourront donc faire part ce cet équilibre de santé corporelle. Le rapport entre espace et énergie s'exprime en calories : 2200kcal/jour/corps. Il est fondamental de cerner la valeur vitale pour toutes les espèces de cet espace.

3.2.2. ESPACE DE L'HABITAT

L'espace de l'habitat est communément associé comme le premier lieu de protection entre le corps et l'environnement. C'est un espace qui peut être partagé avec ses semblables ou les membres d'une famille. Dans le milieu humain, nous parlons ici de l'échelle du logement ou l'échelle architecturale, ou tends la reproduction du climat originaire de l'espèce humaine situé dans la zone subsaharienne. Le besoin de sécurité s'épanouit dans l'espace de l'habitat, ou de nombreux besoins relatifs au besoin corporels s'affirment dans cet espace. La surface de référence énergétique joue ici un rôle fondamental : Kwh/m²/an. Objectifs de réduction déjà quantifié par la plupart des pays.

3.2.3. ESPACE DU MILIEU – UMWELT

L'intersection entre les différents paysages de l'énergie se manifestent principalement dans cet espace qui est celui des paysages anthropiques, de

(7) Georgescu-Roegen N., La Décroissance, Édition Sang de la Terre, Paris, 2008, Présentation et traduction de Jacques Grinevald et Ivo Rens, p. 18.

l'enchevêtrement entre les différentes réalités urbaines et naturelles. Les sciences de l'urbanisme et de l'architecture du paysage sont au cœur de cette question. Les énergies consommées sont notamment ici de l'ordre du fonctionnement des parties qui tiennent ensemble les éléments qui composent les milieux, par exemple les transports. Le diagramme de Sankey exprime cette complexité. La consommation énergétique est ici liée au déplacement entre les espaces de vie domestique et l'espace du milieu. La mobilité joue ici un rôle primordial.

3.2.4. ESPACE SOCIAL - STATU - COMMUNAUTÉ – MONDE

On dépasse ici le seuil matériel de la question entre espace matière et énergie. C'est l'espace des communs, de la communication et des échanges sociaux qui pouvaient s'exprimer jadis dans l'agora grecque. L'espace social se déploie de nos jours dans les espaces publics, mais aussi dans des espaces privés tels les shopping malls. Les lieux de travail sont aussi des espaces d'échange sociale qui statuent les rapports hiérarchiques sociaux. Dans les réseaux du monde virtuel qui est un grand consommateur d'énergie se déploie aussi l'espace social contemporain. La notion d'espace devient ici moins tangible même si elle reste fortement liée aux lieux de socialisation : espaces publiques, semi-publiques, espaces partagés entre voisins. La consommation énergétique est liée à la nécessité symbolique qui pourrait être déployée dans le maintien d'un espace social. Le coefficient de Gini permet d'évaluer la santé sociale.

3.2.5. ESPACE SPIRITUEL COSMOS

C'est l'espace entre la Terre et le Cosmos. Cet espace n'est pas tangible. C'est le vide entre la raison et le sentiment. Consommation énergétique : peut se manifester par le remplissage de ce vide désastreux pour la Terre (surconsommation d'objets, énergie grise 75% de l'énergie consommée par les ménages français quid Luxembourg ?). Le besoin de remplir ce vide s'exprime dans une société capitaliste par la consommation disproportionnée de biens matériels. Mais aussi, dans une perspective optimiste, par l'espace culturel et l'espace de l'économie de la connaissance et l'espace des loisirs se manifeste ici, qui avec la formation, la culture, mais aussi les voyages et le tourisme jouent un rôle important dans la consommation énergétique. La culture et la formation se déploient ici avec force comme levier d'action fondamental. Cet espace est garant de l'économie d'autres espaces par le remplissage spirituel de celui-ci.

Ce système de besoins est commun, mais s'exprime de manière différente pour tous les humains. Il est cependant possible de travailler par groupes socio-culturels pour exprimer les spécificités locales du Luxembourg. Les points, ci-dessus permettent également les leviers d'actions qui peuvent être mis en jeu pour atteindre une société 0 Carbone tout en prenant en considération les santé mentales et psychiques individuelles.

Alors que les catégories 1 à 3 sont communes pour tous les êtres vivants, nous n'avons pas le recul nécessaire pour l'espace sociale et spirituel perçu par les autres espèces. Nous allons ici laisser planer un doute qui manifeste la limite de nos connaissances. Pour ces raisons, nous pouvons considérer cette pyramide comme la base de notre méthode d'évaluation de toute la biodiversité.

3.3. Les -scapes de la région fonctionnelle du luxembourg

répartition des emplois par secteur d'activité

8,3 %

dans les activités extractives, manufacturières, énergie et déchet.

10,8%

dans la construction.

22,5%

dans le commerce, hébergement et restauration.

4,6%

dans les secteurs information et communications.

11,4%

dans les activités financières et d'assurance.

16,2%

dans les services de soutien.

21,3%

dans le secteur public.

4,9 %

autres secteurs d'activités dont agriculture.

(source : 3^e trimestre 2020 statistiques.public.lu)

3.3.1. QUELQUES MÉTRIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES DE LA RÉGION FONCTIONNELLE DU LUXEMBOURG

Luxembourg est un pays particulièrement énergivore par ses caractéristiques territoriales, mais surtout par son fonctionnement social et économique qui génère de nombreux mouvements pendulaires transfrontaliers fortement liés au transport individuel motorisé. Couplé à un niveau de vie très élevé, le pays est l'un des plus forts émetteurs de CO₂ en Europe dont l'empreinte carbone est évaluée à 36,7t CO₂/habitant.

La région fonctionnelle a les dimensions d'une métropole transfrontalière de moyenne taille avec 626'100 habitants au sein des limites administratives du Luxembourg (environ 1,7 millions) dans la région fonctionnelle, qui produit 445'303 emplois dont 205'438 sont pourvus par des travailleurs transfrontaliers. Parmi ces travailleurs qui résident outre frontières 52,6% vivent en France, 23,9% en Allemagne, et 23,5% Belgique⁸. Il est ainsi question d'un espace aux frontières poreuses, variables.

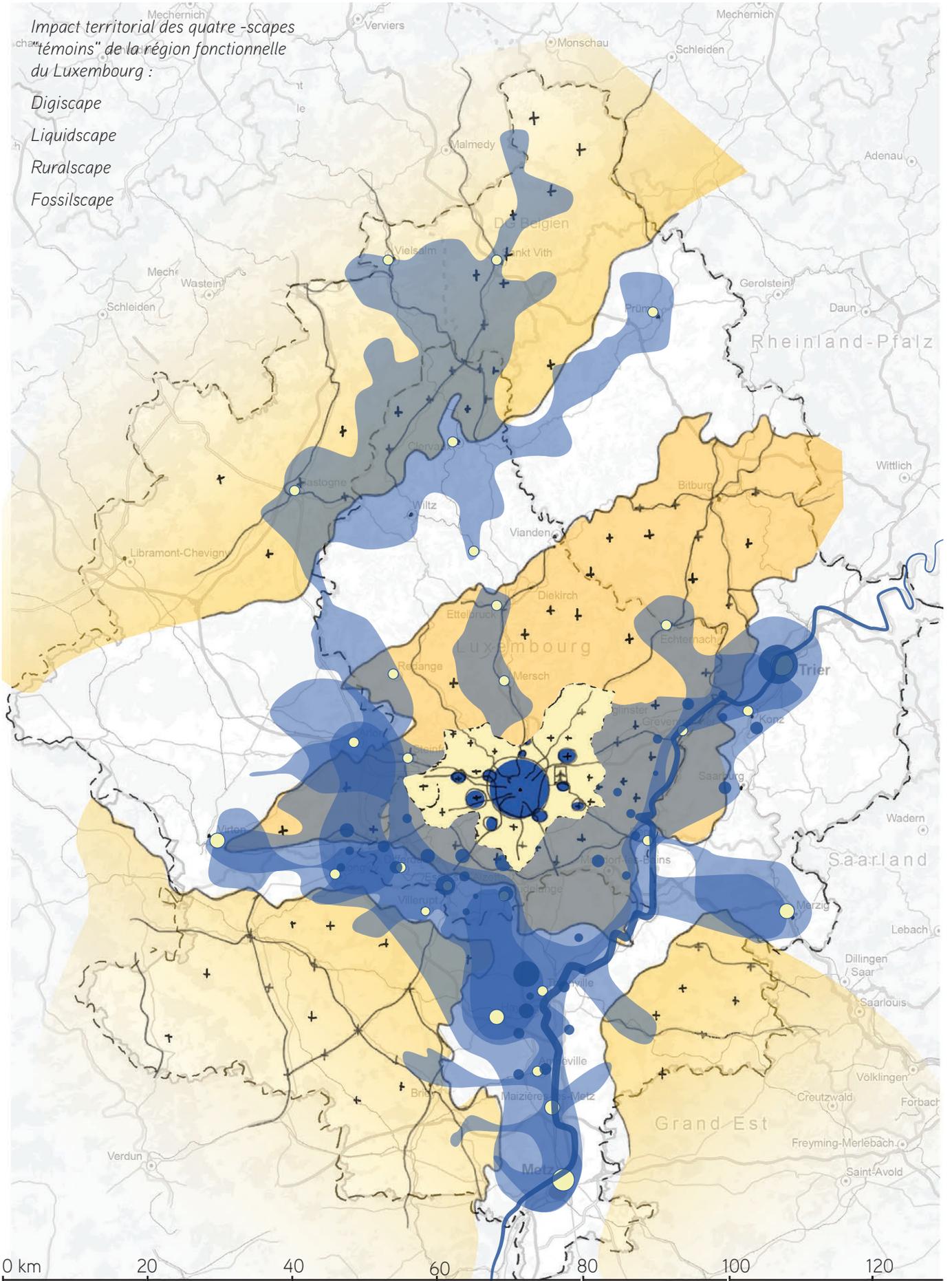
L'économie du Grand-Duché est particulièrement attractive et productive sous de nombreux aspects : 41% des employés ont une formation universitaire, 45% des emplois sont occupés par des travailleurs transfrontaliers, 47,4% de la population résidente sont des étrangers.⁹ Ce dernier point offre au Luxembourg une grande richesse culturelle. La population du Grand-Duché se renouvelle tous les 30 ans, soit à chaque génération, véritable carrefour au cœur de l'Europe, cette donnée est cruciale car elle signifie que dans le cadre temporel donné par cette consultation pour aboutir à une société dont l'impact carbone sera 0 net, la population sera extrêmement différente de celle d'aujourd'hui.

3.3.2. MODES DE VIE ET ÉNERGIE

La relation que les modes de vie entretiennent avec le territoire a un impact considérable sur la production et la consommation d'énergie ainsi que sur la production de CO₂ et autres GES. C'est pourquoi l'étude des modes de vie et de leurs relations à un territoire identifié peut mettre en lumière des leviers d'actions puissants en faveur d'un projet de transition solide. Il ne s'agit pas d'établir un système d'évaluation qui défendrait un mode de vie au détriment d'un autre, mais bien de lire la situation comme une superposition de réalités simultanées qui coexistent aujourd'hui difficilement, mais pourraient demain, activement collaborer à un projet de transition collectif et partagé.

(8) source 3^e trimestre 2020 statistiques.public.lu

(9)Guillaume Drevon Mobilité quotidienne et stratégie d'adaptation des ménages Une approche comparée des espaces transfrontaliers et non frontaliers des métropoles luxembourgeoise et grenobloise.





Digiscape, lieu de travail quartier d'affaire Kirchberg à Luxembourg ville (LU)

3.3.3. DIGISCAPE

Le digiscape est un milieu urbain et péri-urbain très connecté au monde digital. Les secteurs d'activités des services à haute valeur ajoutée y sont prédominants (banques, assurances et autres services, instances internationales). La population qui vit ce milieu est très mobile et possède un fort pouvoir d'achat. Souvent consciente des enjeux actuels, elle peut promouvoir une certaine relocalisation de sa consommation (alimentation locale, recyclage, activité sportive fréquente, tourisme responsable). La dimension internationale est très présente dans ce milieu culturellement riche de nombreuses nationalités et de plusieurs expériences internationales. Néanmoins, travail et mode de vie sont souvent déterritorialisés de leurs contextes immédiats et déconnectés des rythmes des forces naturelles. L'activité des services notamment dans le secteur financier nécessite un accès à l'énergie constant 24/7 en quantité importante (relation au système mondial, aux réseaux de communication, etc).

L'impact sur la santé physiologique et psychologique des individus est souvent lié à l'activité exercée qui peut être intense et difficile à concilier avec la sphère personnelle (exposition aux maladies caractéristiques du XXIème siècle : stress burn-out etc...). L'empreinte de l'espace domestique est beaucoup plus variable bien que la surface de référence énergétique par habitant reste élevée (typologie résidentielle diffuse).

L'espace social est le point à améliorer fortement surtout dans un contexte où le télétravail devient de plus en plus présent (isolement), des espaces de rencontre notamment entre voisins, par exemple, méritent d'être améliorés. Dans ce digiscape, le levier le plus important en terme d'impact carbone semble se situer au niveau de l'espace spirituel où le fort pouvoir d'achat est lié à une surconsommation et la richesse culturelle a un potentiel sous exploité.



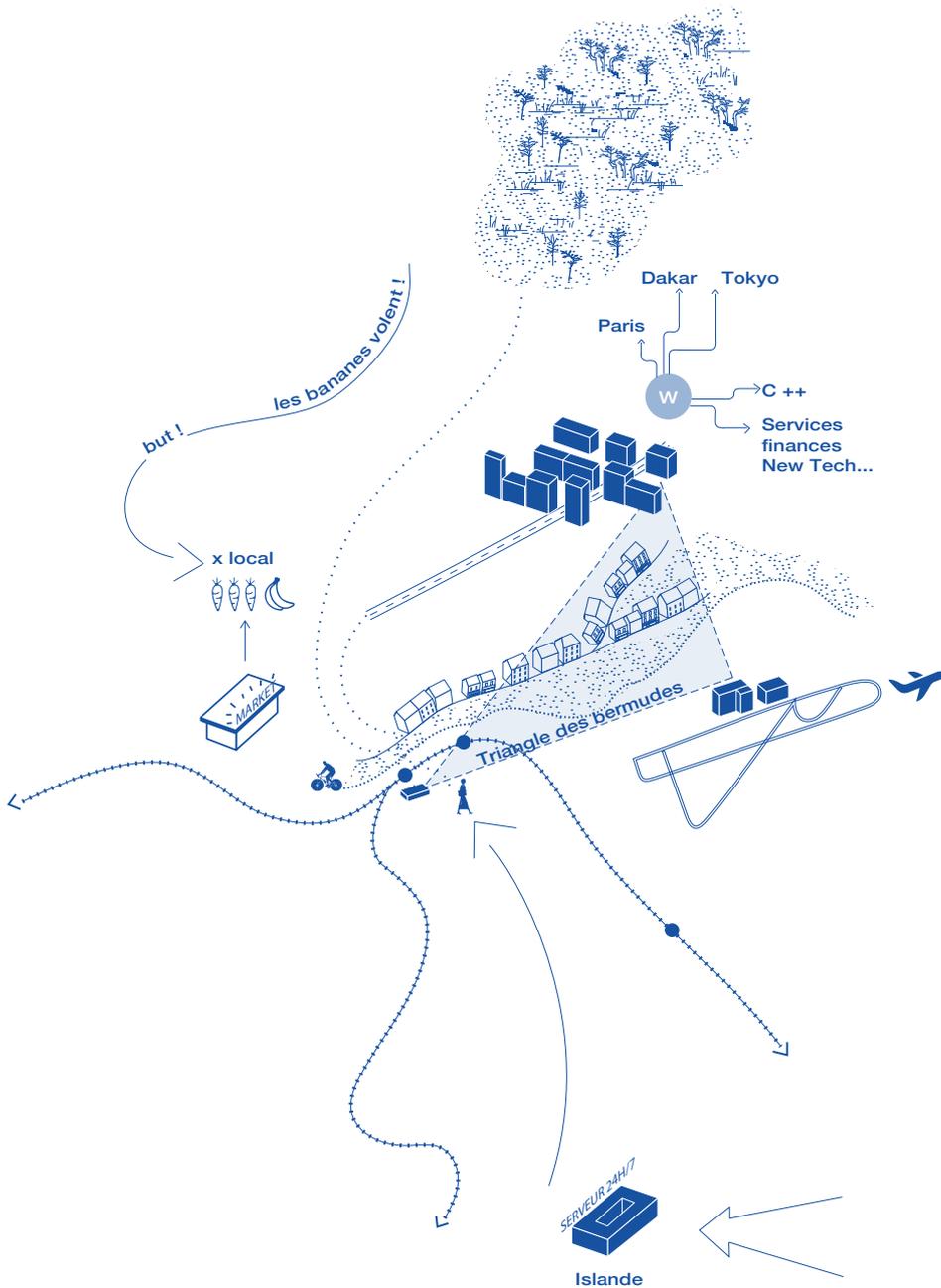
Laver une belle voiture sur le palier d'une belle maison autour d'une campagne soignée est une des activités préférée dans le digiscape.

A l'intérieur du digiscape, carte mentale

triangle des bermudes lieu de vie
- aéroport - gare et empreinte
énergétique du milieu digital.

pratiques des lieux de travail en
évolution. Est ce que le quartier
d'affaire est le modèle de demain ?

Typologie lieux de vie, habitat
consommation et espace de
rencontre.



Empreinte éco-socio-spatiale

- Empreinte territoriale : faible, avec une concentration forte des lieux de travail (business district Kirchberg) mais une diffusion du tissu résidentiel autour de la ville, 90% des préférences résidentielles sont en faveur de la villa isolée et d'un environnement rural.
- Part du secteur économique : domaines d'activités majeurs pour l'économie luxembourgeoise.
- Distance moyenne entre les bassins de vie et d'emploi : 15-20 minutes en voiture en moyenne.
- Résistance à la crise Covid-19 et réactivité face au télétravail : très élevée, les secteurs d'activités étaient préparés, le Luxembourg était déjà l'un des pays où le télétravail était le plus employé avant la crise Covid-19.

3.3.4. LIQUIDSCAPE :

Le liquidscape est un milieu périurbain transfrontalier très dépendant au paysage du pétrole et aux infrastructures de transport routier. Les professions ressources y sont prédominants (commerces, restaurants, services à la personne notamment médical). La population qui pratique ce milieu est très mobile dans la journée, mais très sédentaire en dehors des mouvements pendulaires liés au travail. Souvent dans d'une catégorie socio-professionnelle défavorisée (niveau de salaire qui ne permet pas d'accéder à un logement près de son travail, politique du moindre coup, précarité énergétique). La dimension nationale est très présente dans ce milieu qui s'organise souvent autour de communautés. Travail et mode de vie sont souvent fortement induits par de le contexte immédiat et exposé aux risques climatiques et sanitaires. Le liquidscape est le milieu de l'usage généralisé de la voiture dans ce territoire.

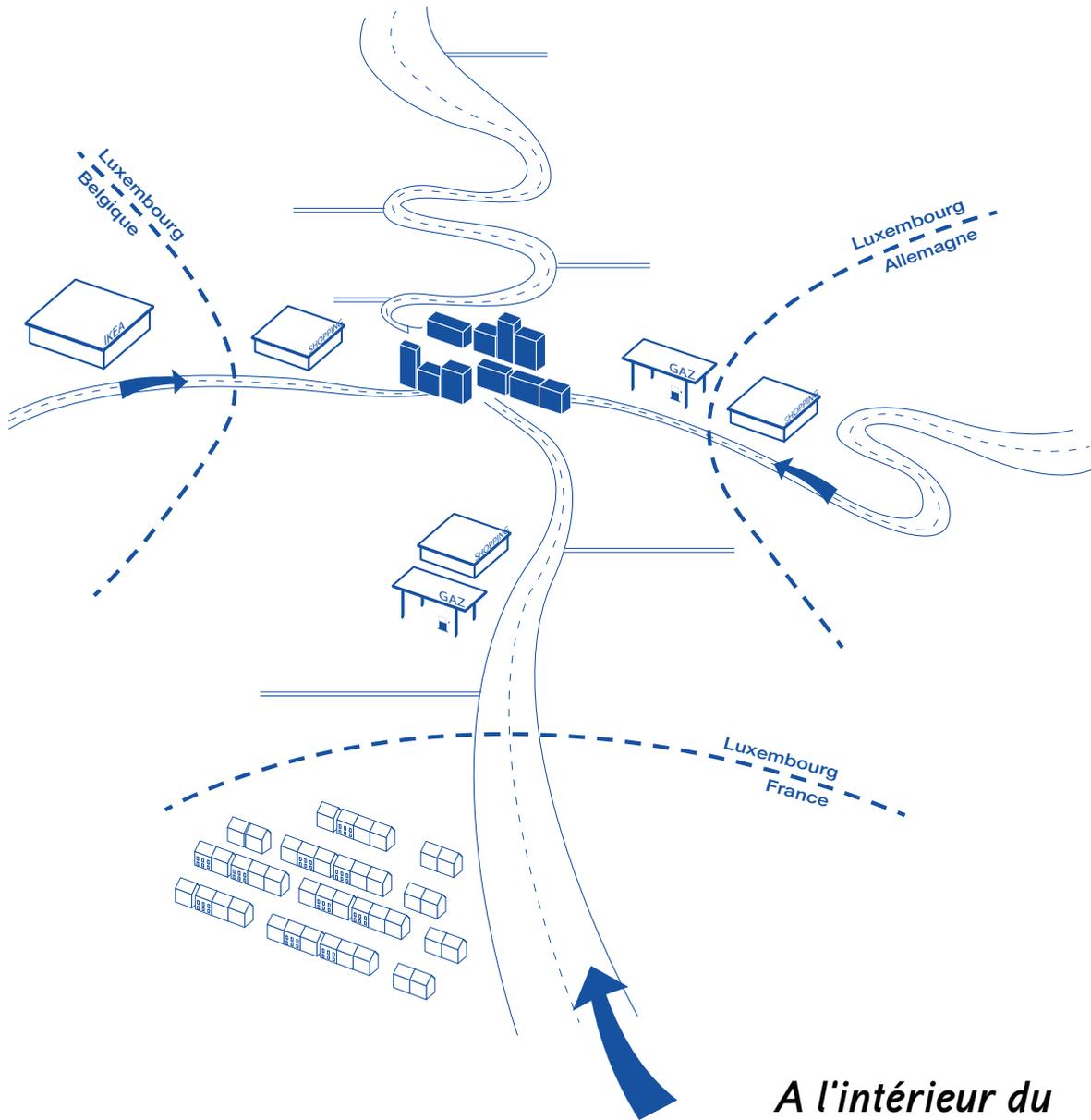
L'impact sur la santé physiologique et psychologique des individus est souvent lié au mode de vie pendulaire, trop de temps de trajet qui empiète sur le temps des loisirs et du repos. L'empreinte de l'espace domestique est souvent réduite, car les familles vivent dans de petits pavillons, l'espace social est un point à améliorer fortement, manque de lieu de rencontre, mais aussi de temps pour les rencontres. Dans ce liquidscape, le levier le plus important en terme d'impact carbone est certainement le transport entre lieux de vie et de travail.

Empreinte éco-socio-spatiale

- Empreinte territoriale : très forte, lieux de vie diffus, infrastructures routières omniprésentes déconcentration des lieux de travail, étalement urbain résidentiels, sectorisation des lieux de destinations (on va acheter où c'est le moins cher).
- Part du secteur économique : plus de la moitié des emplois du Luxembourg sont occupés par des pendulaires transfrontaliers.
- Distance moyenne entre les bassins de vie et d'emploi : en moyenne 30-60 minutes en voiture par trajet.
- Résistance à la crise Covid-19, réactivité face au télétravail : très faible, professions souvent incompatibles avec le télétravail, frontières fermées. Le pays n'aurait pas survécu 3 jours sans les infirmières et infirmiers français (trouver le nombre exacte).

Liquidscape, lotissement frontalier à Ottange (FR) , de pavillons individuels bâtis sur des terrains agricoles bien accessibles en voiture





A l'intérieur du liquidscape carte mentale.

Paysage d'infrastructures routières.

Lieux de vie de travail et de consommation distants de dizaines de kilomètres, achat en fonction du prix le plus bas : essence, alimentation, services...

Concentration des emplois versus déconcentration des lieux de vie.



Photo : le liquidscape n'a pas de frontières et bouge de manière fluide, souvent en voiture, parfois dans l'attente de jours meilleurs.



Un tracteur se fait dépasser par une berline sur une route fraîchement asphaltée aux alentours de la ville de Luxembourg. Dans le Ruralscape, construire des villas est bien plus rentable que de consacrer la terre fertile à l'agriculture.

3.3.5. RURALScape

Le ruralscape est le milieu rural par excellence, physiquement très présent au Luxembourg mais socialement en déclin depuis des décennies. Le secteur d'activité est l'agriculture, principalement l'élevage pour la viande et les produits laitiers. Le pays est autonome en viande à plus de 118%. La population rurale d'agriculteurs est très locale, des microcosmes entre les branches de villas du digiscape dans le Gutland par exemple. Souvent dans d'une catégorie socio-professionnelle très défavorisée, qui n'arrive plus à vivre sans subventions, alors qu'elle exerce une profession ressource (nourrir la population). La dimension nationale est extrêmement présente dans ce milieu, l'activité se transmet de génération en génération. Travail et mode de vie sont souvent fortement induits par le contexte immédiat et très exposé aux risques naturels, aux pertes d'activité, à la précarité énergétique, la compétitivité à l'échelle européenne ... Le ruralscape est le milieu historique qui doit être revalorisé d'urgence dans une société qui entend opérer sa transition énergétique et environnementale en une seule génération.

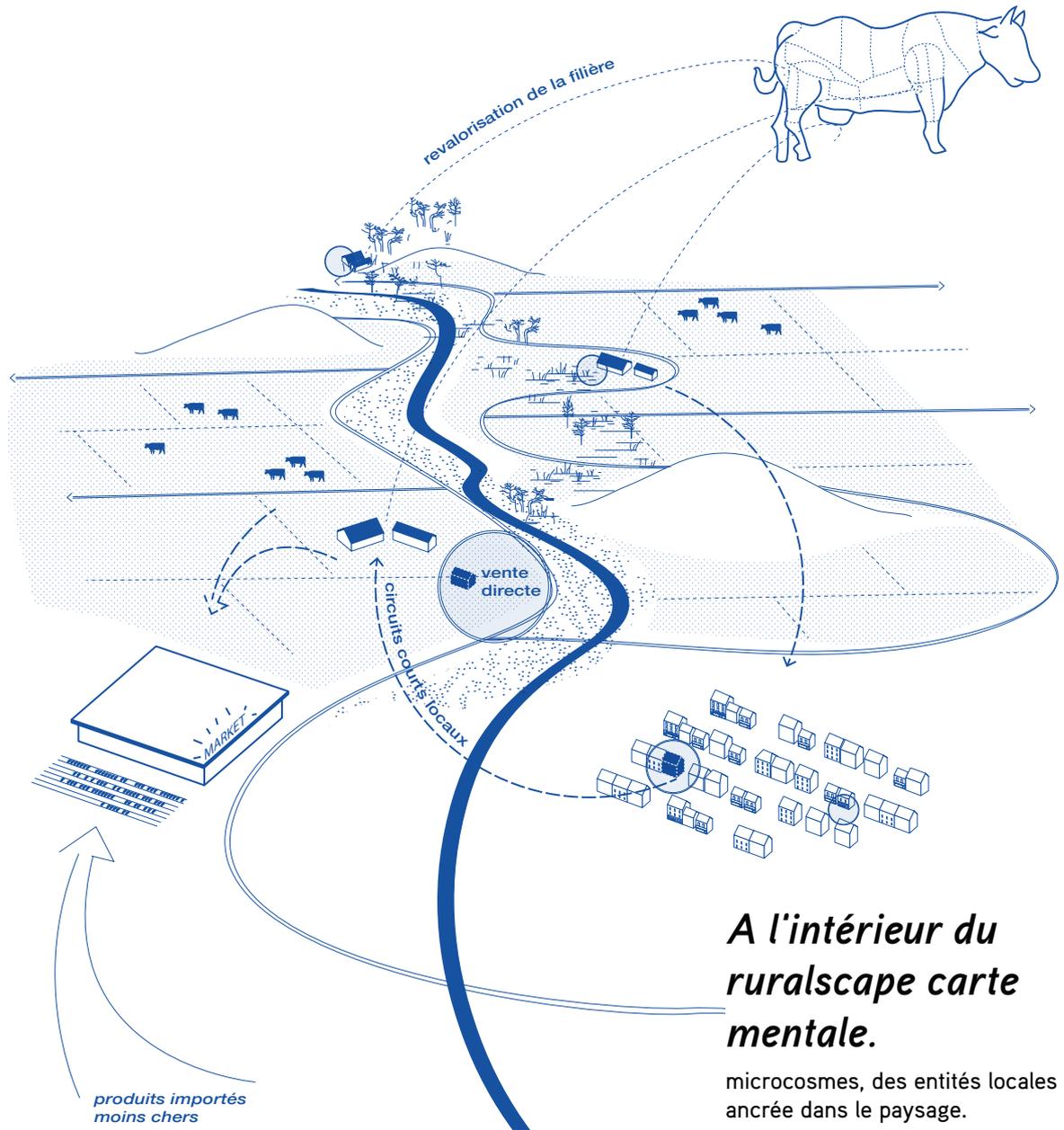
L'impact sur la santé physiologique et psychologique des individus est souvent lié à la précarité du secteur. Du côté français, il y a en moyenne deux suicides par jour dans le monde agricole. L'empreinte de l'espace domestique est souvent extrêmement réduite, les familles vivent dans des propriétés anciennes, l'espace social peut être amélioré avec la revalorisation de la filière, vente directe, plus-value, diversification, retrouver des lieux de rencontre villageois et des traditions villageoises. Le ruralscape est l'un des espaces ressources pour une société en transition, capable par son impact spatial de radicalement changer l'empreinte carbone du pays et de capter du CO₂, revalorisation des cours d'eau champs ensemés, etc.

Empreinte éco-socio-spatiale

- Empreinte territoriale : très large, très fort potentiel de transformation spatiale.
- Part du secteur économique : extrêmement faible moins de 1%.
- Distance moyenne entre les bassins de vie et d'emploi : lieu de vie et de travail au même endroit.
- Résistance à la crise Covid-19 : peut être vue sous deux angles, difficulté pour les exploitations transfrontalières, baisse du pouvoir d'achat, mais opportunité très grande de remettre en place un service et des bouclage locaux ainsi que pour valoriser la qualité et la transparence des produits (savoir d'où vient ce que l'on consomme).

Ferme, longère et hangar agricole.





***A l'intérieur du
ruralscape carte
mentale.***

microcosmes, des entités locales ancrées dans le paysage.

Relation à la production alimentaire par filière, quel système spécifique au Luxembourg? potentiel de circuits courts.

paturages du ruralscape



3.3.6. FOSSILSCAPE

Le fossilscape est le milieu industriel historique de la région fonctionnelle, physiquement très présent dans le sud du Luxembourg, en France et le long de la Moselle. Socialement en question, mais loin d'être en déclin. La particularité de ce territoire par rapport à l'autre arc minier est d'avoir opéré une certaine transition industrielle. Les secteurs d'activités y sont liés à la sidérurgie et l'industrie (toujours 20% de l'activité au Luxembourg, beaucoup plus dans la région fonctionnelle). La population qui vit ce milieu est très locale, liée à l'histoire industrielle, souvent sur plusieurs générations successives. Un mélange de catégories socio-professionnelles qui arrive à maintenir un niveau de vie et une organisation familiale. Travail et mode de vie sont souvent fortement induits par le contexte immédiat et très exposé aux risques de pollution, à la perte d'activité en cas de crise, la précarité énergétique. Le fossilscape est un milieu à fort potentiel de requalification, il offre déjà des formes urbaines mixtes et une proximité intéressante entre bassins de vie et bassins d'emploi, exemple projet de quartier Alzette à Esch-Shifflange.

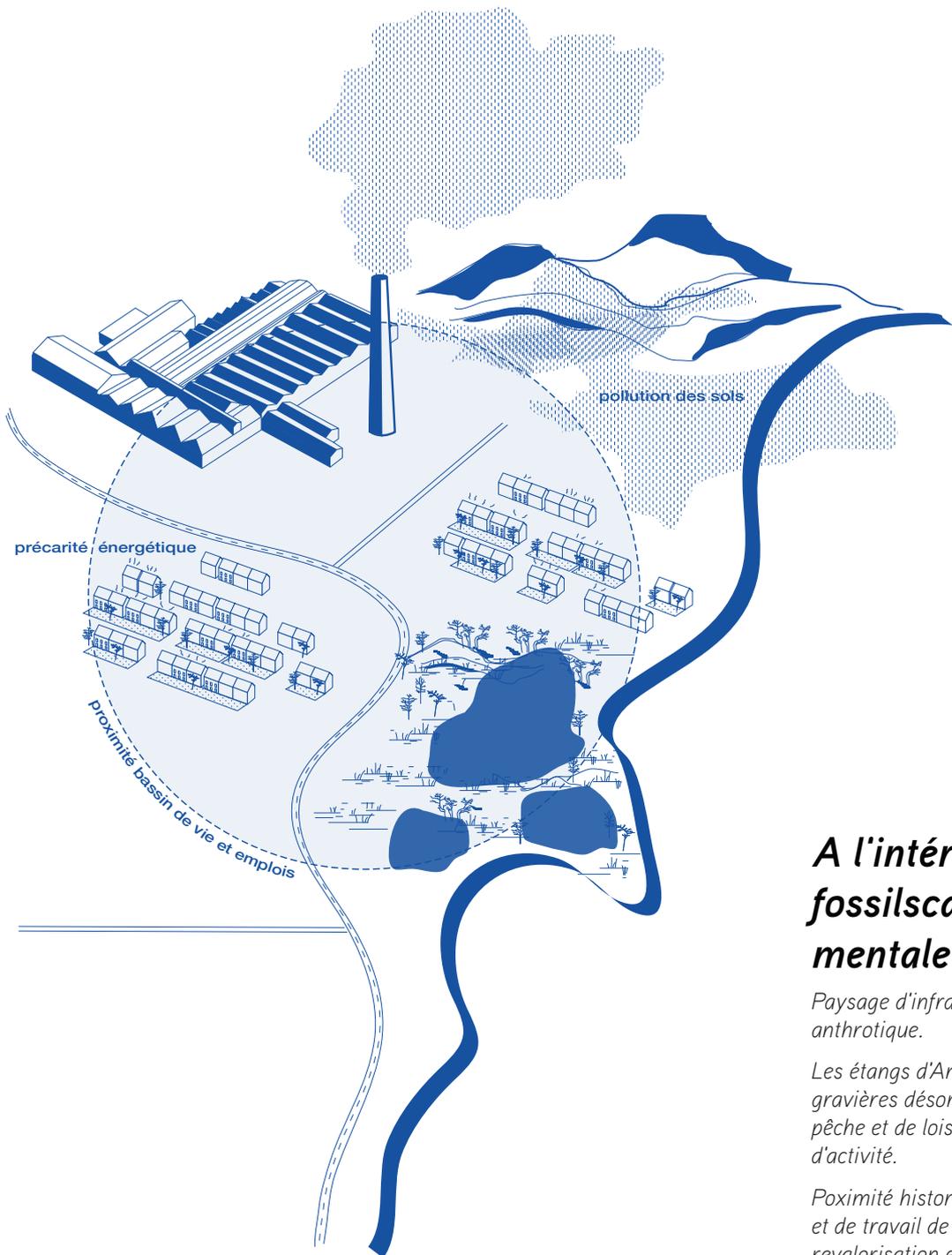
L'impact sur la santé physiologique et psychologique des individus est souvent lié à la sédentarité du mode de vie et l'usage systématique de la voiture par manque de transports publics de proximité et de voies vertes. L'empreinte de l'espace domestique semble faible, des familles qui vivent dans de petites propriétés qui se transmettent de génération en génération, un parc immobilier ancien, mais avec des typologies qualitatives, petits jardins, maisons mitoyennes, l'espace social est très important et peut faire exemple. Le fossilscape est l'un des espaces à fort potentiel dans le territoire fonctionnel pour une société en transition qui doit rester productive et rapprocher lieux de vie et de travail.

Empreinte éco-socio-spatiale

- Empreinte territoriale : large, mais localisée au sud de la région fonctionnelle et le long de la Moselle, peut faire système avec le paysage.
- Part du secteur économique : fort 20% environ surtout en comparaison avec la perte d'attractivité industrielle de l'Europe.
- Distance moyenne entre les bassins de vie et d'emploi : faible 10-15 minutes en voiture
- Résistance à la crise Covid-19 : à évaluer au cas par cas en fonction de chaque activité.

Lotissements ouvrier à Nivage (FR)





A l'intérieur du fossilscape carte mentale.

*Paysage d'infrastructures fortement
anthrotique.*

*Les étangs d'Argancy, anciennes
gravières désormais zones humides, de
pêche et de loisirs au milieu de zones
d'activité.*

*Proximité historique entre lieux de vie
et de travail de nombreux projets de
revalorisation en cours.*

Gravière sur les hauteurs de Nivage (FR)



3.4. Bilan 1 : Les gros leviers à l'action

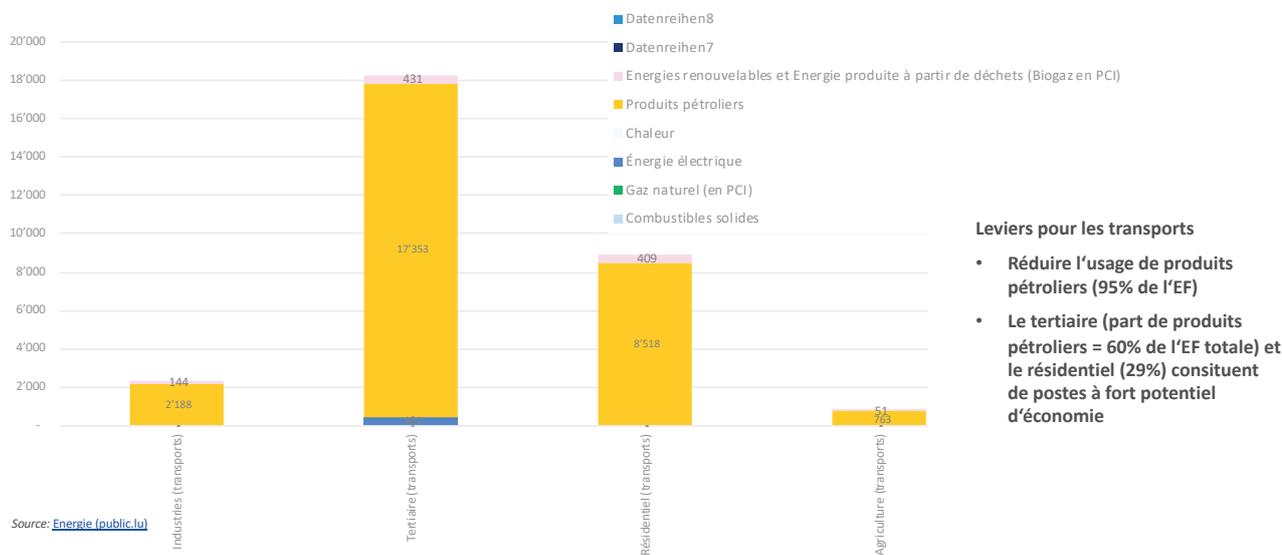
Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, les modes de vies indissociables des écologies spécifiques du territoire fonctionnel du Luxembourg ont un impact prépondérant dans la consommation d'énergie fossile et de productions de GES. Nous allons à présent établir un premier bilan des gros leviers d'actions qui devront nécessairement être pris en compte dans les stratégies de transformation localisées. Il est, en effet, primordial de prendre en compte les problématiques de la transition à l'échelle territoriale et de garder en vue toujours une conception holistique et inclusive des futures modifications situatives. Les gros leviers d'actions devront prendre en compte la santé, physique mentale et sociale, des -scapes qui habitent le territoire.

3.4.1. GROS LEVIERS D' ACTIONS PAR UNE OPÉRATION « AU BISTOURI »

Nous nous concentrons ici sur les leviers d'action identifiés via l'estimation du bilan carbone pour la zone fonctionnelle (approche territoriale). Ce bilan et les leviers identifiés ne tiennent donc pas compte des processus mis en jeu en amont pour satisfaire les besoins du territoire, ni d'éventuels effets induits en aval. Plus précisément, nous avons identifié quatre postes représentant environ 90% des émissions de ce bilan. Dans une logique de diminution généralisée et systémique des émissions de CO₂, les postes restants sont également à traiter.

Décarboner les transports

À l'échelle de la région, le transport représente environ 1/3 des émissions de CO₂. Par ailleurs, environ 95% de l'énergie finale consommée par ce secteur est liée à la combustion de produits pétroliers [7]. Les enjeux de mobilité sont donc majeurs dans la stratégie de décarbonation de l'économie.



Leviers pour les transports

- Réduire l'usage de produits pétroliers (95% de l'EF)
- Le tertiaire (part de produits pétroliers = 60% de l'EF totale) et le résidentiel (29%) consistent de postes à fort potentiel d'économie

Les pistes d'action sont multiples (généralisation des véhicules économes – moins de 2L/100 km, imposer des plafonds d'émissions pour les véhicules neufs via la législation européenne à partir de 2030, développer les réseaux de Bus à Haut Niveau de Service et de façon générale les transports publics en site propre répondant aux besoins des voyageurs, encourager l'autopartage « en boucle », covoiturage pour les trajets courts et la mobilité domicile-travail, développement d'un « système vélo » (infrastructures, services et véhicules) etc.).

Décarboner l'industrie

L'industrie représente près de 30% des émissions de CO₂ de la zone fonctionnelle. Ces dernières sont issues en majorité de la combustion d'énergies fossile et de la consommation d'électricité carbonée (chacune environ 40% de l'énergie finale consommée par le secteur industriel au Luxembourg)¹⁰.

Les leviers d'action se situent donc dans la décarbonation de la production de chaleur et d'électricité, le remplacement des combustibles fossiles par des combustibles alternatifs (déchets ou matériaux issus de la biomasse) ou des procédés moins émetteurs de gaz à effet de serre. Par ailleurs, l'amélioration de l'intensité carbone des procédés de production et la favorisation du développement d'une économie plus « circulaire » incluant davantage de recyclage, d'efficacité-matière et privilégiant des durées de vies des objets plus longues est souhaitable.

Rénover le parc bâti

Le secteur résidentiel émet environ 20% des émissions de la zone fonctionnelle. Cet impact est dû à la consommation d'énergie dans les bâtiments, issue principalement de la combustion de gaz (49% de l'énergie finale pour le secteur résidentiel au Luxembourg seul), de fioul (29%) et d'électricité en grande partie carbonée (16%)¹¹. La rénovation systématique des bâtiments (contrainte énergie et carbone) et le remplacement généralisé de tous les systèmes de chauffage fossiles permettrait une réduction substantielle des émissions de gaz à effets de serre du secteur.

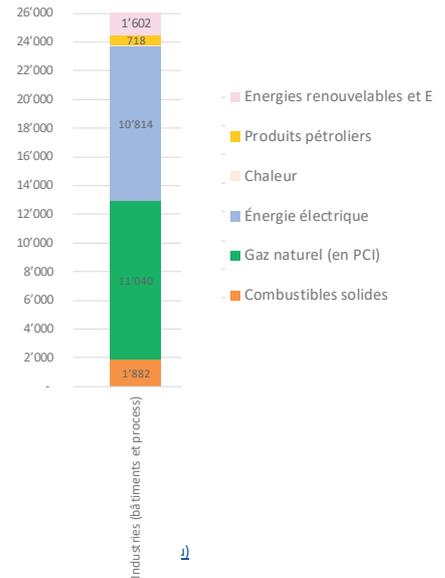
Transformer l'agriculture et augmenter les puits de CO₂

L'agriculture représente environ 7% des émissions de CO₂ dans la zone fonctionnelle. Les postes d'émissions principaux de l'agriculture sont :

- L'utilisation d'engrais chimique ou organiques qui émettent du NO₂ (potentiel de réchauffement à 100 ans 265 fois supérieur à celui du CO₂)
- Le cheptel de ruminants – en particulier les bovins (fermentation « entérique » et décomposition fumiers/lisiers) – qui émet du méthane (potentiel de réchauffement à 100 ans 28 fois supérieur à celui du CO₂)

Les carburants ne représentent généralement que 10 à 15% des émissions de l'agriculture¹².

Une importante diminution du gaspillage alimentaire, le passage à une agriculture et des modes de consommation plus durables ainsi que le développement des stratégies de séquestration de carbone (notamment par les forêts, l'utilisation de matériaux biosourcés et la diminution de l'artificialisation des sols) permettrait de réduire notablement les émissions de ce secteur.



17
Leviers pour la transition de l'industrie

(10) Base de données de l'OCDE Land-use, Land-use change and forestry (LULUCF), Greenhouse gas emissions (oecd.org)

(11) Bilan énergétique par type de produits, 2017, <https://statistiques.public.lu/>, consulté le 21.12.2020

(12) Alimentation (decarbonizeurope.org), consulté le 21.12.2020

3.4.2. GROS LEVIERS D' ACTIONS DANS LES -SCAPES

Les gros leviers d'actions répondent aux problématiques soulevées par une approche quantitative de la consommation d'énergie fossile ainsi que par la production de GES. Ces leviers d'actions, qui sont capables à eux seuls de réduire drastiquement les émissions de GES. Cependant, l'image homogène et plate qui découle de ces directives ne prend pas en compte la complexité sociale, et donc les -scapes, qui habitent le paysage. Les outils de planification contemporains sont d'ailleurs les premiers défenseurs de la conception d'une transformation du territoire par l'injection d'une mode de vie économe en énergies et propre, mais univoque et monotone. Hélas ! Transformer le territoire n'est pas uniquement indiqué par le biais d'un masterplan la vision d'un monde parfait. Il est donc fondamental d'intégrer les différentes réalités du territoire fonctionnel du Luxembourg afin de constituer une planification pour la transformation nuancée en « couches » capables d'intégrer la bonne santé des -scapes.

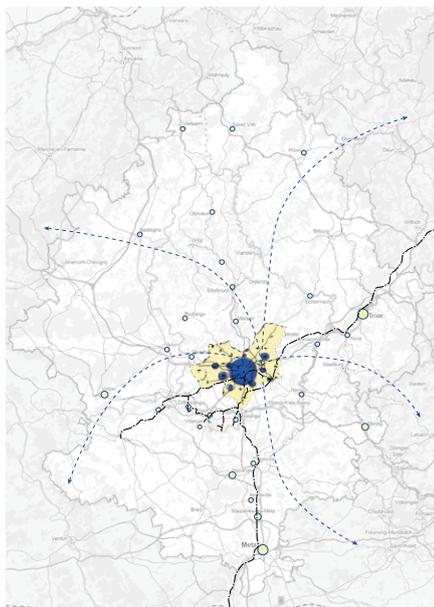
Les potentiels individuels et relatifs aux -scapes ne peuvent généralement pas être exploités à 100 %, car ils sont partiellement annulés par les effets de rebond ou réduits par le processus politique ou social normal. Par exemple, les augmentations de prix n'ont d'effet que si l'inflation n'est pas compensée en parallèle. Dans le cas contraire, l'effet de contrôle est perdu. Les effets ne peuvent également avoir un impact que sur certains groupes sociaux, comme par exemple ceux relatif au fossilscares ou au ruralscares, soit ceux pour qui cela devient une charge financière. Pour le digiscares, ceux dont les revenus sont suffisamment élevés, un tel effet n'est que partiellement efficace (suffisance).

Les leviers d'actions suivants sont relatifs aux -scapes décrits précédemment et prennent en considération des gros leviers d'actions : transport, bâti, agriculture et industrie.

Leviers d'action pour un digiscape en transition

Le digiscape est habité par la classe sociale la plus aisée. À ce modèle de vie correspond le rêve, dépassé et énergivore, où la propriété privée se situe dans les hameaux-satellites en dehors de centres de travail. Un des enjeux majeurs sera de rendre la ville plus attractive aux nouvelles générations afin de pallier au gaspillage d'espace et de matière propre des quartiers monofonctionnelle. L'attractivité des espaces de loisirs joue dans le digiscares un rôle prépondérant. Une consommation de loisirs locaux, une envie de rester au lieu de partir par l'appropriation et l'identification d'espaces communs auront un impact positif dans la consommation de transports, avion et voiture, destinée aux loisirs. D'autres leviers d'actions liés à ce -scape sont :

- Exploiter le double ancrage global-local et la conscience commune des défis de la transition écologique pour créer des synergies notamment au niveau de l'alimentation et des services de proximité. Marchés, revalorisation des petits commerces etc...
- Repenser l'urbanité des quartiers d'affaires où il y a aujourd'hui beaucoup de m2 vides. Des villes plus villes dans la mixité fonctionnelle, pas seulement des destinations pour le travail et le shopping.
- Offrir des alternatives qualitatives au modèle résidentiel de la villa pavillonnaire isolée en secteur rural, des villages plus villages, créer des clusters.
- Offrir des lieux de rencontre, des bouclages avec les autres -scapes (syndrome de l'expatrié dans une culture difficile d'accès).
- Exploiter la richesse culturelle pour créer de la plus-value immatérielle et réduire l'importance du confort matériel.

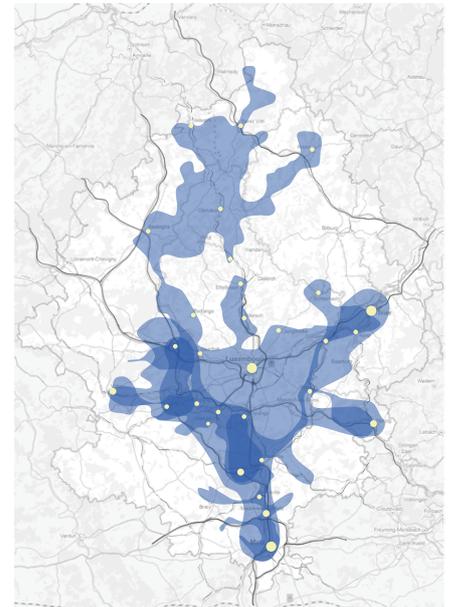


Impact spatial du Digiscape dans le territoire fonctionnel

Leviers d'action pour un liquidscape en transition

Le liquidscape est un pilier indispensable au bon fonctionnement de la région fonctionnelle du Luxembourg. C'est aussi le plus grand consommateur du petrolscape, ou des paysages voués au trafic individuel motorisé. L'enjeu du maintien et de l'amélioration de la santé de ce scape, passera certes par un changement nécessaire vers une utilisation plus importante des transports publics, mais aussi elle pourra passer par une offre majeure de logements qualitatifs et à meilleur marché intégrés dans les lieux de travail du Luxembourg. D'autres leviers d'action liés à ce -scape sont :

- Activer une politique de transports publics jusqu'au dernier kilomètre pour réduire drastiquement l'usage de la voiture et compléter l'offre de transport gratuits. Le système de déserte en bus est aujourd'hui pas assez fréquent, peu fiable et manque de clarté (trop de compagnies de bus)
- Faire évoluer les infrastructures routières et rendre plus difficile l'usage de la voiture dans les secteurs clés pour encourager l'usage des transports en communs.
- Offrir une alternative durable aux shopping mall.
- Offrir des modèles de logements alternatifs plus proches des bassins d'emplois (coopératives suisses exemple Zürich ville la plus cher d'Europe, déjà à 30% de coopératives dont le loyer est en moyenne 50% plus bas que sur le marché locatif privé)
- Offrir des lieux de rencontre, des bouclages avec les autres -scapes notamment le long des espaces de transit.
- Créer un régime spécial pour les travailleurs transfrontaliers.
- Offrir des quartiers mieux connectés aux lieux de travail desservis par les transports publics.

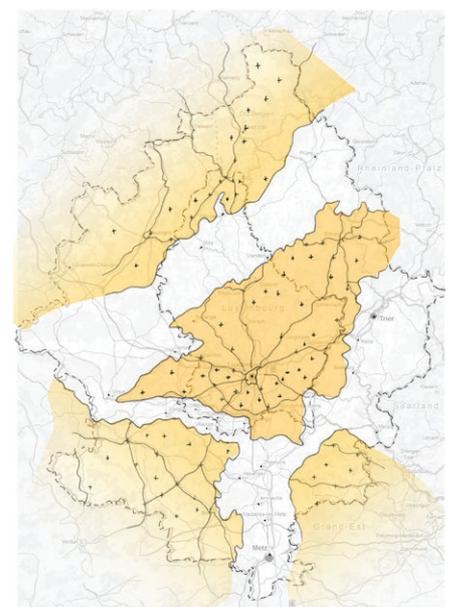


Impact spatial du Liquidscape dans le territoire fonctionnel

Leviers d'action pour un ruralscape en transition

Les changements socio-économiques ont appauvri la richesse et l'autonomie que pouvait avoir le rural-scape il n'y a encore qu'un siècle. Si ce scape ne correspond pas au mode de vies d'une majorité des habitants de la région fonctionnelle du Luxembourg, c'est certainement les -scape qui offre le plus grand potentiel de transformation. C'est en effet dans et par la Terre qu'il pourra y avoir une meilleure captation de GES. C'est aussi dans ce paysage qu'une nouvelle génération pourra trouver le terrain propice pour de nouveaux emplois, aptes à augmenter la production et l'autonomie alimentaire de la région. D'autres leviers d'action liés à ce -scape sont :

- Inciter une agriculture qui soutienne la biodiversité.
- Soutenir les liens entre producteurs afin d'inciter les transformations du territoire apte à absorber des GES.
- Activer une politique de mise en synergie avec le digiscape, même lieux de vie mais réalités qui s'affrontent, ce sont les grands voisins qui s'ignorent...
- Questionner la PAC ? Vers un système de subvention local ? exemple de la Suisse qui n'est pas du tout concurrentielle sur le marché européen a dû revoir sa politique de protection du secteur agricole en pariant sur des standards de qualité radicalement plus haut et un système de subvention conséquent.
- Offrir des espaces de partage, d'échanges, de commerces local.
- Offrir des lieux de rencontre entre producteur et consommateurs souvent voisins sans le savoir.



Impact spatial du Ruralscape dans le territoire fonctionnel

Leviers d'action pour un fossilscape en transition



Impact spatial du Fossilscape dans le territoire fonctionnel

Le fossilscape offre un grand potentiel de transformation lié aux anciennes infrastructures liées à l'activité minière. Les voies ferrées, les anciens ports fluviaux et les infrastructures bâties font partie de cette archéologie mobilisable vers une société de transition. Un des enjeux majeurs sera de créer des paysages qui associent qualité de vie et captation des GES, dans une nouvelle nature qui associe activités humaines et biodiversité. Une nouvelle activité économique, circulaire et résiliente, pourra surgir dans ces paysages anthropiques. D'autres leviers d'action liés à ce -scape sont :

- Les grands projets de requalification tel que le projet Agora pour le quartier Alzette à Esch-Shifflange, un exemple très participatif, un processus innovant également avec les équipes de concepteurs. D'autres projets en cours de requalification en France, au Luxembourg et en Allemagne montrent une dynamique positive.
- Soutenir le secteur industriel et permettre sa mutation par exemple l'industrie 4.0 n'a pas les mêmes besoins spatiaux.
- Tirer parti de l'héritage culturel du passé sidérurgique.
- Rénover le parc de logements existants, éviter les constructions neuves.
- Tirer parti de la proximité historique entre lieux de travail et lieux de vie.



Vue sur les hauts fourneaux abandonnés et le nuage de vapeur de la centrale nucléaire de en fond

4. Intégrer les éléments et les forces naturelles au service de la transition

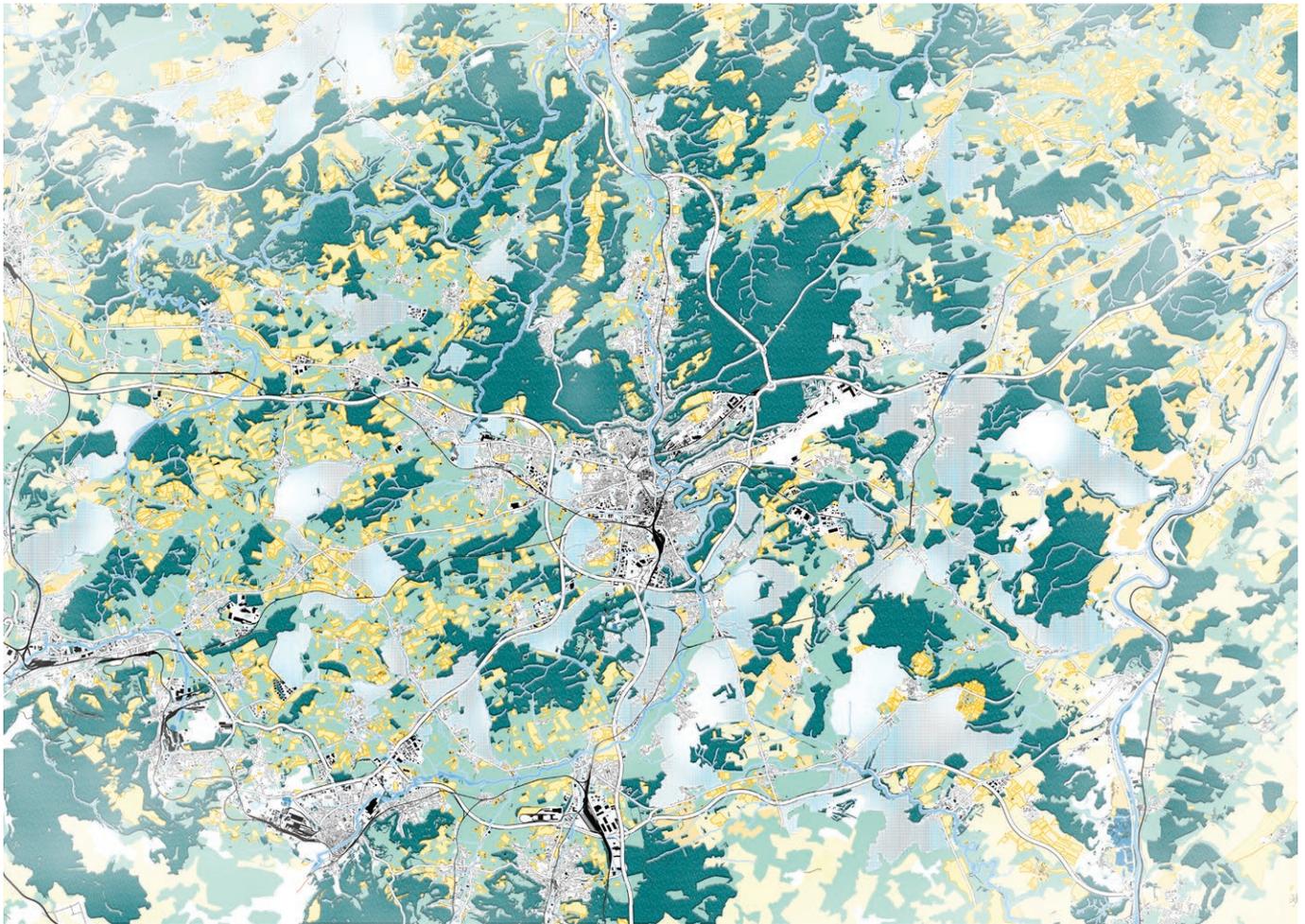
4.1. Énergies renouvelables mobilisables

Dans le chapitre précédent, nous avons mis en avant la nécessité de diminuer la quantité des énergies employées pour les activités humaines. Nous allons nous efforcer à présent d'ouvrir les pistes d'actions vers un territoire apte à subvenir davantage à ses besoins. Or, la question quantitative pourra être complétée d'une part par l'origine énergétique employée dans le territoire, soit du fossile au renouvelable local, puis aux énergies qui ne sont pas quantifiables, et donc mesurables, de la même manière que les énergies fossiles. Ce qui nous intéresse dans cette aptitude à comprendre les énergies, c'est le pouvoir des forces naturelles non seulement de compenser les besoins énergétiques par des qualités locales, comme par exemple une canopée touffue qui pourra mener à une diminution d'énergie vouée à une climatisation estivale, mais aussi par les effets que les éléments naturels ont en tant que régulateurs de captation de GES.

La définition du mot énergie, quand nous employons couramment, est conçue à l'aube de l'industrialisation. Comme nous le rappelle Vaclav Smil, Il n'est pas facile de résumer l'énergie en une définition univoque ; il s'agit plutôt d'une idée abstraite et collective adoptée par les physiciens du XIXe siècle pour décrire une variété de phénomènes naturels et anthropiques¹. L'intérêt purement utilitaire que nous entretenons aujourd'hui avec l'énergie, est le fruit d'un long processus intellectuel qui prend son essor à l'époque des lumières. L'exploitation des énergies fossiles extraites des entrailles de la terre à l'échelle globale qui est au cœur de la problématique du réchauffement climatique, est en quelques sortes le fruit du détachement que les hommes ont engagé avec les ressources naturelles locales. Cet éloignement au sol, qui se manifeste par le manque d'identification au lieu, est au cœur de la question qualitative entre espace habité et les forces naturelles.

Aujourd'hui, la gestion des ressources est désormais devenue une priorité. La consommation annuelle des pays occidentaux dépasse plusieurs fois la capacité de régénération des ressources de la terre. La croissance démographique mondiale et l'augmentation du pouvoir d'achat des pays fortement peuplés nous indiquent clairement que la consommation mondiale de ressources continuera à

(1) Vaclav Smil in Dirk Sijmons, Landscape and Energy: Designing Transition (Rotterdam: NAI, 2014).



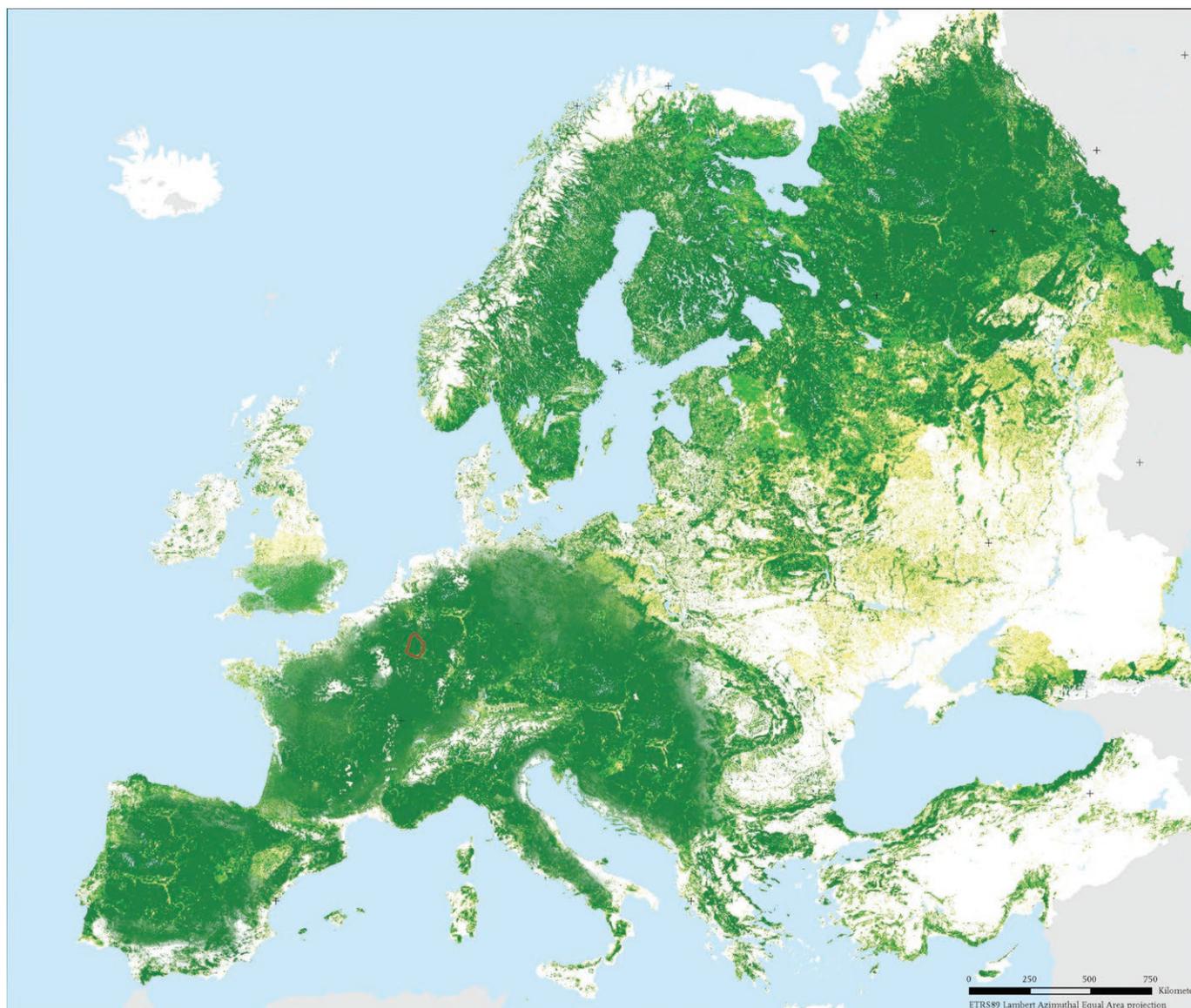
Surface de panneaux solaires nécessaires pour alimenter toute la région fonctionnelle du Luxembourg par des panneaux solaires

Pour le calcul de la consommation actuelle de la Région Fonctionnelle du Luxembourg nous avons pris en considération la consommation énergétique hors exports du Duché sans les exportations liées au tourisme à la pompe, puis multiplié cette consommation finale pro capita par le nombre total des habitants de la région fonctionnelle. La consommation d'énergies finales est, pour cette approximation, d'environ 78'200 GWh/a.

augmenter dans les prochaines décennies, et que nous ne pourrions pas revenir à un niveau de consommation équivalent à celui de la période préindustrielle. Revenir en arrière est impossible, mais nous ne pourrions pas continuer de la sorte non plus. Il en va de l'existence-même de l'humanité.

4.1.1. PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES LOCALISÉES

L'industrie et la mécanisation du monde nous offre la voie des énergies renouvelables comme une réponse pour sortir de la dépendance des énergies fossiles. Il nous paraît donc indispensable, en deuxième phase de la consultation, de traverser les potentiels de ces énergies pour la région fonctionnelle du Luxembourg, dont notamment les éoliennes, les panneaux photovoltaïques ou encore la géothermie. Néanmoins, il serait réducteur voir naïf de penser que remplacer les énergies fossiles par des énergies renouvelables serait la solution au problème lié au changement climatique. D'une part parce que les conséquences spatiales et sur la biodiversité sont reportées ailleurs, là où sont produites les énergies fossiles et là où les minéraux rares sont extraits. Par exemple, la ferme solaire de Junglinster et Beidweiler au nord-est de la ville de Luxembourg, produit certes 7000 MWh d'électricité par année, mais au détriment de terres fertiles où elle est installée. Aussi, l'impact localisé pour la biodiversité locale ne sera pas positif. Mais encore plus néfastes sont les conséquences sur les écosystèmes dans les pays où sont extraits les métaux rares indispensables pour les batteries et la construction des panneaux photovoltaïques. Comme l'indique bien le nom, la demande des métaux rares, étant justement de quantité limitée et difficile d'extraction, ne pourront pas subvenir à un remplacement total des énergies fossiles dans la même mesure.



Surface de reforestation autour de la région fonctionnelle du Luxembourg qui serait nécessaire pour absorber la production de la région en GES du Luxembourg.

de la consommation actuelle. En réalité, le processus d'extraction de viscères de la terre des métaux rares, contribue à une consommation « spéléologique » des ressources naturelles, et se trouve en continuité à une logique d'exploitation des ressources autant que les énergies fossiles, charbon puis pétrole.

Il nous paraît ici important de souligner que le passage d'énergies fossiles aux renouvelables est indispensable, mais pas suffisant.

Pour cerner l'impact de ces énergies nous avons testé sur le territoire autour du Luxembourg l'emprise que pourrait avoir une ferme solaire implantée sur le territoire capable de subvenir aux besoins d'énergie actuels pour toute la région fonctionnelle du Luxembourg.

Pour cette première phase de la consultation nous avons testé quelles serait la surface nécessaire pour alimenter toute la région fonctionnelle avec les besoins en énergie actuels. En sachant que la future ferme solaire sera capable de produire 7'000MWh sur une surface de 2.9h, nous avons pu constater que la surface du Grand Duché du Luxembourg ne pourrait pas accueillir suffisamment de panneaux solaires hormis les forêts, routes et surface habitées. La surface de panneaux solaire serait équivalente à environ 312'000ha.

4.2. Forces naturelles

Au discours classique de la transition écologique, qui tend au transfert des énergies fossiles au profit des énergies renouvelables, nous nous voulons élargir l'horizon pour ouvrir des pistes à des solutions qui mettent en exergue la qualité des forces naturelles locales et des réseaux de vie dont vous faisons partie. La vie est possible dans l'espace de la biosphère grâce à un entrelacement complexe de réseaux, qui ne sont pas mesurables par des unités standardisées et interchangeables.

4.2.1. LA VIE AU-DELÀ DES MACHINES

La définition d'énergie, telle que nous la considérons aujourd'hui, est née à des fins de production industrielle. La notion de convertibilité énergétique nous donne l'illusion que les énergies sont égalables et interchangeables. Mais loin de là ! Les énergies « utilisées » dans une société encore profondément thermo-industrielle proviennent de sources multiples et sont différenciées. La motricité des véhicules, la chaleur d'un radiateur, la lumière d'une LED en sont les manifestations distinctes. Les énergies ont des propriétés intrinsèques et uniques. Une des sources les plus extraordinaires que la Terre nous offre est bien le pétrole, dont la quantité d'énergie et la facilité de transport nous a permis le confort contemporain et d'atteindre la lune.

L'énergie devient tangible quand elle vient à manquer. Une voiture s'immobilise sans essence, un téléphone portable s'éteint les batteries vides et les nez coulent dans les pièces où les radiateurs sont éteints. L'énergie n'est pas visible en tant que telles, ce sont les effets dans la matière qui en donnent une approche phénoménologique. La convertibilité des énergies se manifeste dans leur ensemble par le réseau électrique international dans le territoire. La complexité de la question énergétique, qui est aujourd'hui au cœur du débat sur la transition, est néanmoins communément comprise et acceptée. Or au-delà du mauvais fonctionnement des technologies modernes si l'énergie vient à manquer, c'est la biosphère qui « fonctionne » ne moins en moins bien ! Et si la terre est malade, c'est la vie qui vient à manquer.

Nous n'allons pas ici faire une énumération catastrophique sur la destruction des écosystèmes à l'échelle globale. Prenons en exemple la région fonctionnelle du Luxembourg ou les terrains agricoles dédiés principalement à l'élevage sont stériles vis-à-vis des insectes, ou encore les eaux polluées et mortes des rivières et des fleuves.

En effet, l'étude de l'évolution des pratiques agraires, sylvicoles, de gestion des espaces naturels au Luxembourg (mais partout en Europe) fait état d'une tendance à l'homogénéisation des pratiques (systématisation et spécialisation à grande échelle pour plus de compétitivité/efficacité). Or cette homogénéisation des pratiques, et donc des espaces, va à l'encontre de la force de résilience principale des systèmes vivants : la diversité. Plus un système est divers, moins il est sensible aux perturbations et donc plus il est résilient (c'est la clé de lecture qui est le fondement de la théorie de l'évolution Darwinienne.). A fortiori cet état de fait, s'il a permis de nourrir une population mondiale galopante depuis les années 50, est aujourd'hui face à une perturbation globale et déterminante pour tout système vivant : le changement climatique.

À titre d'exemple, entre 1962 et 2007, les écosystèmes des zones humides du Luxembourg se sont dégradés de plus de 78%, abritant pourtant une grande

variété d'espèces rares et menacés, tandis que les paysages semi-ouverts de vergers à hautes tiges et de bocages constituent le deuxième écosystème le plus dégradé (-57%). (Source : p4 cinquième rapport national du Luxembourg à la convention sur la diversité biologique. 2015 / Ministère du développement durable des infrastructures – département de l'environnement).

Étudier les réseaux de la vie, c'est donc entrer dans leur complexité synergique et interrelationnelle afin d'une part de mieux les comprendre (capter leur variations – métrique) pour mieux permettre leur adaptations et participations au cycles à venir de la transition (agir sur les capteurs).

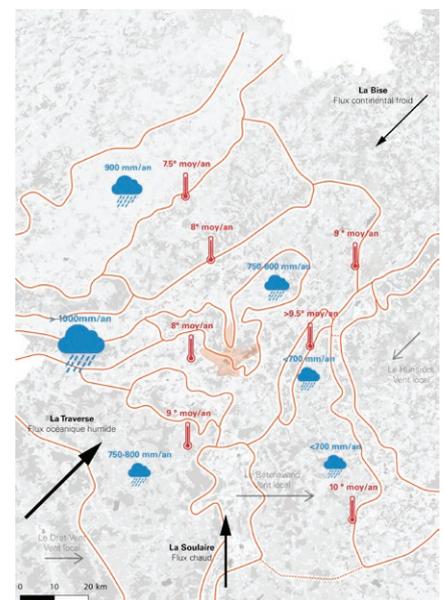
4.2.2. LES FORCES NATURELLES À LA BASE DE LA VIE

Face à ces constats, nous cherchons à mesurer les capacités de transition et de résilience du réseau du vivant. Comment en mesurer ses énergies et comprendre ses interactions (complexe car écosystémique) ?

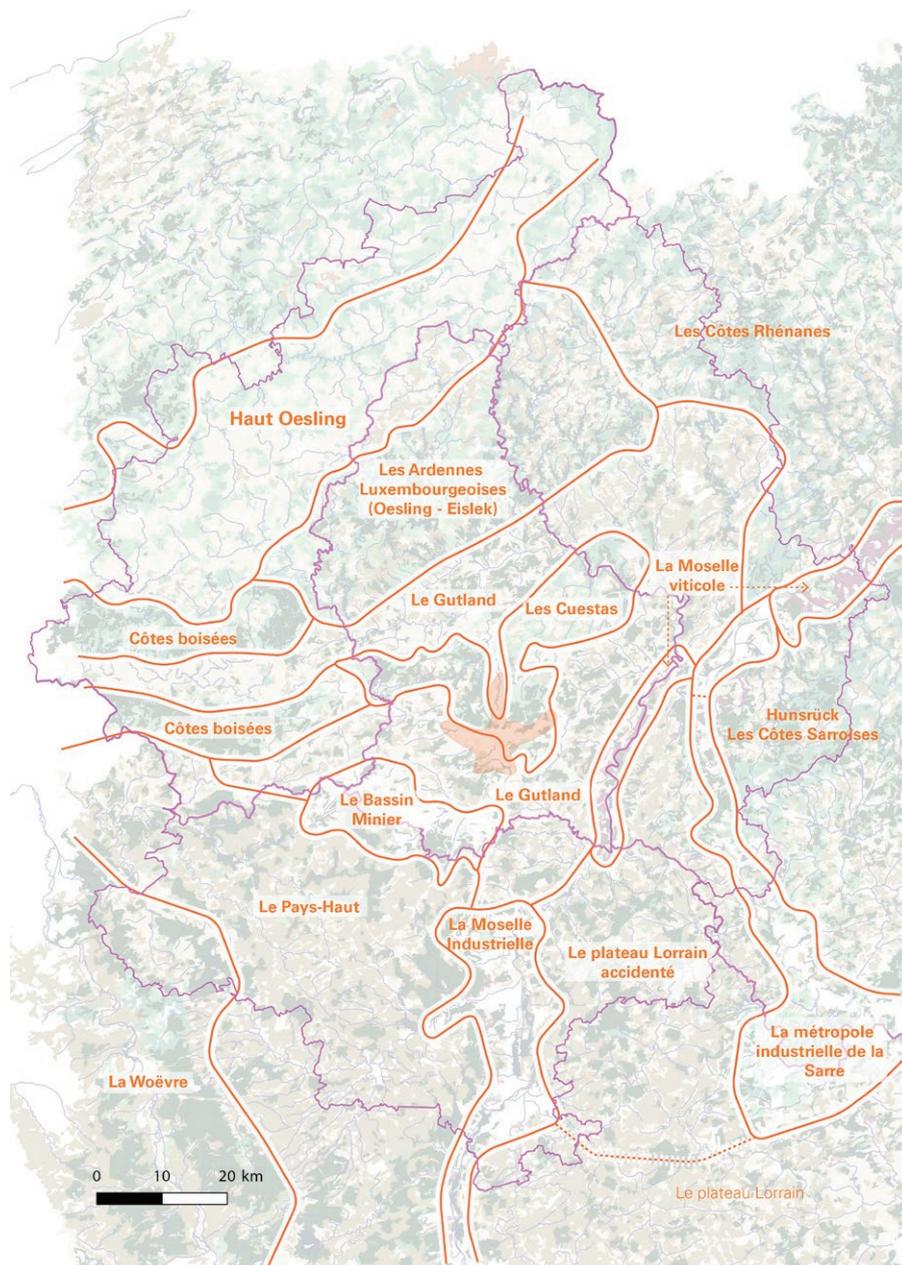
De nombreuses études isolées sur une multitude de sujets liés au monde du vivant révèlent la complexité et l'étendue de enjeux relatifs à ces énergies systémiques (systèmes de nature et interaction de l'homme avec son environnement) ... Elles révèlent souvent des capacités de transfert énergétique et des chaînes de conséquences aux bienfaits insoupçonnées (climat, biodiversité, dépollution, etc.). Mise bout à bout nous pensons que l'ensemble de ces études révèle des pistes d'actions relativement ciblées, aux effets démultipliés.

Ex : C'est le cas d'étude analysant le Rewilding (réintroduction de grands mammifères dans des biotopes dégradés) et de leurs effets sur la biodiversité et le stockage naturel du carbone. Des études montrent par exemple qu'en Bavière la réintroduction du Castor dans des vallées drainées et canalisées depuis de nombreuses années avait pour conséquence direct la création de grandes et nouvelles étendues de zones humides favorisant la biodiversité : réémergence de biotopes humides et hygrophylies, augmentation du nombre d'insectes et d'oiseaux, etc. Outre ces effets sur la biodiversité les services écosystémiques et sur le pouvoir de décarbonation sont eux aussi énorme (et sans nécessité de création d'infrastructure) : augmentation du niveau des nappes alluviales et donc augmentation de la résistance aux aléas sécheresse et inondation mais ces zones humides sont aussi des puits à carbone énorme. Il s'agit de mesurer ces derniers effets et de comprendre les chaînes d'interrelation y conduisant puis de les mettre en synergie avec les activités humaines localement et les objectifs de transition. Selon les sujets les effets ne sont pas tous encore connus et cela ouvre la voie à des possibles projets pilotes.

Nous considérons alors que le territoire fonctionnel du Luxembourg peut être vu aussi comme un réseau de capteurs de GES liés au vivant et qui illustre l'état de santé du réseau de vie. Ainsi, ces capteurs sont intimement liés à la vie, et à des variables qui ne sont pas symétriquement quantifiables et qui possèdent donc des métriques qui leur sont propres. Ces capteurs de GES varient aussi fortement selon le territoire sur lequel ils se trouvent. En effet ils évoluent localement selon les caractéristiques de chaque territoire. Ce sont les biorégions qui expriment cette diversité locale : un socle géomorphologique déterminant associé à des pratiques faisant interagir fortement l'homme et son environnement, comme par exemple l'agriculture et la sylviculture.



forces naturels du climat local



Biorégions de tu territoire fonctionnel du Luxembourg

4.2.3. LES BIORÉGIONS DE LA RÉGION FONCTIONNELLE DU LUXEMBOURG

Les biorégions sont des entités géographiques cohérentes du point de vue du socle géomorphologique (géologie, pédologie, hydrographie), des communautés végétales-animales qui y sont établies et des pratiques anthropiques qui interagissent avec ces dernières. Elles forment des ensembles vernaculaires interdépendants à grande échelle.

Nous avons déterminé pour la région fonctionnelle du Luxembourg des biorégions grâce à une approche géo-historique. A ce titre notre matériel de recherche s'articule autour d'un socle morphologique - pédologie, topographie, hydromorphologie, et climatologie -, un couvert vivant - répartition et typologie des espaces naturels, des forêts, typologie d'agriculture -, et une évolution historique des interventions humaines sur l'environnement. Cela s'exprime principalement par l'évolution des lieux de vies, la compréhension des pratiques agraires et de

leur évolution, et donc des paysages qui y leurs sont associés.

Le découpage en biorégions permet d’embrasser la diversité de situations de grands territoires. Définir et délimiter les Biorégions permet de révéler les forces de chaque site (géographiques, vivantes, humaines et culturelles) mais aussi leurs sensibilités face aux bouleversements climatiques. Chaque biorégion réagit en son sein de manière homogène aux bouleversement annoncés : elles constituent alors la base d’une analyse fine des impacts climatiques sur les systèmes vivants.

Connaissant l’impact de l’évolution du climat dans chaque biorégion mais aussi leurs physionomies, il nous sera possible de révéler les potentiels de résilience de chacune : lutter contre les causes, limiter les effets du changement du climat en prenant appui sur les forces naturelles locales.

Aussi leurs limites ne s’arrêtant pas aux frontières de la région fonctionnelle, les biorégions sont un moyen de faire entrer en dialogue les enjeux de territoires voisins.

A plus forte raison, la région fonctionnelle du Luxembourg, située au cœur de l’Europe, représente une grande variété de situations géographique existantes à l’échelle du continent. L’analyse des 15 biorégions permettra l’expérimentation d’un panel très large de solutions reproductibles et inspirantes pour de nombreux territoire de l’Union Européenne.

4.2.4. LES MÉRIDIDIENS, LE RÉSEAU DE LA VIE

Le Luxembourg et sa région fonctionnelle est un exemple en la matière tant la diversité de biorégions est forte, et les capteurs et leurs métriques le seront d’autant plus.

En s’intéressant aux capteurs et en introduisant des modifications de variables, il sera possible d’influencer et de modifier les énergies du vivant : vecteur important et souvent oublié de la résilience. Ces énergies, au-delà de posséder un fort pouvoir de captation des Gaz à effet de Serre, elles offrent des services écosystémiques multiples réduisant localement des effets du changement climatiques (sécheresse, inondations, fortes températures, etc.). Ce faisceau d’indicateurs (de vie) et capteurs (de GES), de manière analogue au réseau électrique qui traverse les territoires anthropiques, nous voulons intégrer à présent un réseau invisible qui se manifeste par vie et la biodiversité : les méridiens.

Les méridiens sont des lignes énergétiques du réseau de la vie qui rassemble des indicateurs (métrique) autour d’une même structure héritée des biorégions. Ils servent alors de base à la définition de leviers vers la transition.

Il est important de noter que chaque modification de variable, et donc de méridien, peut avoir un effet positif ou négatif sur les autres. Il s’agira donc d’anticiper au mieux afin de créer des leviers d’action favorables. Réciproquement une modification des -scapes peut créer des synergies (besoin) que les méridiens du réseau de la vie peuvent remplir. Ces forces sont complémentaires aux mesures communément employées dans le discours énergétique en Joules ou en Watts.

Ex : Un choix d’orientation sur un certain type de production d’énergie peut créer un besoin de nouvelle filière (biomasse par exemple). Cette filière en s’installant dans une ou plusieurs biorégions en modifie les pratiques et peut répondre via les services écosystémiques et économiques qu’elle crée à des enjeux de transition localement (diversification de la production agricole pour résister aux périodes de sécheresse et aux crises économiques de certains secteurs, plantation en



Relief et biorégions

INDUCTIONS CHANGEMENTS CLIMATIQUE

Augmentation fréquence et forces des aléas (vent, grêles, inondations, etc.)

Augmentation T° moy. 2° + Variation saisonnières

Variation pluviométrique saisonnières

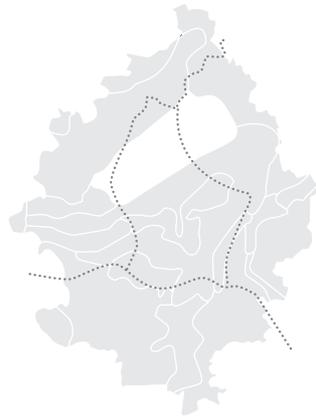
EXEMPLE DE MÉRIDIENS

- Biodiversité et fertilité des sols
- Systèmes de cultures
- Nouvelles agricultures (agroforesterie, etc.)
- Nouvelles ressources locales (matériaux)
- Ilot de fraîcheur urbains
- Nouveaux Paysage Productif (reconquête délaissés&industriel)
- Gestion décarboné des forêts
- Ecosystème d'accompagnement des cultures
- Réensauvagement (flore)
- Rewilding (faune)
- Zones humides captantes
- Consommation nourricière locales

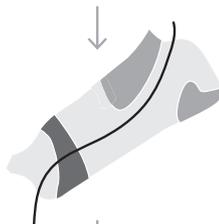
ENERGIES DE RESEAUX :

ELEMENTS FONDAMENTAUX :

ENERGIE RENOUVELABLE :



LES BIORÉGIONS de la région fonctionnelle

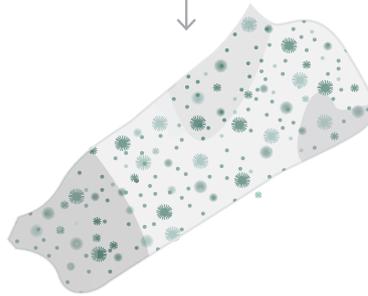


Analyse croisée
Socle Morphologique
Le vivant
Evolution des pratiques et établissements humains

Structures territoriales héritées & Pratiques actuelles

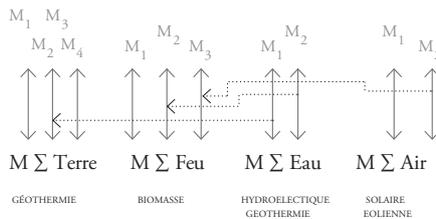


Ensembles des INDICATEURS énergétiques situés (métriques)



LES MÉRIDIENS des Biorégions

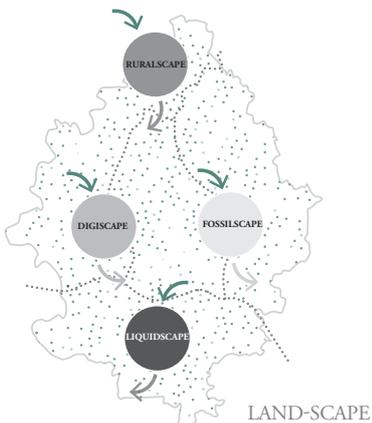
Les méridiens sont les lignes énergétiques du réseau de la vie qui permettent la mise en place DES INDICATEURS (métrique) de chaque structure de territoires héritées et la définition de LEVIERS VERS LA TRANSITION



Objectifs à atteindre sur chaque indicateur de méridien et les interactions entre chaque sujet.

Ils ont chacun une énergie mobilisable locale que l'on peut regrouper dans les quatre forces naturelles

GEOGRAPHIE DU VIVANT



FORCES NATURELLES

Un réseau d'énergie captatrices complémentaire au réseaux anthropiques (en interaction avec les Scapes)

lisières de ville ou sur délaissés économiques, etc.)

Un territoire est donc un réseau de capteurs identitaires liés au vivant, qui illustre un état de santé et des énergies de ce réseau de vie. En considérant cela et en introduisant des modifications de ces variables il sera possible de venir influencer et modifier ces énergies du vivant.

Ainsi il apparaît essentiel de considérer ces géographies du vivant, qui pourront être classifiées à travers les quatre éléments fondamentaux : la Terre, le Feu, l'Eau et l'Air. Les forces naturelles relevées selon cette classification énergétique opèreront au sein d'un découpage de la région fonctionnelle établi à travers une logique biorégionale.

Ces familles d'éléments nous permettront de rentrer en interactions avec les systèmes de mesures localisés au sein des différentes biorégions que sont les méridiens.

Cette matrice croisant éléments, biorégions et méridiens permettra ainsi de mesurer les énergies et interactions du vivant.

Cette classification permet d'optimiser les Datas cumulées dans chaque domaine, les politiques en cours, les experts existants et permettent de mettre en place des outils qui mesurent soit une augmentation de la biodiversité, des captations de GES / polluants, de résistance aux aléas, soit une réduction des émissions de GES / polluant, de consommation d'énergie vives ou grises

4.3. Bilan 2 : Les leviers d'actions capillaires, l'acupuncture pour traiter les effets rebond du bistouri

Aux grands leviers d'action que nous avons cités dans le chapitre précédent pourra certes couvrir une grande partie de la quantité des émissions de GES par une diminution de la consommation des énergies fossiles. Dans une deuxième phase de la consultation nous allons pouvoir approfondir cependant les thématiques liées aux leviers d'actions qui auront peut-être moins d'impact sur la question quantifiable des énergies, mais qui auront un grand impact sur la vie de la biosphère. Il s'agira d'activer les leviers d'action diffus sur le territoire telle une médecine douce, de l'acupuncture, capable de soutenir la vie et de capter davantage des GES localement. Comme évoqués dans les chapitres précédents, nous allons ordonner la pensée qui s'appuie sur les forces naturelles en empruntant la classification présocratique des quatre éléments : Terre, Feu, Eau et Air. Il nous paraît fondamental d'inclure la réflexion des énergies renouvelables dans ce bilan de leviers d'actions « doux », afin de maintenir avec force l'impossibilité de sortir des énergies fossiles par des énergies renouvelables. Cependant, les énergies renouvelables pourront jouer ici un rôle charnière pour le changement de paradigme vers une société frugale.

Étant portés par les potentiels des forces naturelles des biorégions, nous pourrons enrichir notre discours sur les leviers d'actions propres aux énergies de la vie par le réseau de méridiens seulement après une étude approfondie des lieux et par le projet du Territoire fonctionnel du Luxembourg.

Nous voulons à présent donner un aperçu des liens entre les quatre éléments, les énergies renouvelables mobilisables du territoire et le réseau de forces naturelles. Cette classification sera au cœur du monitoring dans les étapes de projets pour la transformation du territoire dans un nouvel équilibre plus propice pour la biodiversité.

Réintégrer les quatre éléments dans le discours de la transition, c'est aussi entamer un nouveau dialogue avec les forces naturelles dans une continuité du discours actuel. Ainsi à chaque élément pourront correspondre des domaines communément connus et qui pourront contribuer à soutenir la biodiversité. Ainsi à la terre pourra correspondre une agriculture consciente, au feu une exploitation durable des forêts, de l'eau pourra surgir de nouveaux rapports avec le réseau hydraulique ; le climat pourra être pris en compte davantage dans l'architecture qui dialogue avec l'air (intérieur-extérieur, membrane). Cette classification n'a pas pour but de séparer les forces naturelles, mais de constituer une matrice capable d'intégrer la complexité de la biodiversité.

Element Terre

Domaine: AGRICULTURE

Énergie renouvelable mobilisable : Géothermie

Réseau Forces naturelles (méridiens) : À définir selon zooms / Ex du haut Oesling: Fertilité et biodiversité des sols, variété des systèmes de cultures, transformation des systèmes d'élevage, écosystèmes d'accompagnement

Element Feu

Domaine: SYLVICULTURE

Énergie renouvelable mobilisable : Biomasse, photosynthèse...

Réseau Forces naturelles (méridiens) : À définir selon prototypes

Element Eau

Domaine: HYDRAULIQUE

Énergie renouvelable mobilisable : hydroélectrique, captage en profondeur pour climatiser, géothermie, ondes marines...

Réseau forces naturelles (méridiens) : À définir selon prototypes

Element Air

Domaine: CLIMAT

Énergie renouvelable mobilisable : Solaire PV, éoliennes...

Réseau Forces naturelles (méridiens) : À définir selon prototypes

5. Agir par un système de prototype et monitoring

5.1. Utiliser le backcasting pour définir une série de projets tests.

Cette consultation relève de la prospective territoriale. Il s'agira à terme d'imaginer un futur désirable et d'alimenter un nouveau projet de territoire à l'échelle de l'aire fonctionnelle.

Si une phase de travail approfondie s'offrait à nous, nous souhaiterions tester la lunette bioanthropocentriste sur le territoire. La planification d'un territoire transfrontalier est un domaine complexe dont l'inertie institutionnelle joue désormais à rebours des défis engagés par ce type de planification.

5.1.1. CHOIX DU BACKCASTING COMME MÉTHODE DE PROJECTION.

Il existe de nombreuses méthodes et de multiples outils pour projeter l'avenir d'un territoire. La prospective territoriale et notamment la construction de scénarii est largement répandue depuis les années quatre-vingts, elle permet d'intégrer un paramètre fondamental : l'incertitude inhérente à l'activité humaine. Néanmoins, la construction de scénarii peut prendre différentes formes qui dépendent de la précision de l'objectif visé, du nombre de variables engagées, de l'aire géographique impactée, etc.

Dans le cadre de cette consultation, l'objectif à atteindre est clairement défini aussi bien quantitativement (Onet Carbone), spatialement (le territoire fonctionnel du Luxembourg), que temporellement (2050). Tel que nous l'avons évoqué avec l'image du sablier, ce projet de transition est contenu dans un espace-temps déjà opérant dont l'échéance connue se rapproche.

La conscience de l'impact de l'activité humaine sur la biosphère existe depuis les années soixante-dix et de nombreux projets, dispositifs, actions et politiques publiques ont déjà été testées mondialement. Ainsi, l'état final (la vision) d'un territoire fonctionnel Luxembourgeois qui a réussi sa transition écologique et énergétique en trente ans est parfaitement imaginable et représentable. Néanmoins, la question majeure qui reste ouverte est comment atteindre cet objectif ?

Cas référence

la réforme des plans d'agglomération Suisse de 2016 "Les espaces urbains, les espaces ruraux et les régions de montagne sont intimement liés les uns aux autres. La ville et la campagne ne doivent plus être considérées comme des entités antagoniques, mais comme des entités complémentaires et interdépendantes d'une Suisse diverse et plurielle. Le développement coordonné de la politique des agglomérations et de la politique pour les espaces ruraux et les régions de montagne permet de tenir compte adéquatement des défis spécifiques ainsi que des défis communs de la ville et de la campagne, et apporte une contribution essentielle à un développement cohérent du territoire, au maintien et au renforcement de la cohésion du pays."

Depuis 2016, un principe de continuité entre les mesures à mettre en œuvre s'applique d'une génération à l'autre pour assurer résilience et robustesse de cet outil. (bund Suisse 2016)



backcasting on renverse le sablier

On renverse l'espace-temps : visualiser un futur désirable qui réponde à 1. l'objectif Onet Carbon en 2050 en impliquant 2. une lecture inclusive des géologies locales du présent pour produire 3. une vision

1. Objectif à atteindre

Onet carbon en 2050. Comment recréer une relation „vertueuse“ entre l'humanité et la biosphère dans la période courte de la transition écologique (30 ans 2020-2050) ?

2. vision

du territoire fonctionnel du Luxembourg 2050 décarbonné

3. Lecture inclusive des écologies locales

Quels éléments sont mis en jeu ?

4. Définir les actions, deux types d'opérations :

Par le projet : agir sur les conditions territoriales à l'aide du de prototypes et du monitoring. Des choix, des actions collectives qui ont ensuite une répercussion territoriale.

Dans ce contexte la méthode du backcasting est un outil approprié. L'objectif (1) est connu. La première opération projectuelle, la vision du territoire décarbonné en 2050 (2) est l'objet commun de cette consultation. Cette projection en 2050 permet de quantifier l'ampleur du changement à opérer, énoncé dans la partie *quantifier la transition* de ce rapport. La seconde opération également largement engagée ici est *la lecture inclusive du point de départ ou de la condition initiale* (3), ce que nous avons décrit avec la lecture des -scapes et des biorégions spécifiques au territoire fonctionnel. C'est ici la clé de voute d'un projet de transition qui s'ancre à la fois dans le sol mais aussi dans les différentes réalités qui animent ce territoire. Ensuite peuvent être définies les actions (4) successives à mettre en place progressivement, les marches d'escalier à franchir, ce que nous proposons de tester ultérieurement avec ce système de prototype et monitoring.

5.1.2. 2050, VISION D'UN TERRITOIRE DÉCARBONÉ

Une vision n'est jamais figée, ce petit chapitre illustre une ébauche de futur désirable, produit de cette première étude. La vision du territoire sera forcément collective, forte du croisement du travail de plusieurs équipes et des contributions des différents comités : les 30 citoyens appelés à participer dès la seconde étape, mais également les comités institutionnels et scientifiques.

En 2050, la population Luxembourgeoise est très différente de la population actuelle (la population du Luxembourg se renouvelle tous les 30 ans). Outre frontières, la dynamique est différente en fonction des lieux et des communes. À l'échelle de la région fonctionnelle, le territoire est plus équilibré. Un renversement des sphères d'influence entre territoire - modes de vie et économie/finance est à l'œuvre depuis de nombreuses années. En 2020, le système mondial financier et économique impactait à 100% le territoire et nos vies : par exemple par la concentration des richesses, les monopoles, la pratique du faux gratuit ... mais l'impact néfaste de ce modèle, chaque année plus visible depuis la première crise Covid-19, a permis l'évolution des mentalités.

En 2050, ce sont les rythmes de vie et des rythmes naturels qui donnent le tempo à l'économie. Un archipel de polarités actives s'est formé. Autour de Luxembourg-ville les branches de grosses villas le long des routes nationales ont accueilli de petits espaces de production, des micro-coworking, des lieux de détente, de nouveaux commerces de proximité pour offrir des polarités actives qui s'organisent autour d'espaces de rencontre qui favorisent les circuits courts. À l'image de la politique de déploiement des transports publics outre frontières, le Grand-Duché est un acteur régional majeur qui soutien activement une économie résiliente et créative via un revenu de subsistance minimum pour toute activité de la région fonctionnelle qui soutient le projet commun de transition de son territoire.

Les modes de transport sont 0 net carbone sur tout le territoire : on se déplacer moins, mieux, moins vite, et on vit davantage avec les espaces de transit. Les paysages traversés contribuent au confort thermique et esthétique, à l'image des "Portici San Luca di Bologna " ou "des berges arborées du canal du midi en France". Les mobilités sont actives pour l'environnement, mais aussi le corps,



l'esprit et la société.

5.2. Les prototypes et le monitoring

5.2.1. FONCTIONNEMENT

La troisième opération du backcasting a pour but de mettre en action la vision projetée à partir d'une connaissance précise des conditions de départ. Aujourd'hui, mettre en action des projets au sein d'un processus de transition doit permettre de garder le cap tout en expérimentant de nouveaux dispositifs, d'atteindre le but recherché, même en cas de crise, dans notre cas l'objectif Onet Carbone. Ainsi, nous proposons de tester les leviers évoqués par la mise en place rapide de prototypes et de contrôler l'impact de chaque action dans le temps (le monitoring), actions sur site et monitoring sont ici conçus et mise en œuvre comme un seul objet cohérent.

Le principe de monitoring établi ici est propre à ce projet. Il est basé sur les expériences croisées de deux membres de notre équipe. D'une part, celle de Dieter Bauer qui a conçu et testé ce type de monitoring sur de nombreux quartiers 2000W en Suisse aujourd'hui opérationnels depuis plus de vingt ans, et celle de Novascopia qui évalue l'impact sur la santé de projets d'aménagement d'envergure en France. L'objectif de la société 2000W n'est pas suffisant pour garantir un projet de transition de l'ampleur de celui engagé par le Luxembourg, néanmoins la méthode de monitoring qui fait intervenir plusieurs blocs thématiques couplés et plusieurs domaines d'expertise a fait ses preuves.

5.2.2. DES PROTOTYPES MULTI-SITES

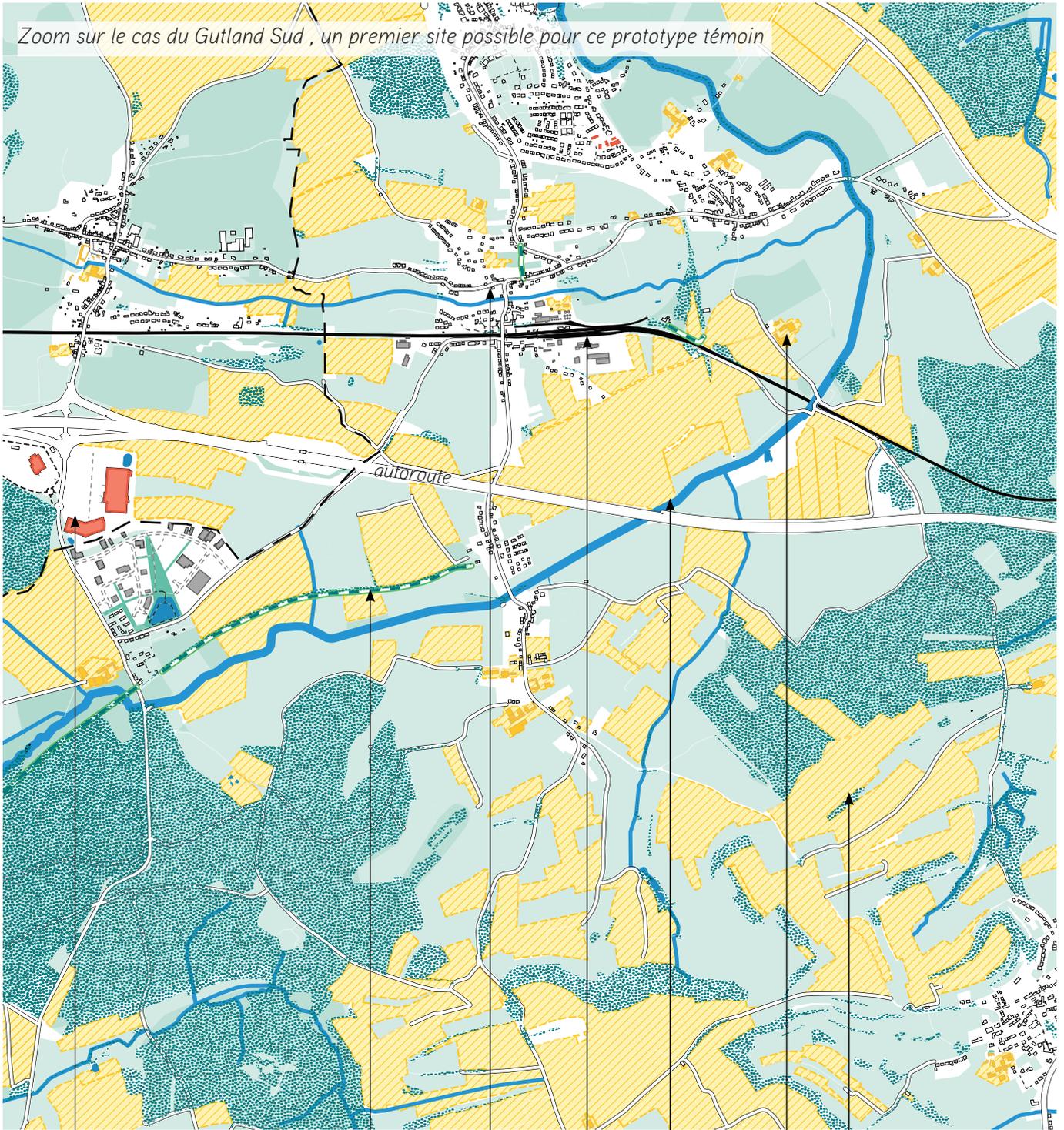
L'hypothèse de départ du concept energyscapes est que modes de vie et choix d'aménagement d'un territoire se façonnent l'un l'autre, produisant des -scapes qui combinent une dimension géographique mais aussi sociale, et sont corrélés à des niveaux d'énergie à mobiliser etc. Ainsi des niveaux d'émissions de CO₂, et plus largement de GES, en fonction des arbitrages réalisés. Nous complétons cette hypothèse en mettant en avant que ces choix de modes de vie et d'aménagement ont également des impacts majeurs sur la santé d'une population.

C'est parce que les arbitrages sont liés à cette intrication de réalités simultanées et aux spécificités biorégionales localisées que nous pensons que les actions engagées sur le territoire à un stade de prototypes ne peuvent pas être uniques, mais doivent être plurielles. Ainsi, il sera possible de comparer les effets de levier des différentes mesures mises en œuvre en fonction des biorégions et des -scapes.

le permis d'expérimenter

Il consiste en France à autoriser les maîtres d'ouvrage à mettre en œuvre des solutions alternatives à la réglementation en vigueur. L'article 49 de la loi pour un État au service d'une société de confiance (loi ESSOC) a pour objectif de « faciliter la réalisation des projets de construction et favoriser l'innovation ». Pour cela, il habilite le gouvernement à procéder en deux étapes : La première, transitoire, consiste à faciliter la mise en œuvre de solutions alternatives au droit commun dans les projets de construction. C'est l'ordonnance I (n° 2018-937 publiée le 31 octobre 2018 au JO). La seconde, pérenne, consiste à réécrire les règles de la construction pour autoriser de plein droit les maîtres d'ouvrage à mettre en œuvre des solutions techniques ou architecturales innovantes. C'est l'ordonnance II, à paraître au plus tard le 10 février 2020. Cette seconde ordonnance a été publiée le 31 janvier 2020 (ordonnance n° 2020-71 du 29 janvier 2020) et entrera en vigueur au plus tard le 1er juillet 2021.

Zoom sur le cas du Gutland Sud, un premier site possible pour ce prototype témoin



IKEA

No land take! maillage TC efficace

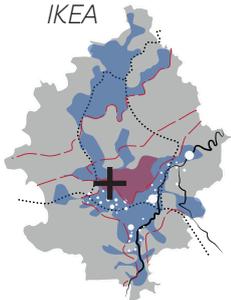
complémentarité des cultures

mobilité douce bioclimatique

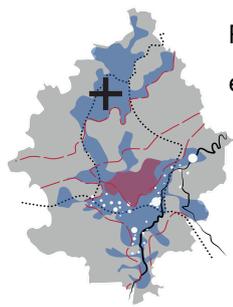
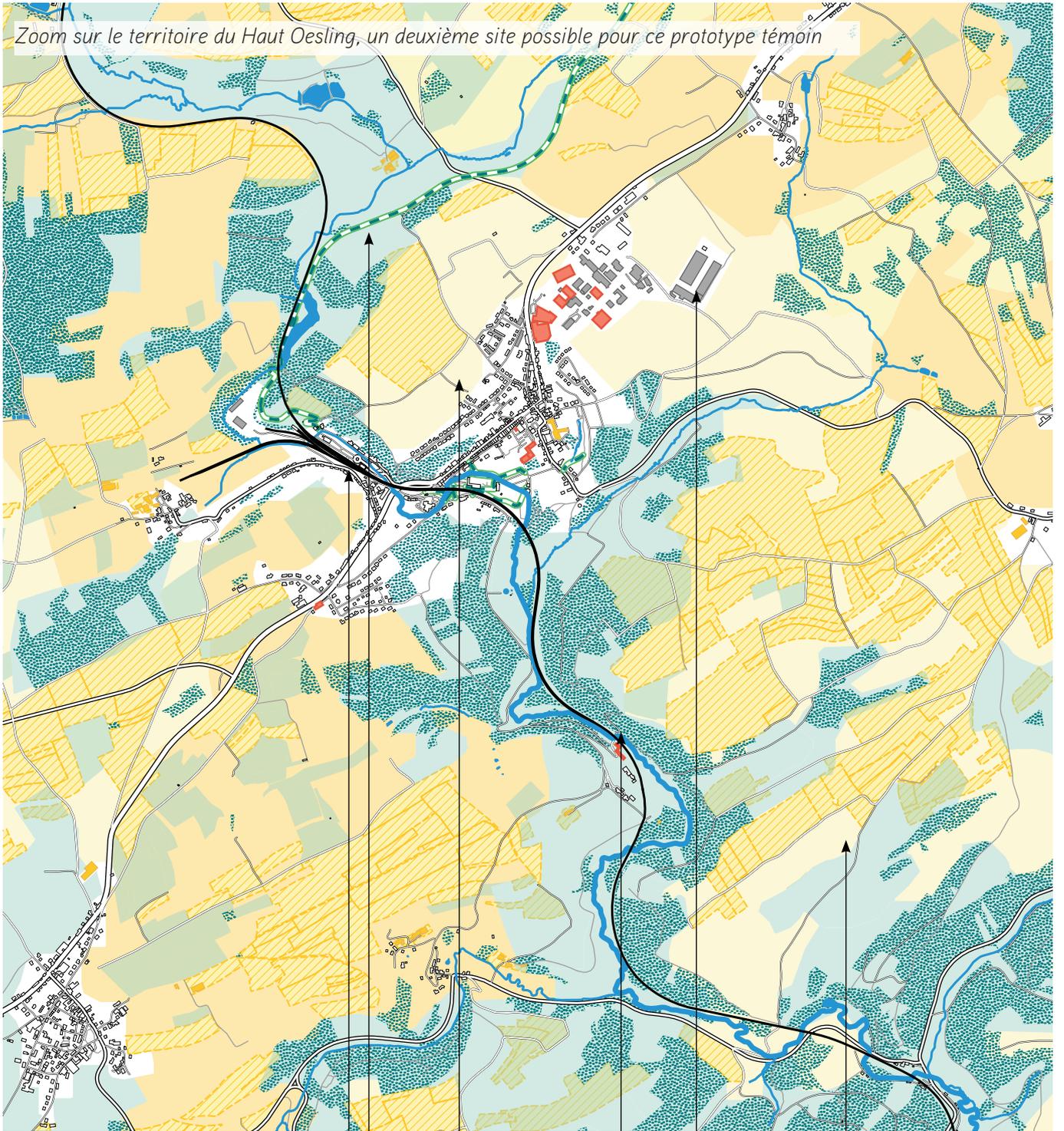
locavore

systématiser et encourager les mesures agroécologiques

Digiscape
Ruralscape et Liquidscape !



Zoom sur le territoire du Haut Oesling, un deuxième site possible pour ce prototype témoin



Ruralscape
et Liquidscape

maillage
TC efficace

mobilité douce bioclimatique

No land take!

systématiser et encourager les
mesures agroécologiques et
tourisme

services aux
agriculteurs

complémentarité des cultures

0 km

1km

2km

3km

OBJECTIF 0 NET CARBONE

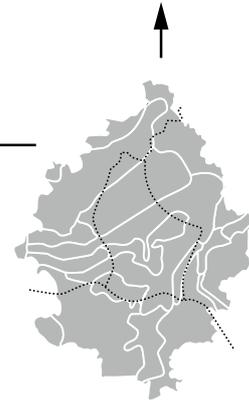
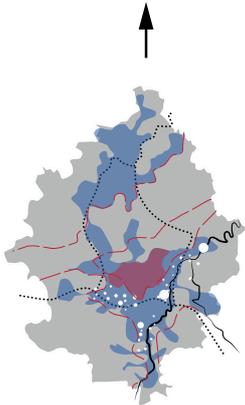
2050

LES GROS LEVIERS
*diminution de la consommation
 énergétique anthropique des différentes
 réalités qui habitent le territoire*

LES LEVIERS CAPILLAIRES

*captation GES
 et mobilisation
 des forces naturelles*

**VISION 2050
 DU TERRITOIRE
 FONCTIONNEL
 DÉCARBONNÉ**

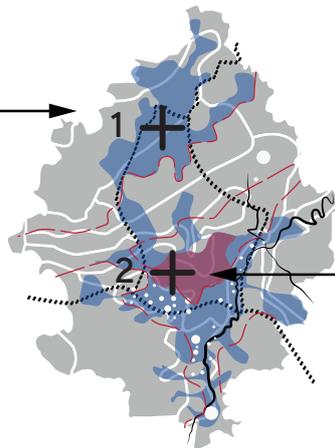


**SYSTÈME DE
 PROTOMONITORING
 2020 +
 SUR LE TERRITOIRE
 AVEC LES -SCAPES**

**LES -SCAPES DE LA RÉGION
 FONCTIONNELLE DU LUXEMBOURG**
énergie anthropique

**LES BIORÉGIONS DE LA RÉGION
 FONCTIONNELLE DU LUXEMBOURG**
forces naturelles

1
PROTOTYPE 1
*liquidscape + ruralscape
 réalités simultanées
 dans le Haut Oesling*



2
PROTOTYPE 2
*digiscape + liquidscape + ruralscape
 trois réalités simultanées
 dans le Gutland Sud*

BLOCS THÉMATIQUES HABITAT ALIMENTATION MOBILITÉ ACIVITÉS ÉCONOMIQUES ESPACES PUBLICS

CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS

x TJ réduit + yC capté + z % biodiversité supplémentaire etc...

CONTROLE EFFET REBOND

à évaluer

IMPACT SANTÉ

échelle de valeur relative de 1 à 10

tableau d'évaluation quantitatif (CO₂ - GES) et qualitatif (impact santé) de la transition.

LE PROTOMONITORING PERMET DE COMPRENDRE OÙ LES ACTIONS SONT LES PLUS EFFICIENTES (DANS QUELLE BIORÉGION EN FAISANT INTERVENIR QUEL(S) SCAPES) POUR PERMETTRE D'ACTIONNER GROS LEVIERS ET LEVIERS CAPILAIRE AU BON ENDROIT ET AU BON MOMENT.

5.3. Le monitoring

5.3.1. DES BLOCS THÉMATIQUES ISSUS DES SCIENCES SOCIALES ET NATURELLES AFIN D'ENTRER DANS LE TERRITOIRE AU PRISME DE LA SANTÉ DES ÉCOLOGIES

Les leviers d'action (et les objectifs à atteindre) contre les émissions de GES et le réchauffement climatique sont aujourd'hui bien documentés. S'ils ne se mettent que difficilement en œuvre, c'est qu'ils touchent à une évolution de modes de vie adoptés progressivement par les populations des pays développés, associés aux notions de « progrès et de liberté individuelle, et rendus possibles par l'accès facile à une énergie abondante et peu chère. Remettre en cause ces choix de modes de vie, c'est donc envisager autrement nos choix d'habitat, de travail, de loisirs et de vacances, de consommation... mais également de rapports au territoire. Ce renoncement à « notre » mode de vie est d'ailleurs souvent considéré comme non négociable. (trois exemple de blocs thématiques décrits spatialement pour les deux cas du Haut Oesling et du Gutland sont annexés à ce rapport)

Ces leviers d'action sur les émissions de GES en sont-ils également sur la santé humaine, sur la santé des écosystèmes ? Si oui, ces impacts vont-ils de pair, ou peuvent-ils parfois aller dans des directions contraires (impact favorable sur les émissions de GES), mais défavorable sur une composante de la santé humaine.

Nous avons recensé (schéma ci-dessous) une vingtaine d'enjeux d'aménagement du territoire impactant les modes de vie dont on peut envisager qu'elles impactent aussi bien les émissions de GES que la santé humaine. Pour chacun de ces leviers, il est possible de caractériser les impacts attendus sur les différentes composantes de la santé avec, à titre d'illustration, l'analyse des impacts sur le champ des mobilités.

| ANALYSE DE L'IMPACT DES MODES DE VIE SUR LA SANTE | | | |
|--|---|--|--|
| | PHYSIQUE  | MENTALE  | SOCIALE  |
|  MOBILITE | | | Place de la voiture thermique Place de la voiture non thermique Place des déplacements actifs |
|  ACTIVITE ECONOMIQUE | | | Croissance économique Équilibre des fonctions économiques Place du télétravail Numérisation de l'économie Degré d'ouverture mondialisée |
|  ALIMENTATION | | | Mix alimentaire/alimentation de qualité/équilibrée Mix de production alimentaire Mix de distribution alimentaire (circuits courts...) |
|  ACTIVITE PHYSIQUE | | | Degré d'activité physique (loisirs, déplacements domicile-travail...) Choix d'activité de loisirs proximité/peu d'appui technologique (vs mécanisé et lointain) |
|  HABITAT | | | Localisation habitat (accès travail, loisirs...) Cycle de vie du logement (production, consommation, forme...) Autonomie énergétique |
|  ESPACES COMMUNS | | | Espaces verts Capillarité/proximité/qualité des espaces communs |
|  PRATIQUES SOCIALES | | | Capillarité des équipements / espaces de vie commune (loisirs, activités associatives, citoyennes) Participation / dynamiques sociales (investissement social) |
|  RECOURS AUX SERVICES PUBLICS | | | Capillarité des services publics (santé, éducation,...) |



| | | Santé physique  | Santé mentale  | Santé sociale  |
|---|--------------------------|--|---|--|
| Plus de place à la voiture thermique dans les déplacements | Appréciation de l'impact | -- - | - | -- |
| | Justification | Pollution de l'air; incitation à la sédentarité ; accidents | Bruit / stress embouteillages | Fort vecteur d'ISS, en fonction de l'accès financier |
| Plus de place à la voiture individuelle non thermique | Appréciation de l'impact | - - | = | -- |
| | Justification | Exposition champ magnétique (peu important) Incitation sédentarité, accidents | Moins de bruit. Mais stress/embouteillages | Fort vecteur d'ISS, en fonction de l'accès financier |
| Plus de place aux déplacements actifs | Appréciation de l'impact | ++ | + | + - |
| | Justification | Réduction des maladies chroniques et de l'obésité, augmentation de la force/tonus, densité des os... | Réduction du stress/anxiété, amélioration de la qualité du sommeil, amélioration de la mémoire | Absence d'inégalités / achat d'un véhicule; Favorise les occasions de rencontres; mais inégalités potentielles liée au lieu d'habitat plus ou moins "marchable" : en effet l'attractivité du quartier, l'existence et le sentiment de sécurité, des trottoirs, l'accessibilité des équipements ou les zones naturelles, favorisent et encouragent la mobilité active |

On peut notamment constater que « favoriser les déplacements actifs » est facteur d'impacts positifs sur les dimensions physique et mentale de la santé ; les impacts attendus sur la santé sociale sont moins univoques. Sur cette dimension « mobilités », activer le levier des mobilités actives joue à la fois en faveur de la réduction des émissions de GES et globalement de la santé.

Réduire les émissions de GES sous l'angle des impacts sur la santé humaine

Pour paraphraser les termes du pari pascalien : si nous adoptons des modes de vie et des logiques d'aménagement des territoires vertueux pour lutter contre le changement climatique, nous préserverons la santé (voire la subsistance) des générations futures, et peut-être même de notre génération ; et adopter ces choix contribuera également immédiatement à la qualité de notre vie et de notre santé individuelle et communautaire locale.

Au global, les changements souhaitables à apporter aux modes de vie et à l'aménagement des territoires se traduiront-ils par une réduction du « potentiel de vie en bonne santé », une dégradation de l'état de santé mentale, et une accentuation des inégalités sociales de santé ? Sera-ce la double peine : le renoncement à notre mode de vie ET à notre propre santé ?

C'est l'inverse qui ressort de notre matrice d'analyse des impacts attendus sur la santé. Les choix de mode de vie et d'aménagement d'un territoire les plus favorables à la lutte contre le réchauffement climatique sont aussi porteurs, pour leur grande majorité, d'impacts positifs attendus sur la santé humaine, dans ses différentes dimensions physiques, mentale et sociale.

| | énergies / forces naturelles | réduction GES selon objectifs | contrôle effet rebond | santé biosphère △ 1 | santé biosphère △ 2 |
|-------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Hypothèse 1 | | | | | |
| Hypothèse 2 | | | | | |
| Hypothèse 3 | | | | | |
| Hypothèse 4 | | | | | |
| Hypothèse 5 | | | | | |

Matrice d'évaluation de l'impact de l'activité humaine sur la santé et la biosphère.

5.3.2. PROTOTYPES SOUMIS À QUANTIFICATION DES IMPACTS CARBONE

Hypothèses relatives aux forces naturelles

Afin de tester l'efficacité de notre discours sur les forces naturelles dépendantes des caractéristiques biorégionales nous avons fait le choix pour cette phase 1 d'un exemple de prototype sur le territoire du Haut Oesling. Ce dernier présenté en annexe détaille les éléments structurants de la biorégion Haut Oesling sur la force naturelle Terre. Le travail du sol est fortement représentatif de l'économie et de l'occupation des sols dans cet espace.

D'un point de vue méthodologique, nous mettrons pour chaque biorégion un accent une force naturelle et ses interrelations et effets avec les -scapes qui compose ce territoire. Il est probable qu'au cours de l'étude nous fassions des choix non exhaustifs, mais ces choix représentatifs pourront servir d'exemple/ contre-exemple et être éventuellement reproduits ailleurs.

Le Haut Oesling a été choisi à titre d'exemple pour son fort caractère rural et agricole, la relative précision du découpage de son emprise à ce stade, la valeur démonstrative de son système agricole représente ainsi la moyenne des pratiques actuelles dans la région fonctionnelle Luxembourgeoise qui ont suivi une évolution depuis de XIXe.

Nous avons finement analysé les héritages géoculturels sur cette biorégion. Ces derniers sont encore visibles et structurants au sein de la structure des paysages actuels.

De plus, les évènements qui ont conduit à la transformation de cette biorégion - initialement un territoire d'éleveurs d'ovins, puis un territoire contenant de vaines pâtures ouvertes (l'une des têtes de proue de l'élevage bovins pour la viande et le lait) - nous ont permis de mieux aborder le prisme de la prochaine grande transformation : celle du changement climatique. Ainsi déterminant dans un projet de transition.

Nous avons notamment compris l'augmentation de l'importance d'évènements endogènes dans la mutation de ce site, évènements qui ont notamment conduit à la disparition d'un nombre considérable de vallée et de zones humides, et engendrés une perte forte de complémentarité entre ses trois composantes agraires (la forêt, les pâturages, les cultures de labour et les vergers et jardin aujourd'hui quasi disparus). Ainsi, nous avons ensuite analysé le système agricole en place (son organisation spatiale mais aussi systémique - pratiques de cultures -). Ce dernier a été regardé au prisme des impacts du changement climatique.

Enfin, croisant ces impacts avec les pratiques en place, les liquidscares et ruralscares ainsi que l'objectif de l'étude, nous avons pu définir quatre méridiens (où ligne d'action de force du monde vivant) de la force naturelle Terre, visant à établir un plan d'actions selon des objectifs métrés de captation ou d'économie de gaz à effets de serre. Ces méridiens nous permettent aussi d'étudier les effets collatéraux de toute action de lutte contre le changement climatique et les boucles de rétroaction qu'il existe à un premier niveau entre différentes forces naturelles. Par exemple lutter contre l'appauvrissement des sol agricoles c'est lutter pour une meilleure absorption de GES et une meilleure rétention de l'eau de pluie et donc une moins forte sensibilité aux sècheresses estivales qui vont s'accroître en fréquence et force. Mais cela est aussi vrai à un deuxième niveau, au sein d'une même force naturelle. Reprenons notre exemple, des sols plus riches sont moins érosifs, retiennent mieux l'eau et donc luttent contre les inondations et la turbidité de l'eau.

Puis à un troisième niveau ces méridiens ont un impact sur les écologies urbaines et donc les -scapes. Toujours sur le même exemple de la fertilité des sols, un système de polyculture et de rotation plus long favorise des sols riches et captateurs de GES, or la polyculture nécessite des débouchés économiques variés, la vente direct en est un fort (avec tous les effets rebonds positif connus : lien social, impact carbone, contrôle qualité et changement de pratiques agricoles vers plus d'écoresponsabilité en fonction de la demande de par le contrat de confiance établie entre agriculteur et acheteur, etc.)

Spatialisation de la culture

Par son ample travail de recherche, l'anthropologue Setha M. Low démontre comment les analyses spatiales fondées sur l'ethnographie peuvent donner un aperçu des préjugés, des inégalités et de l'exclusion sociale, tout en offrant aux gens les moyens de comprendre les lieux où ils vivent, travaillent, font leurs courses et se rencontrent. En développant le concept de spatialisation de la culture, elle s'appuie sur plus de vingt ans de recherche pour examiner la production sociale, la construction sociale, les approches incarnées, discursives, émotionnelles, affectives et translocales. (Setha M. Low, *Spazialing culture the ethnography of space and place* – 2016)

Hypothèses relatives aux forces anthropiques

Comme nous l'avons évoqué dans les chapitres précédents, les modes de vie et modes d'habiter un territoire forment ensemble une majeure partie des gros leviers d'action pour réduire consommation d'énergie et des émissions carbone et GES qui ne sont pas soutenables dans une seule planète. Ainsi les hypothèses retenues pour tester l'efficacité de notre discours dans cet exemple de prototype multi-site en lien avec les pratiques agricoles du Haut Oesling sont localisés dans le Gutland sud. Ici différents -scapes se côtoient.

Cette partie de l'aire d'influence urbaine de Luxembourg-ville est très prisée des Luxembourgeois qui privilégient massivement l'habitat rural 90% (villa isolée) à l'habitat urbain en ville, le mitage d'un territoire agricole au potentiel productif similaire à celui observé dans le Haut Oesling y intensifie les clivages entre monde rural et monde urbain. Ce clivage a même atteint un état de paroxysme « not in my backyard » assimilable à deux réalités digitales encodées différemment. Du point de vue de la consommation par exemple, il est plus aisé de faire ses courses dans le centre commercial de la Clôche d'Or que de trouver une pomme de terre locale dans une épicerie de quartier. Cet état de fait rend ces hameaux très peu villageois dans leurs métabolismes.

Les deux leviers d'actions transport et habitat sont de loin les plus efficaces à l'échelle du territoire fonctionnel. Du point de vue de l'habitat, une revalorisation des sols fertiles peut-être largement encouragée par une politique généralisée

No Land Take ! Le tissu urbain du Gutland sud-est très lâche, et peut accueillir de manière opportuniste des fonctions de forte intensité urbaine ponctuelles, mais captables de catalyser rapidement de nouvelles pratiques. (tourisme, achat et consommation directe à la ferme par exemple, ou encore micro-coworking, Fab-lab etc.)

Du point de vue du transport, il existe déjà un très haut potentiel de transformation des pratiques dans ce territoire dû à sa faible intensité urbaine et à la présence isotrope du paysage. Avoir su préserver le paysage, même s'il est devenu plus ornemental que productif est aujourd'hui la ressource la plus précieuse d'un territoire pour un projet de transition. Le non-bâti est sans aucun doute la réserve foncière qui aura le plus de valeur en 2050. La taille du territoire et les modes de vies relatifs au ruralscape et digiscape prédisposent le Gutland Sud à un déploiement massif des modes actifs à travers un paysage qui contribuera via des systèmes d'accompagnement paysagers à une augmentation de la biodiversité.

5.3.3. EFFET REBONDS ET CONTRÔLE DE LA CIBLE À ATTEINDRE

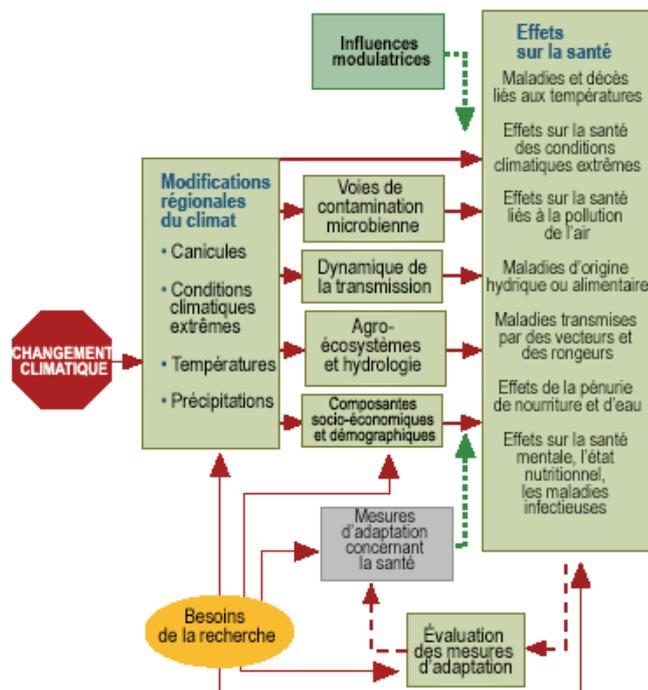
La gestion du changement est le grand défi d'un projet de transition. Certaines mesures telles que les politiques en faveur du développement de la e-mobilité par exemple ont inévitablement des répercussions sur la production d'énergie électrique et donc d'émissions CO₂, si la source de production reste non maîtrisée. C'est cet effet rebond qu'il est important de monitorer pour chaque mesure, chaque site et chaque prototype.

5.3.4. LES CHOIX DE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉNERGIE DÉTERMINENT ÉGALEMENT LA SANTÉ HUMAINE.

Nous avons abordé les leviers d'aménagement touchant aux modes de vie, sous l'angle de la consommation d'énergie et de la santé. Il est bien évidemment possible de réaliser une analyse similaire pour la production et la distribution d'énergie.

Exemple de vulnérabilité des réseaux électriques et électroniques :

Une éruption solaire frappant la Terre, de l'ampleur de celle observée en 1859 (l'événement de Carrington), est estimée pouvoir se produire à une fréquence d'environ une fois tous les 150 ans. Les dégâts occasionnés par une telle éruption au réseau électrique et les perturbations aux télécommunications sont considérés comme potentiellement immenses, pouvant « renvoyer la civilisation contemporaine à l'ère pré-industrielle », avec toutes les conséquences sur l'état de santé induites par les dysfonctionnements des structures sanitaires, les risques de disruption des approvisionnements alimentaires...



Selon les modèles de transition envisagés, les regards sur la production / distribution / consommation d'énergie peuvent aussi avoir des impacts sur la santé très différenciés. Par exemple, un modèle visant l'autonomie énergétique à l'échelle locale (capacité d'une communauté locale, d'un quartier, d'un logement... à fonctionner en autarcie énergétique) peut aussi être vue comme un puissant facteur de bonne santé mentale, en se soustrayant à des aléas prospectifs de distribution d'énergie centralisée.

5.3.5. LA SANTÉ DANS L'ÉVALUATION DES PROCESSUS DE TRANSFORMATION DU TERRITOIRE

Santé, changement et réchauffement climatique

Le réchauffement climatique, et plus largement les changements climatiques à venir à horizon 2050 et au-delà, seront directement corrélés à l'ampleur des émissions de GES dans les prochaines années, et donc à la place accordée aux énergies carbonées.

Or le réchauffement climatique déjà à l'œuvre a des impacts forts et directs sur la santé humaine. L'Organisation mondiale de la santé rapporte ainsi que le changement climatique est responsable d'au moins 150 000 décès par an, chiffre qui devrait doubler d'ici à 2030 et atteindre 500 000 décès au niveau mondial à horizon 2050. Encore ces estimations peuvent sembler bien conservatrices face aux scénarios d'emballement climatique, conduisant à une disparition des écosystèmes actuels de la planète, où des zones entières de la Terre deviendraient de fait inhabitables... pour les humains et de nombreuses autres formes de vie.

Maladies infectieuses, vagues de chaleur, pertes de productivité agricole, asthmes et autres maladies respiratoires... sont autant de facteurs qui impacteront la santé humaine au fur et à mesure du réchauffement climatiques ; si les pays en voie de développement seront particulièrement touchés, les pays les plus développés seront également impactés, à l'image des vagues caniculaires. Par exemple : une estimation, fondée sur l'analyse de la série mensuelle des décès, corrigée des variations saisonnières et faite par l'Observatoire démographique européen (ODE), estime à 55 le nombre de décès provoqués par la canicule d'août 2003 au Luxembourg, soit une surmortalité de 16%.

Pour prendre un exemple concret : pour que chacun fasse les 30 minutes d'exercice quotidien recommandé par l'OMS par une marche dynamique, il est nécessaire que l'environnement dans lequel on évolue soit conçu et donne envie de marcher, d'où le développement de la notion de « marchabilité » ; pour autant, ce n'est pas suffisant, c'est sur cette base à chacun d'adopter un mode de vie au quotidien intégrant ces fameuses « 30 minutes de marche active ».

5.3.6. BIODIVERSITÉ

Aménagements du territoire et des modes de vie : les impacts sur la santé

Le concept « d'urbanisme favorable à la santé » a maintenant émergé depuis plusieurs années ; de manière synthétique, il part du principe que des paramètres maîtrisables dans les choix d'urbanisation (habitat, activité économique, mobilités, espaces publics...) sont autant de déterminants essentiels de la santé de ceux qui en sont les usagers et les citoyens.

Rendre une ville « marchable », assurer une connexion quotidienne avec les espaces naturels pour les urbains pour y pratiquer de l'activité physique et/ou se ressourcer mentalement, disposer de logements sains... sont en effet autant de choix d'aménagement dont il a été prouvé qu'ils contribuent, toutes choses égales par ailleurs, à la santé physique, mentale, et sociale. Or on peut constater que ces choix d'aménagement de l'espace n'ont de sens que pensés comme leviers de changement, plus ou moins incitatifs, en faveur de modes de vie favorables à la santé.

6. Retourner le sablier

6.1. Roadmap de la transition t0-2050

Après avoir utilisé le backcasting pour construire les étapes de la transition, nous retournons une nouvelle fois le sablier pour construire une roadmap de la transition qui décrit les marches d'escalier à suivre pour décarboner le territoire. A ce stade, il s'agit des principaux leviers d'actions et de leurs impacts sur la réduction de la consommation énergétique et des émissions carbone.

6.1.1. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Il est important de souligner que tous les potentiels de réduction et de captation calculés dans ce rapport se réfèrent à la situation existante et non à un scénario projeté qui prenne en compte la consommation supplémentaire par le biais de nouveaux bâtiments, de mobilité ou d'emplois supplémentaires. Des mesures sont également nécessaires dans ce domaine (par exemple pour les nouveaux bâtiments) et doivent nécessairement présenter un bilan carbone neutre (pas d'énergie fossile et de gaz à effet de serre supplémentaires).

Il faut distinguer les effets théoriques des effets réels. Pour des raisons sociales, nous estimons les potentiels de diminution (-) à en pourcentage de la consommation totale d'énergie (non renouvelable) par la lettre **E** et les gaz à effet de serre par **GES**.

Il est également important de savoir quand l'effet peut être attendu. Par exemple, si les places de parking pour les voitures sont réduites, alors toutes les places de parking ne peuvent pas être supprimées en quelques mois. En outre, les gens doivent d'abord changer leurs habitudes. Cela ne se fera pas non plus du jour au lendemain. L'effet est donné à court terme (1-2 ans), moyen terme (2-7 ans) ou long terme (8-20 ans). Par exemple, le long terme signifie que tout le potentiel peut être réalisé après 8 à 15 ans. Cela signifie que le potentiel sera épuisé vers 2040 et que le plein effet devrait se produire à partir de cette date.

Le besoin d'investissement est indiqué dans les dépenses. Cela montre quel effort budgétaire doit être fait par les mesures de la part du public **Pu** et / ou du privé **Pr**. Une distinction est faite entre faible (aucune augmentation budgétaire nécessaire), moyen (peut être pris en compte dans le budget financier sans réaffectation du budget) et élevé (les dépenses se font au détriment des autres dépenses).

Pénurie d'approvisionnement dans les stations-service : La demande peut être ralentie en réduisant le nombre de stations-service ou leurs heures d'ouverture. Cette action doit être coordonnée dans tout le pays. Les stations d'essence (également en libre-service) ne doivent pas être disponibles à des périodes plus longues (week-end, nuit, midi).

- Potentiel : **E** : 5%-10% / **GES** : 5% - 10%
- Effet : moyen à long terme
- Dépenses : moyennes (indemnisation des propriétaires de stations-service)

Adaptation des infrastructures de transport : Le Luxembourg dispose d'un réseau routier largement surdimensionné avec de nombreuses routes de grande capacité. Ceux-ci permettent des progrès rapides et absorbent une grande partie de la capacité de trafic. Cela crée des incitations à trop de TIM. L'attractivité peut être réduite par un routage ciblé du trafic, une réduction des zones de circulation, d'autres réglementations. Une partie de l'espace existant peut être utilisée pour les transports publics (voies de bus / tram) et pour les MD (réseau de vélos avec droit de passage).

- Potentiel : **E** : 5%-10% / **GES** : 5% - 10%
- Effet : moyen à long terme
- Effort : moyen à grand (selon l'effort de construction)

Promotion de l'e-mobilité : La conversion des transports individuels motorisés (TIM) à partir de moteurs à combustion ou d'énergie électrique. La technologie et la flotte de véhicules sont disponibles aujourd'hui. En raison des mesures d'incitation et de l'interdiction des moteurs à combustion, seuls les véhicules immatriculés au Luxembourg peuvent être transformés. Par conséquent, seul le potentiel réduit de la consommation de carburant est affecté, à savoir une grande partie de l'énergie consommée au Luxembourg.

- Potentiel : **E** : 10 à 20 % / **GES** : 10 à 20 % (Attention au rebond, uniquement si l'électricité est renouvelable. Les centrales éoliennes de la mer du Nord pourraient fournir de l'énergie).
- Effet : court à moyen terme
- Effort : moyen (en fonction du niveau des incitations)

Réduction du transport motorisé privé par des mesures fiscales (sans mesures fiscales) : Réduire les possibilités de stationnement à l'origine et à la destination. Par exemple, pas de stationnement gratuit sur les lieux de travail, dans les centres commerciaux et dans les centres urbains. Réduire le stationnement public en tant que tel. Adaptation des lois sur la construction pour le nombre de places de parking privé possibles (nette réduction). Interdiction de louer des places de parking privées à des tiers (tiers = personnes qui ne travaillent pas et n'habitent pas sur le terrain). Épuisement des mesures d'aménagement du territoire.

- Potentiel : **E** : 5 %-15% / **GES** : 5 %-15%
- Effet : moyen à long terme
- Effort : faible

PPP (partenariat public-privé) Société – État : Les entreprises s'engagent à orienter le trafic de banlieue vers les transports publics / MD (mobilité douce) au moyen d'incitations. Ils offrent des incitations pour que les employés ne viennent

plus au travail en voiture. Des objectifs clairs sont négociés. Il y a un suivi et l'entreprise bénéficie d'avantages fiscaux spéciaux si les objectifs sont atteints.

- Potentiel : **E** : 15 %-25 % / **GES** : 15 %-25
- Effet : moyen à long terme
- Effort : moyen (en fonction du niveau des incitations)

6.1.3. LOGEMENT

Le Luxembourg a trop peu de logements et trop de navetteurs. Sur le plan économique, le Luxembourg est devenu une "sorte" de Singapour. Mais la (grande) structure urbaine fait défaut pour cette comparaison. Le Luxembourg doit continuer à se développer, les flux de navetteurs doivent diminuer et offrir à la main-d'œuvre internationale un mode de vie pittoresque et innovant. Pour ce faire, le centre de la ville de Luxembourg doit être plus dense et mieux organisé. La vie et le travail doivent être combinés. Les quartiers de maisons mitoyennes et unifamiliales n'ont pas d'avenir pour une qualité de vie urbaine pour les travailleurs tournés vers le monde.

Nouveaux objectifs d'aménagement du territoire : Les zones urbaines et rurales doivent être clairement séparées. L'expansion du logement doit être concentrée le long des axes centraux et des infrastructures de la ville. L'objectif doit être que le développement de la population et l'expansion de l'emploi n'occupent pas de surfaces supplémentaires et que les emplois ne donnent pas lieu à des transports privés ou publics supplémentaires.

- Potentiel : **E** : 10%-15% / **GES** : 10% - 15%
- Effet : à long terme
- Effort : faible (si aucune compensation n'est versée pour le rezonage)

Densifier les quartiers existants : Dans les centres de la ville de Luxembourg, les quartiers doivent être examinés pour leur qualité et cette qualité doit être accrue par une plus grande densité et une meilleure mixité. L'objectif est de réduire les distances, les déplacements, les offres locales plutôt que les centres commerciaux. Les installations de loisirs dans le quartier.

- Potentiel : **E** : 10%-15% / **GES** : 10% - 15%
- Effet : à long terme
- Effort : moyen (en tenant compte de la structure de propriété, éventuellement important)

Promouvoir la rénovation des bâtiments : Bestehende Programm für die Sanierung von Wohngebäuden in die Umsetzung zwingen. Ausbau der Förderung, gesetzliche Verpflichtungen (Sanierungspflicht), Verbot nicht erneuerbarer Energieträger.

- Potentiel: **E**: 15%-20% / **GES**: 20% - 25%
- Effet: moyen à long terme
- Effort: moyen à gros

Réglementation en matière de construction: Pour les nouveaux bâtiments, uniquement les énergies renouvelables et l'autoproduction d'énergie électrique par le solaire. Prescrire l'énergie solaire.

- Potentiel : 0, car cette énergie ou ce **GES** n'est pas encore consommé (empêche l'augmentation).
- Effet : moyen à long terme
- Effort : faible

Agence des régions rurales climatiquement neutres Luxembourg : Le Luxembourg compte un nombre disproportionné de petites communes rurales, qui présentent des structures et des conditions d'implantation différentes. Les communautés sont également souvent divisées en différents hameaux. Afin de mettre en œuvre des mesures efficaces et efficientes, il est nécessaire de prendre des mesures individuelles qui répondent aux situations spécifiques. Une agence (État ou PPP) doit déterminer la demande et les potentiels locaux (solaire, biomasse, géothermie, éolien) et élaborer des solutions avec la population.

- Potentiel : **E** : 10%-15% / **GES** : 10% - 15%
- Effet : à long terme
- Effort : moyen (en tenant compte de la structure de propriété, éventuellement important)

Agence Promotion des réseaux énergétiques locaux dans les zones urbaines : Les entreprises de services produisent généralement de la chaleur résiduelle qu'elles ne peuvent utiliser qu'en partie (par exemple, les systèmes de réfrigération). Seule la mise en réseau permet d'acheminer l'énergie du producteur à l'utilisateur. En outre, dans les propriétés existantes, il n'est pas toujours possible de se convertir aux énergies renouvelables, car les conditions d'espace ne le permettent pas. Souvent, la mise en œuvre des réseaux d'énergie et des énergies renouvelables échoue par manque d'initiative et de responsabilité. Une agence (État ou PPP) doit déterminer la demande et les potentiels locaux (solaire, biomasse, géothermie, éolien) et élaborer des solutions avec les propriétaires.

- Potentiel : **E** : 10%-15% / **GES** : 10% - 15%
- Effet : à long terme
- Effort : moyen (en tenant compte de la structure de propriété, éventuellement important)

6.1.4. TRAVAIL / ECONOMIE

Les employeurs individuels ont une part très importante de la consommation d'énergie. L'exigence et la situation sont très différentes. Des solutions individuelles sont nécessaires. Lors de l'implantation de nouveaux lieux de travail, les exigences en matière de consommation et de qualité de l'énergie doivent être intégrées dans les conditions.

Agence pour l'énergie et le climat Objectifs de l'économie : Accords individuels des entreprises sur les objectifs énergétiques et climatiques. Soutien et promotion des possibilités qui ne sont pas directement accessibles aux entreprises (mise en réseau énergétique, adaptation de l'aménagement du territoire pour concilier travail et vie privée, etc.) Système de bonus / malus pour les rapports annuels

- Potentiel : **E** : 10%-15% / **GES** : 10% - 15% (grand potentiel pour l'énergie électrique)
- Effet : moyen à long terme
- Effort : moyen à grand (selon le niveau des incitations)

Réglementation en matière de construction, d'énergie et de climat : Les entreprises nouvellement créées doivent remplir les conditions-cadres des objectifs énergétiques et climatiques de l'État. Les exigences sont définies dans les contrats et des sanctions sont imposées en cas de non-respect.

- Potentiel : 0, car cette énergie ou ce **GES** n'est pas encore consommé (empêche l'augmentation).
- Effet : court à moyen terme
- Effort : faible

Modèle de procédure : Si nous voulons remplacer les énergies non renouvelables par des énergies renouvelables et éviter ainsi d'ajouter du CO₂ au réchauffement climatique, il n'y a pas d'approche linéaire. Les mesures à prendre s'opposent les unes aux autres ou affaiblissent l'économie nationale et donc aussi la cohésion sociale. Afin d'éviter cela, les mesures doivent être évaluées dans le cadre d'un modèle de procédure et vérifiées quant à leur robustesse, leurs effets de rebond et leurs impacts sociaux. Les mesures d'un ensemble peuvent également avoir un potentiel plus important que si elles sont mises en œuvre individuellement.

En outre, un suivi et une supervision dans le temps sont nécessaires.

Les mesures sont regroupées en groupes thématiques, mais peuvent également avoir un effet sur plusieurs groupes thématiques.

6.2.Étapes clés, autres chemins possibles...

Comme l'ensemble de la réflexion développée dans les pages qui précèdent le démontre, le système territorial doit impérativement être modifié pour permettre à une société de construire son propre futur décarboné et résilient, mais ne permettra pas de parvenir à l'objectif de la neutralité carbone de manière isolé. Il est difficile d'influencer directement les modes de vie et de consommation qui déterminent de manière considérable les émissions, mais il est possible de créer les conditions que des alternatives puissent émerger. Par exemple, la consommation énergétique importante de l'économie du numérique et de la finance ne peut être que difficilement maîtrisée, mais peut tendre à une forme d'équilibre avec les pratiques territoriales. De plus, le vaste sujet de l'énergie grise mérite également un travail approfondi, en particulier sur la manière de la comptabiliser de manière efficace afin d'éclairer les choix collectifs.

Néanmoins, au fil de ses réflexions, nous avons identifié un certain nombre de pistes ou leviers tangentiels à la thématique choisie ou à son domaine central de compétence, et a souhaité les indiquer en conclusion, en vue d'ouvrir le débat.

Les modes d'habiter, tout d'abord : ce point sera probablement développé par d'autres équipes, mais comme indiqué en introduction la notion de « densité désirable » et de mixité de la ville de la proximité pourrait être un point à développer lors des étapes suivantes.

Le développement d'une économie circulaire et synergique est indispensable, incluant davantage le recyclage, les matériaux biosourcés, l'efficacité-matière, privilégiant des durées de vies d'objets plus longues, qui optimise avant tout les synergies positives.

Dans le registre de la gouvernance, une piste ressort plus particulièrement : l'application systématique du principe de subsidiarité permet de favoriser les expérimentations, de renforcer la capacité d'auto-organisation, et de développer les co-responsabilités, tous ces points étant des éléments fondamentaux de la mise en place de mécanismes sociaux de résilience.

En conclusion, il est difficile de concevoir la destination d'un voyage sans le chemin qui y mène, c'est pour cela que le futur peut sembler inabordable. Alors que ces mots sont écrits, à la toute fin de l'an 2020, penchons-nous un instant sur le chemin parcouru ces trente dernières années.

Au début des années 1990, le mur de Berlin venait de tomber et le premier burger vendu à Moscou fut un événement extraordinaire. La révolution numérique n'était encore qu'aux prémices de sa démocratisation. Pas d'ordinateur dans les foyers, encore moins d'internet. Il aurait été difficile d'imaginer que nous aurions tous eu une télévision et un ordinateur dans la poche il y a trente ans.

En revanche, il n'y a pas un seul chemin vers le futur, mais un réseau de possibilités infinies. Les changements du temps résultent de multiples actions qui peuvent être de l'ordre de l'opinion publique, de décisions politiques, des modes de vie, des transformations climatiques, des découvertes et inventions inhérentes à la recherche scientifique et au développement de nouvelles technologies. Cette étude illustre un possible chemin parmi tant d'autres. Un chemin qui pourrait nous mener à un monde sans pétrole.

7. Bibliographie

Banham, Reyner, Joe Day, and Anthony Vidler. Los Angeles: The Architecture of Four Ecologies. Berkeley Calif, Los Angeles, London: University of California Press, 2009.

Baudrillard, Jean. La société de consommation: ses mythes, ses structures. Vol. 35, Ed. 2003. Folio. Essais. Paris: Gallimard, 2003.

Berque, Augustin. Ecoumène: introduction à l'étude des milieux urbains. Mappemonde. Paris: belin, 2000.

Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, and Jorgen Randers. Les limites à la croissance (dans un monde fini): le rapport Meadows, 30 ans après. Initial(e)s DD. Paris: Rue de l'échiquier, 2012.

Fernández-Galiano, Luis, and Gina Cariño. Fire and Memory: On Architecture and Energy. Writing Architecture. Cambridge, Mass: MIT Press, 2000.

Foucault, Michel. L'archéologie du savoir. [Repr.]. Vol. 354, Nachdr. 2014. Tel. Paris: Gallimard, 2014.

Georgescu-Roegen, Nicholas, and Jacques Grinevald. La décroissance: entropie - écologie - économie. Nouvelle éd, [Deuxième éd.]. Les dossiers de l'écologie. Paris: Sang de la Terre, 1995.

Georgescu-Roegen, Nicholas. The Entropy Law and the Economic Process. [Third printing]. Cambridge, Massachusetts [etc.: Harvard University Press, 1976.

Hawkes, Dean. The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment. London [etc.: Spon, 1996.

Hein, Carola. "Oil Spaces: The Global Petroleumscape in the Rotterdam/The Hague Area." *Journal of Urban History* 44, no. 5 (September 2018): 887-929. <https://doi.org/10.1177/0096144217752460>.

Hopkins, Rob, and Hugh Fearnley-Whittingstall. The Transition Companion: Making Your Community More Resilient in Uncertain Times. F First Edition Used edition. White River Junction, Vt: Chelsea Green Publishing, 2011.

Hopkins, Rob. Manuel de transition: de la dépendance au pétrole à la résilience locale. Guides pratiques. Montréal: Ecosociété, 2012.

Hough, Michael. City Form and Natural Process: Towards a New Urban Vernacular. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

I. C. Laurie. Nature in Cities: The Natural Environment in the Design and Development of Urban Green Space. Chichester a.o: Wiley, 1979.

Ian L. McHarg. Design with Nature. [25 th anniversary edition]. New York: John Wiley & Sons, inc, 1995.

Jacobs, Jane, and Jason Epstein. The Death and Life of Great American Cities. 50th anniversary edition. New York: Modern Library, 2011.

- James E. Lovelock, Paul Couturiau, and Christel Rollinat. *La Terre est un être vivant: l'hypothèse Gaïa*. Vol. 283. Champs. Paris: Flammarion, 1993.
- Jancovici, Jean-Marc, and Alain Grandjean. *Le plein, s'il vous plaît!: la solution au problème de l'énergie*. Paris: Eddu Seuil, 2006.
- Labban, Mazen. *Space, Oil and Capital*. Vol. 20085224. *Routledge Studies in International Business and the World Economy*. Routledge, 2008. <https://doi.org/10.4324/9780203928257>.
- Landscapes of Energy*. Vol. 2. *New Geographies*. Cambridge, Mass: Harvard University Graduate School of Design, 2009.
- Latour, Bruno. *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*. Paris: Les empêcheurs de penser en rond, 2015.
- Lugli Emanuele, *The Making of Measure and the Promise of Sameness*, Chicago Press, 2019
- Maki, Fumihiko, et al., *Investigations in Collective Form*. Vol. Nr. 2. *The School of Architecture, Washington University : A Special Publication*. St. Louis: The School of Architecture, Washington University, 1964.
- Norberg-Schulz, Christian. *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. New York: Rizzoli, 1980.
- R. L. Knowles. *Energy and Form: An Ecological Approach to Urban Growth*. Cambridge a.o: MIT Press, 1974.
- Rabolli Pansera, Stefano. *Beyond Entropy: When Energy Becomes Form*. London: AA Publications, 2011.
- Roesler, Sascha, and Madlen Kobi. *The Urban Microclimate as Artifact: Towards an Architectural Theory of Thermal Diversity*. Basel: Birkhauser, 2018.
- Rossi, Aldo. *L'architettura della città*. [Ed. 2006]. Torino: CittàStudi, 2006.
- Servigne, Pablo, Raphaël Stevens, and Yves Cochet. *Comment tout peut s'effondrer: petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*. *Anthropocène Seuil*. Paris: Editions du Seuil, 2015.
- Servigne, Pablo. *Nourrir l'Europe en temps de crise: vers des systèmes alimentaires résilients*. Jambes: Nature et progrès, 2014.
- Sijmons, Dirk. *Landscape and Energy: Designing Transition*. Rotterdam: NAI, 2014.
- Spirn, Anne Whiston. *The Granite Garden: Urban Nature and Human Design*. New York: Basic Books, 1984.
- Steffen, Will, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney, and Cornelia Ludwig. "The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration." *The Anthropocene Review* 2, no. 1 (April 1, 2015): 81–98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>.
- T. J. Demos. *Against the Anthropocene: Visual Culture and Environment Today*. Berlin: Sternberg Press, 2017.
- The Shift Project, Zeynep Kahraman, André-Jean Guérin, and Jean-Marc Jancovici. *Décarbonons!: 9 propositions pour que l'Europe change d'ère*. Paris: Odile Jacob, 2017.
- von Uexküll J. *Milieu animal et milieu humain*. Rivages, 2010
- Watts, Michael. "Oil City: Petroleum Landscapes and Sustainable Futures." *Ecologie & politique* No 42, no. 2 (October 17, 2011): 65–70.

COLOPHON

RAUM404 GMBH

Herbartstrasse 3
CH - 8004 Zurich
www.raum404.ch
info@raum404.ch
+41 (0)44 510 33 93
Team: Lucile Ado, Oscar Buson et Giulia Scotto

BASE - PAYSAGE ET URBANISME

18/20 rue du Faubourg du temple
F - 75011 PARIS
www.baseland.fr
bv@baseland.fr
+ 33 1 82 83 33 00
Team: Hélène Coussedière, Frank Poirier, Maël Trémaudan, Bertrand Vignal

DREES & SOMMER

St. Alban-Vorstadt 80
CH - 4052 Basel
www.dreso.ch
thiebaut.parent@dreso.com
Team: Thiébaud Parent

BASLER & HOFMANN AG

Sennweg 2
CH-3012 Bern
www.baslerhofmann.ch
zuerich@baslerhofmann.ch
+41 44 387 11 22
Team: Dleter Bauer

TOPOS URBANISME

7 rue Zurlinden
CH - 1207 Genève
www.toposurbanisme.ch
michele.tranda@toposurbanisme.ch
+41 79 79 27 505
Team: Michèle Tranda Pittion

REMERCIEMENTS

Nos remerciements aux personnes qui ont contribué à enrichir ce rapport :

Emanuele Lugli, avec qui nous avons eu la chance de échanger à 6 heures du matin en directe depuis Stanford sur la question de la métrique !

Katia Nouri, Arnaud Finhol pour leurs contributions et leurs soutiens précieux,

Guillermo Dürig, Martha Bucci, Sophie Piticcio et Ciro Miguel pour les échanges enrichissants.

ZURICH, JANVIER 2021

8. Annexes

BLOC THÉMATIQUE _____ **HABITAT**

forces naturelles *du monde du vivant*

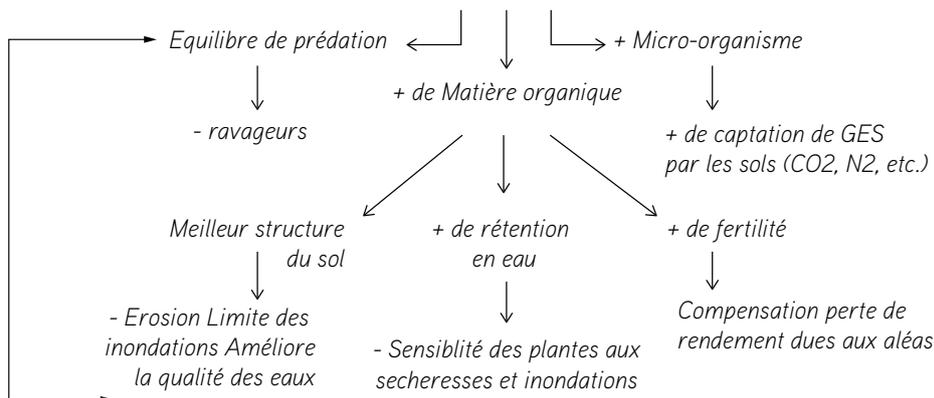
VALEUR CIBLE _____ **FERTILITÉ ET BIODIVERSITÉ DES SOLS**

ACTIONS _____ *+ de cultures intermittantes + de rotations - intrants - Travail du sol*



HYPOTHÈSE _____ **GARANTIR LA FERTILITÉ ET LA BIODIVERSITÉ DES SOLS**

IMPACTS DE L'HYPOTHÈSE SUR LE PROTOTYPE



CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS _____ *x tC capté / m2 impacté + y % biodiversité supplémentaire + z l d'eau dépolluée*

CONTROLE EFFET REBOND _____ *à évaluer*

IMPACT SANTÉ _____ *échelle de valeur relative de 1 à 10*

énergie anthropique *les scapes du territoire fonctionnel Luxembourgeois*

VALEUR CIBLE _____ **DENSIFICATION DU LOGEMENT**

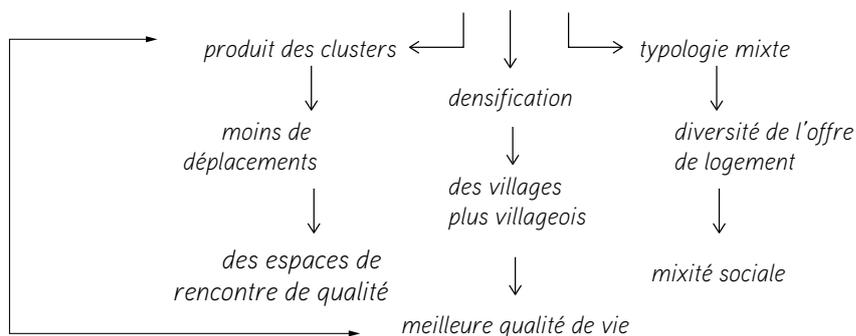
ACTIONS _____ *revalorisation du sol agricole politique sur l'usage du sol protection de l'environnement*



No land take!

HYPOTHÈSE _____

IMPACTS DE L'HYPOTHÈSE SUR LE PROTOTYPE



CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS _____ *diminution de la consommation dédié à l'habitat (- x TJ) + (-y T CO2 émis)*

CONTROLE EFFET REBOND _____ *à évaluer*

IMPACT SANTÉ _____ *échelle de valeur relative de 1 à 10*

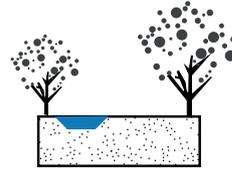
BLOC THÉMATIQUE _____ **MOBILITÉ**

forces naturelles *du monde du vivant*

VALEUR CIBLE _____ **ECOSYSTÈMES D'ACCOMPAGNEMENT**

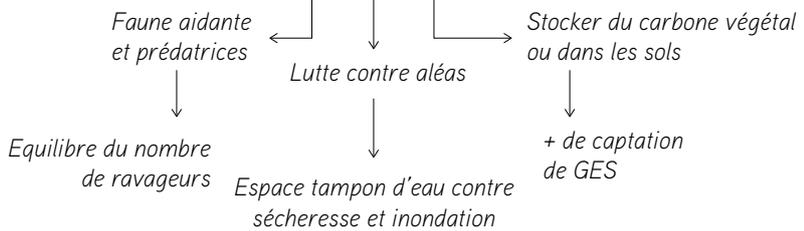
ACTIONS _____ *Creuser des fossés et marres planter des Haie planter des bosquets*

HYPOTHÈSE _____



Systematisé et encourage les mesures agroécologiques

IMPACTS DE L'HYPOTHÈSE SUR LE PROTOTYPE



CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS _____ *x tC capté / m2 impacté + y % biodiversité supplémentaire + z l d'eau dépolluée*

CONTROLE EFFET REBOND _____ *à évaluer*

IMPACT SANTÉ _____ *échelle de valeur relative de 1 à 10*

énergie anthropique *les scapes du territoire fonctionnel Luxembourgeois*

VALEUR CIBLE _____ **UN SYSTÈME DE TRANSPORT PUBLIC JUSQU'AU DERNIER KILOMÈTRE**

ACTIONS

relier les hameaux arborer les voies vertes développer les TC

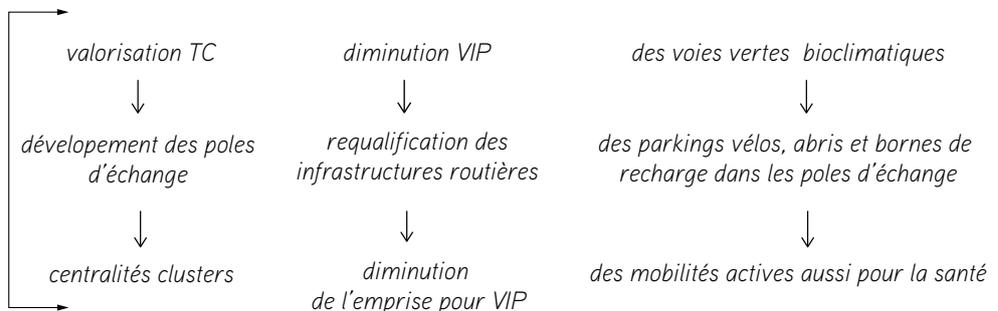
HYPOTHÈSES _____

un maillage efficace TC du dernier kilomètre

+

valorisation modes doux

IMPACTS DES HYPOTHÈSES SUR LE PROTOTYPE



CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS _____ *diminution de la consommation liée au transport (- x TJ) -y T CO2 émis + zt CO2 absorbée*

CONTROLE EFFET REBOND _____ *à évaluer*

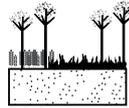
IMPACT SANTÉ _____ *échelle de valeur relative de 1 à 10*

BLOC THÉMATIQUE → **ALIMENTATION / CONSOMMATION**

forces naturelles *du monde du vivant*

VALEUR CIBLE → **VARIER LES CULTURES / TRANSFORMER L'ÉLEVAGE**

ACTIONS → *Agroforesteries TTCR - Biomasse Matériaux biosourcés Nouvelles rotations + de variété + de plein air*



HYPOTHÈSES

→ **Complémentarité des milieux
+ polyculture = résilience**

→ **Améliorer la santé et le bien être
des animaux, diminuer les GES**

**IMPACTS DES
HYPOTHÈSES SUR
LE PROTOTYPE**

+ biodiversité (sol)

Diversité de milieux

Diversité des recettes
économiques

+ rotations
en extérieur

Variation cheptel

- de ravageurs / maladies
- de plantes envahissantes
Amélioration de la
qualité paysagère

- de dépendance aux
variations marché et climat
Ouverture de nouveaux
marchés (circuits-courts,
énergie, bâti.)

+ fertilité
- maladie
- gestion bâti
- émission GES

- de maladie
+ de marché
économiques
accessibles

CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS → *x tC capté / m2 impacté + y % biodiversité supplémentaire + z l d'eau dépolluée*

CONTROLE EFFET REBOND → à évaluer

IMPACT SANTÉ → échelle de valeur relative de 1 à 10

énergie anthropique *les scapes du territoire fonctionnel Luxembourgeois*

VALEUR CIBLE → **VALORISER LES CIRCUITS COURTS**

ACTIONS → *création de marché locaux et de filières à l'échelle de la région fonctionnelle politique agricole revalorisée plus value des commerces de proximité*

HYPOTHÈSE



**locavore ! des produit de
consommation locaux**

**IMPACTS DE L'HYPOTHÈSE
SUR LE PROTOTYPE**

espaces publics plus grands

diversification

interrelation de voisinage

lieux de rencontre
et de respiration

revalorisation
du secteur rural

synergies
programmatiques

des espaces de
rencontre de qualité

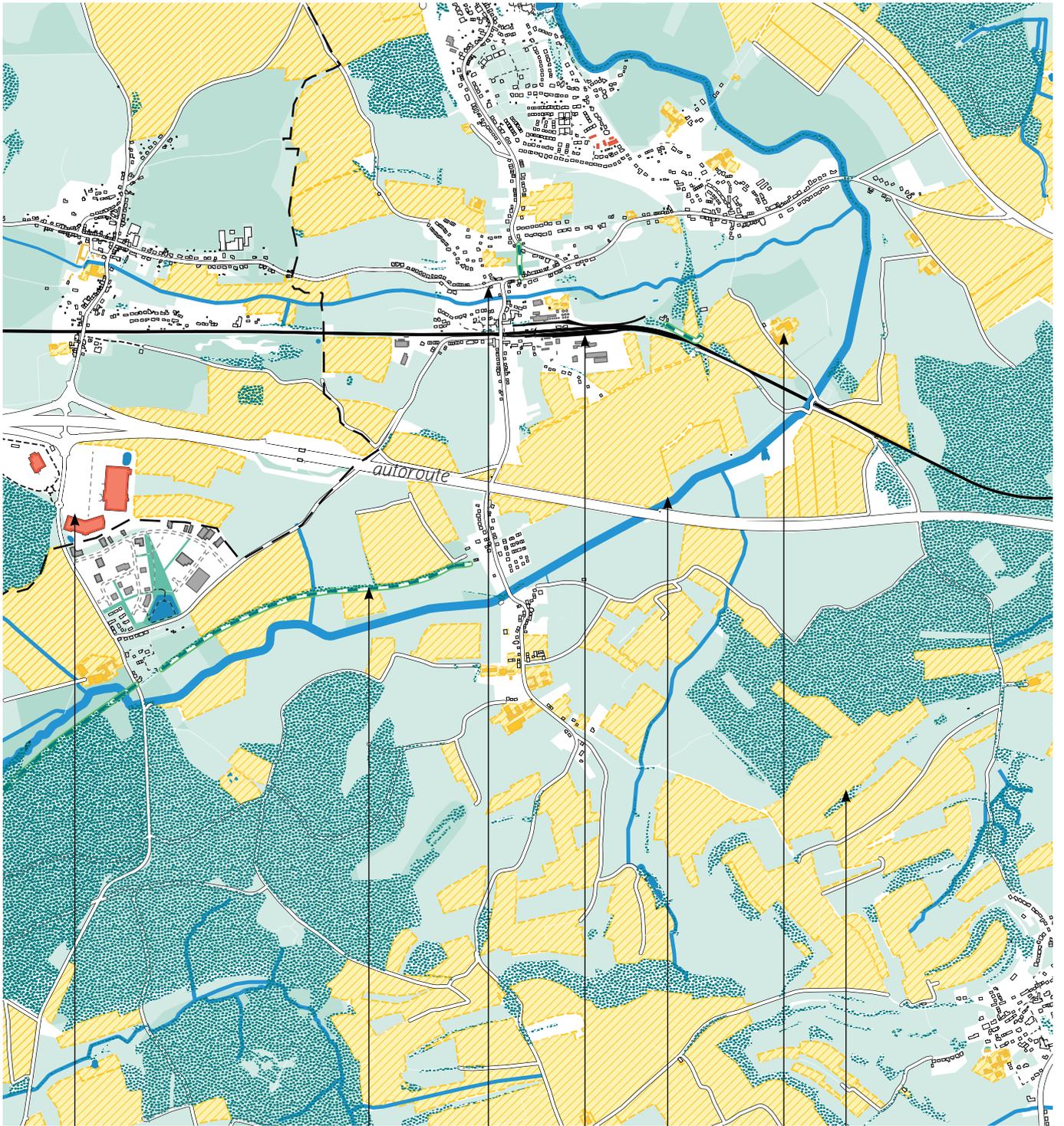
meilleure qualité de vie

nouveaux usages nouveaux
système d'échange

CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS → *diminution de la mobilité liée aux achats (- x TJ) + (-y T CO2 émis)*

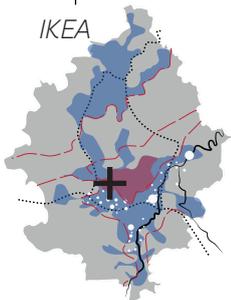
CONTROLE EFFET REBOND → à évaluer

IMPACT SANTÉ → échelle de valeur relative de 1 à 10



Zoom sur le territoire du Gutland Sud

IKEA



mobilité douce bioclimatique

No land take! maillage TC efficace

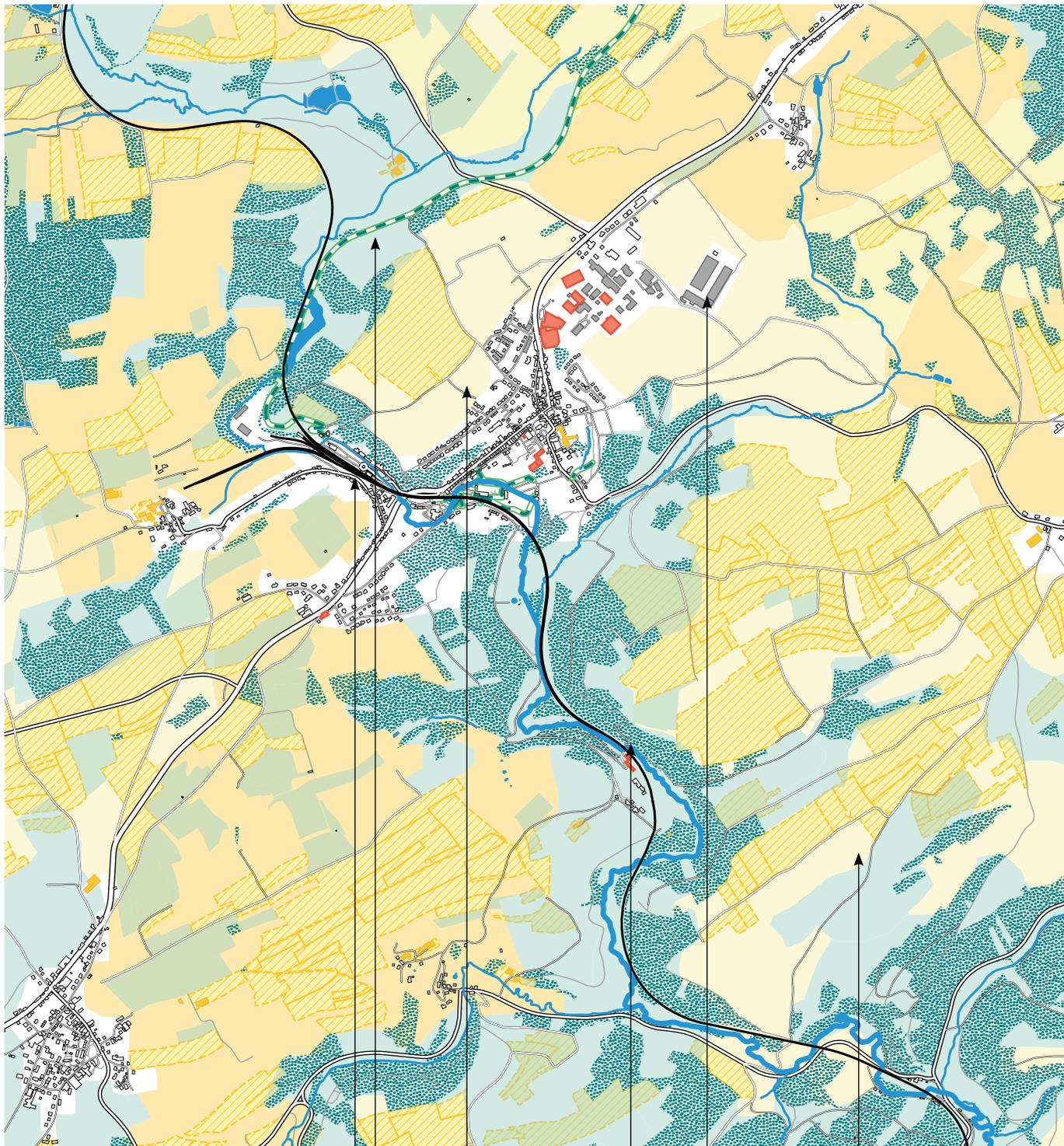
complémentarité des cultures

locavore

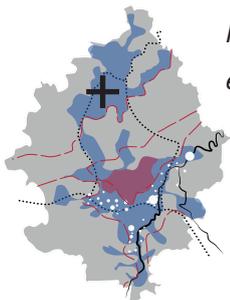
*Digiscape
Ruralscape et Liquidscape !*

*systématiser et encourager les
mesures agroécologiques*





Zoom sur le territoire du Haut Oesling



**Ruralscape
et Liquidscape**

maillage
TC efficace

mobilité douce bioclimatique

No land take!

systématiser et encourager les
mesures agroécologiques et
tourisme

services aux
agriculteurs

complémentarité des cultures

0 km

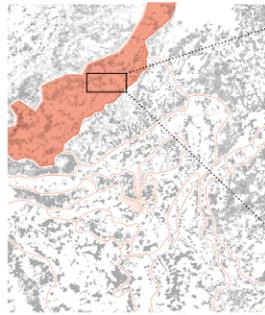
1km

2km

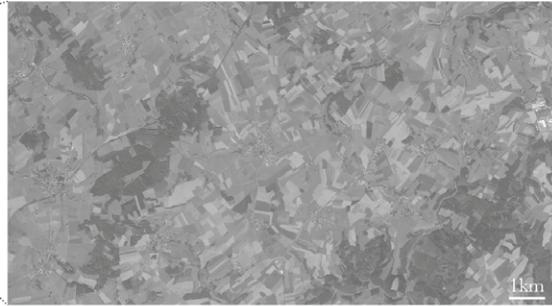
3km

LE HAUT OESLING

Héritages

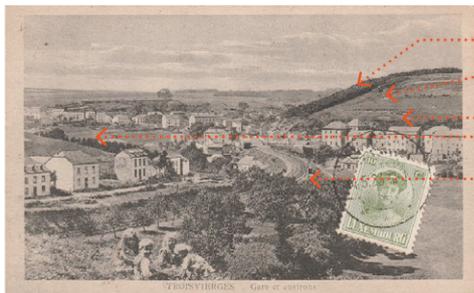


(fond : couvert forestier)

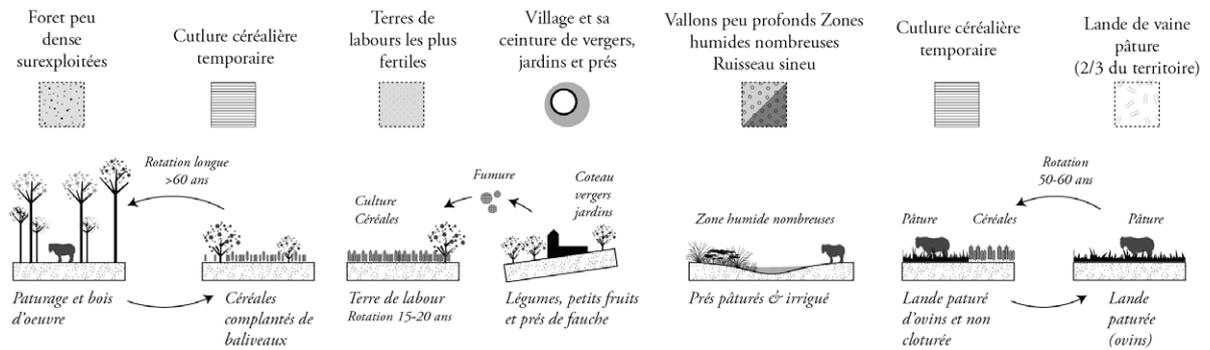
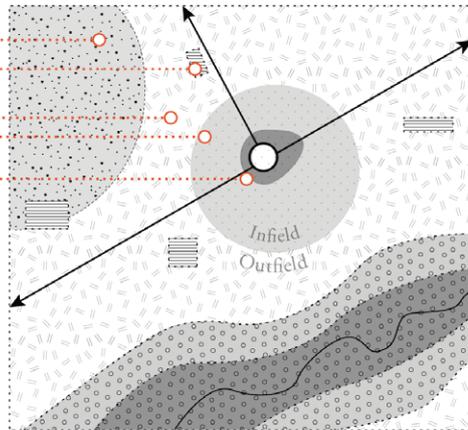


(fond : Goolge earth, commune de Troisvierges en 2019)

Territoire pré-XXe : système de relation équilibré et complémentaires Hommes - Milieux



Troisvierges vers 1910



Des transformations de plus en plus endogènes sur l'agriculture locale

Choc démographique

Choc industriel

Choc économique UE

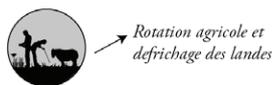
Changement climatique

1840-1860 augmentation population

1860-1950

1950-2000

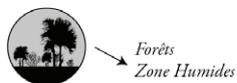
2020-.....



Engrais (sous-produit issue de la sidérurgie) -> raccourcissement des rotations
Connaissance et formation des agriculteurs
Modernisation -> Rationalisation + remembrement
Accords commerciaux (Zolleverein, UEBl)



Fin des pratiques communes de gestion
Individualisation de la pratique
Spécialisation en élevage bovins (concurrence du marché européens puis mondial)
Fin de la polyculture



Productivité agricole
Infrastructures et transports
Émigration au sud du pays (bassin minier)
Prémisse de la spécialisation agricole (nouveaux marchés : population ouvrière)



Homogénéisation des paysages
Limite plus franche entre espaces (clotures)
Perte de complémentarité prairies/forêts/villages/vallées

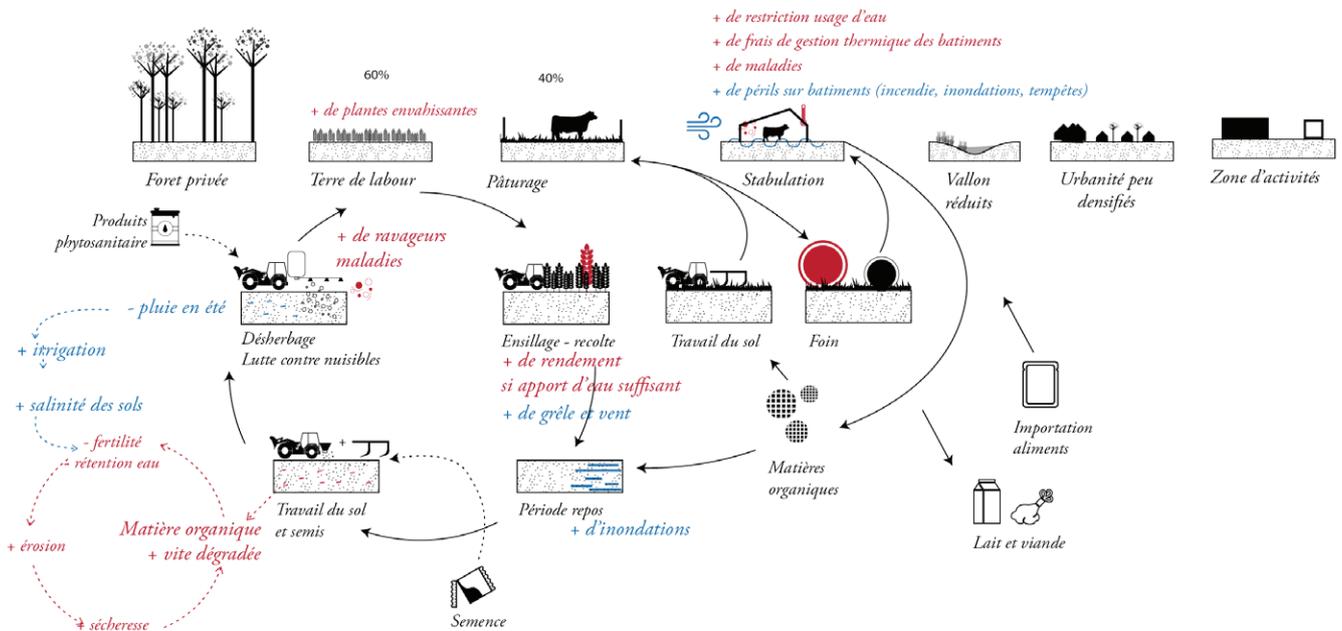
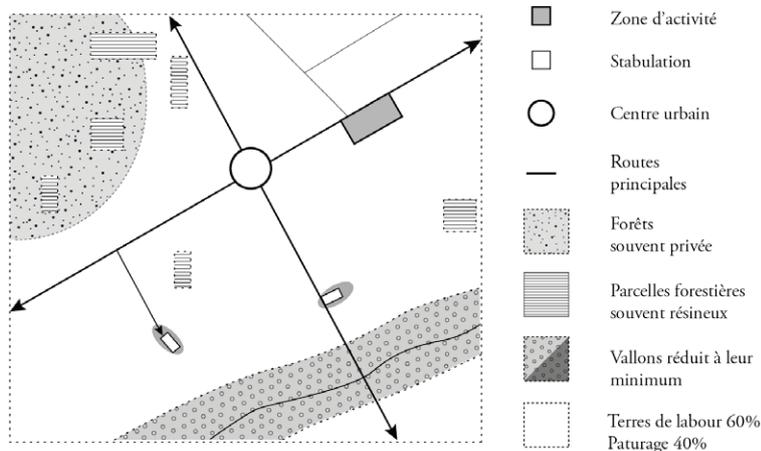
Forêts (pour les besoins de l'industrie)
Zone Humides

Zone Humides (drainage des vallées et zones humides)

LE HAUT OESLING

Aujourd'hui

Territoire XXIe : système carbonné d'espaces juxtaposés sans interrelations profondes



Perturbation du XXIe



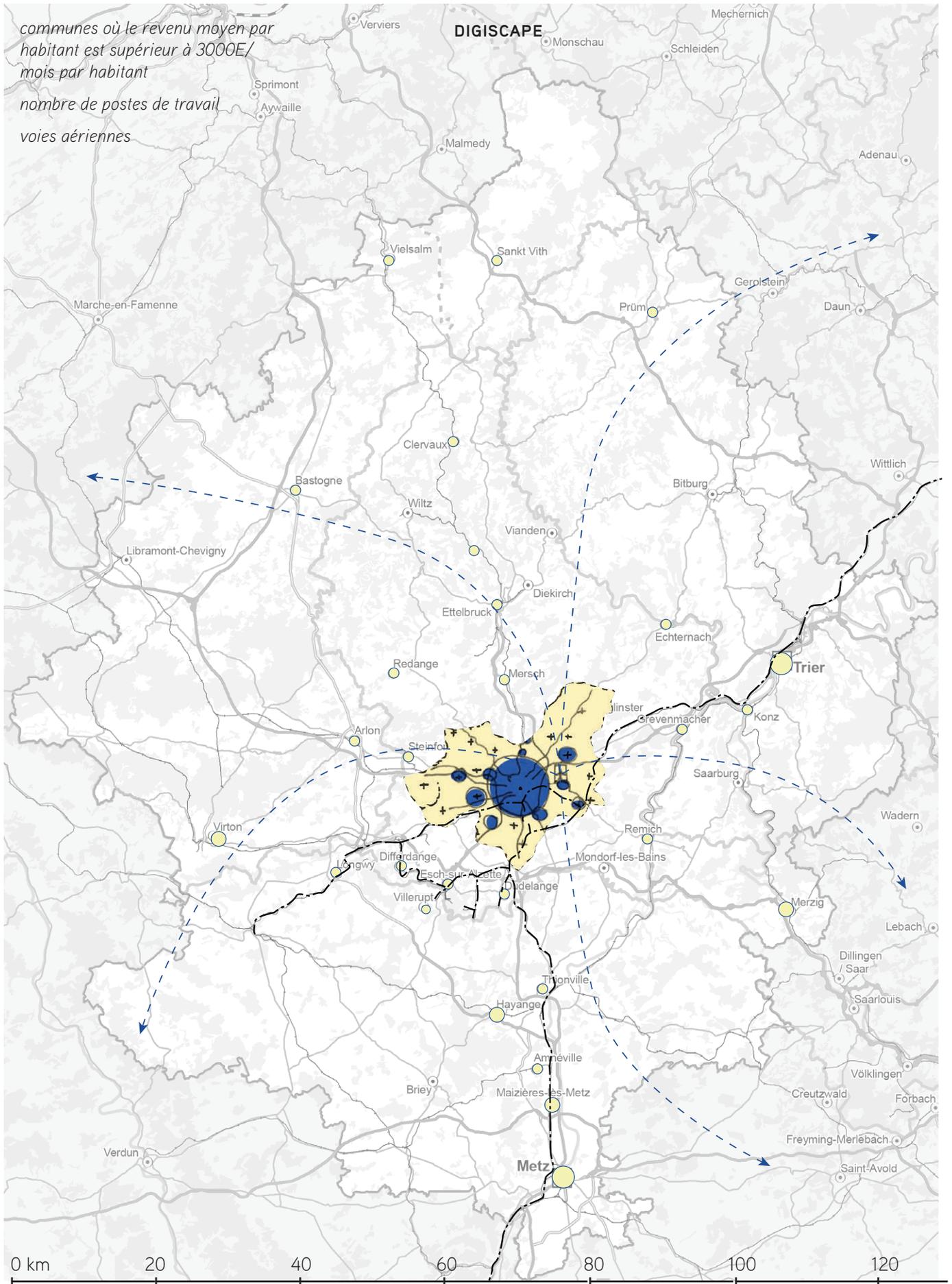
Peu de changement moyen
 + de pluies diluviennes
 + d'inondations
 périodes d'été plus longues

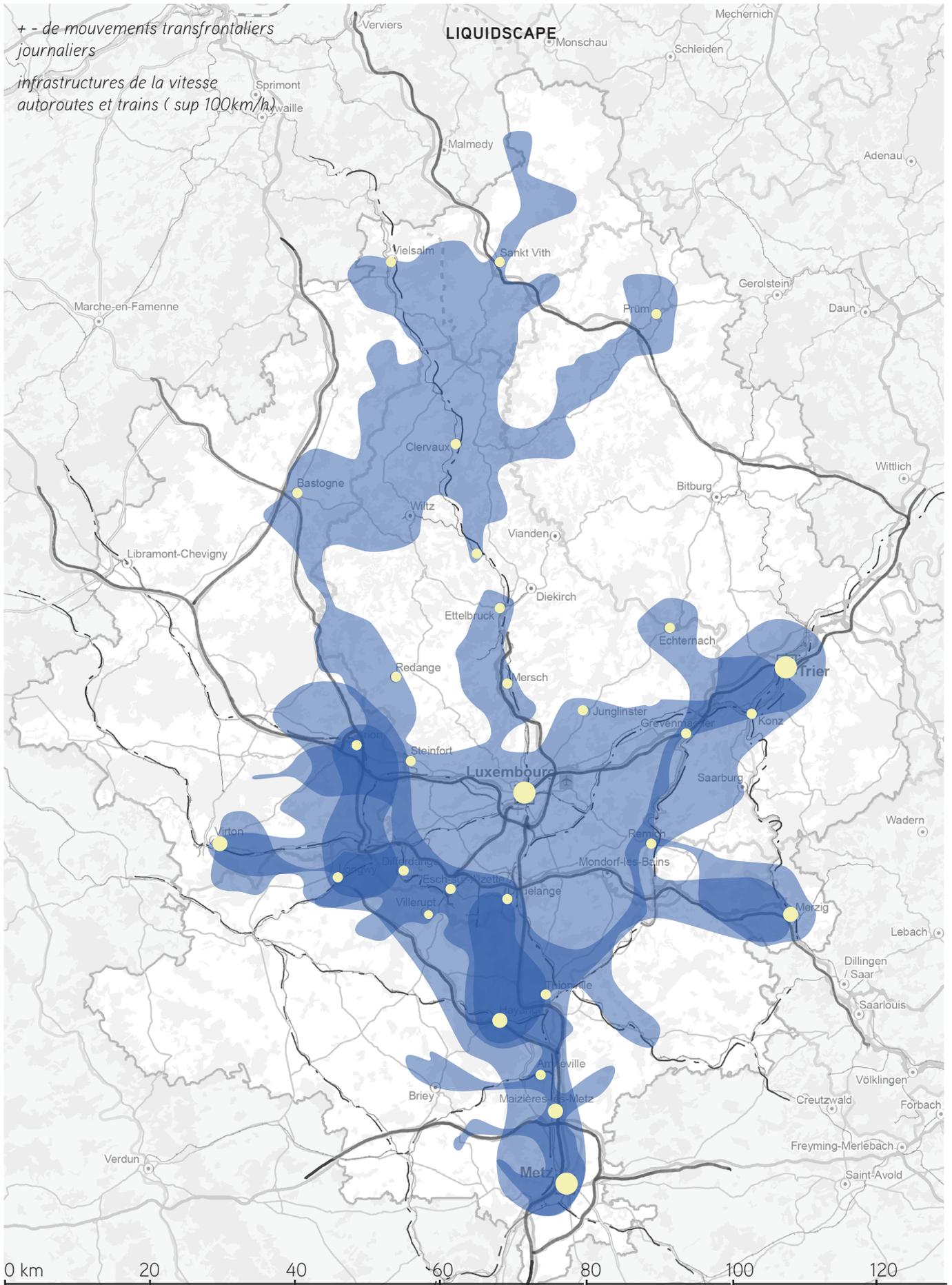


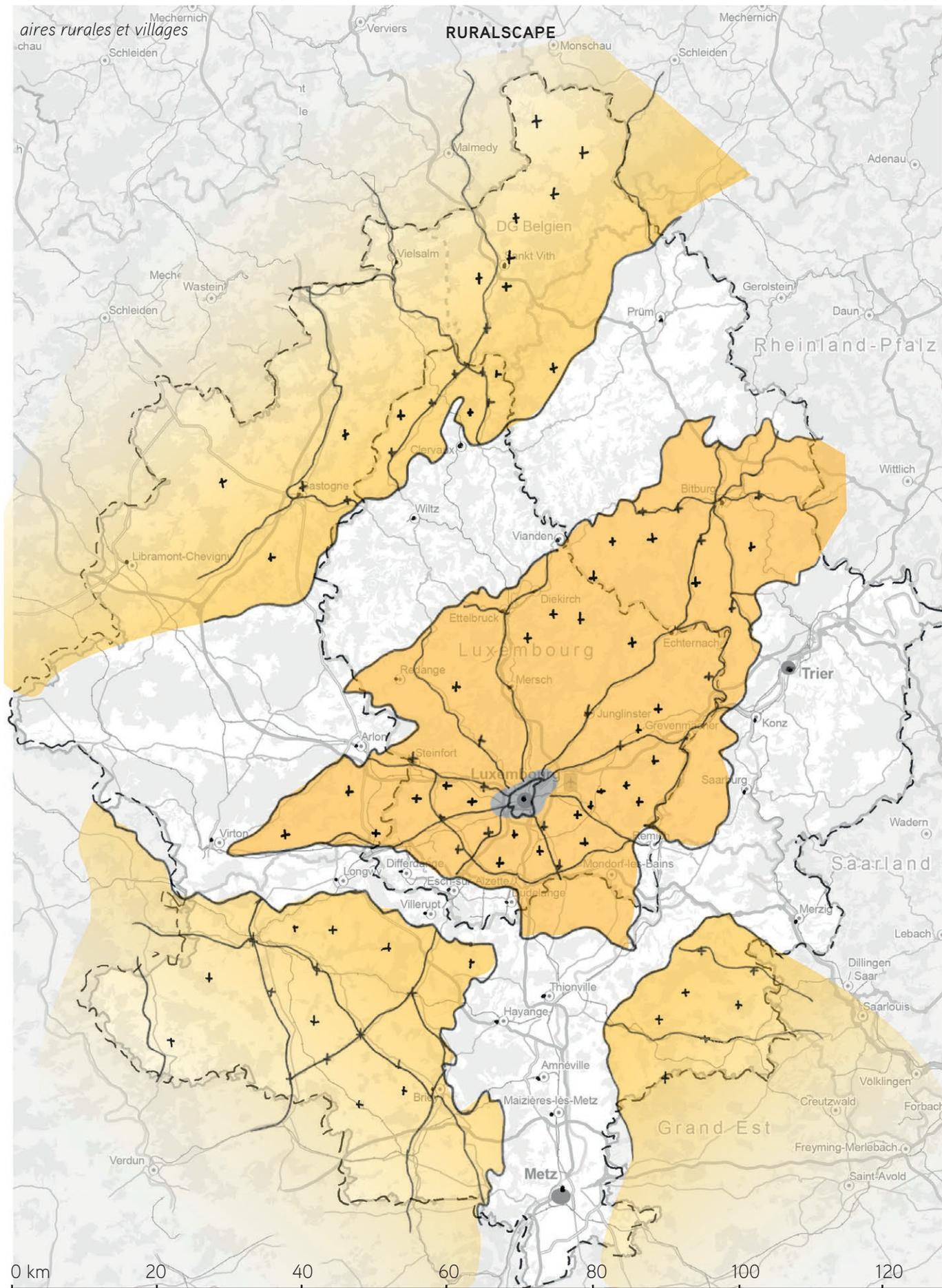
+2°C moyen
 + de sécheresse
 + de canicules
 et jours tropicaux

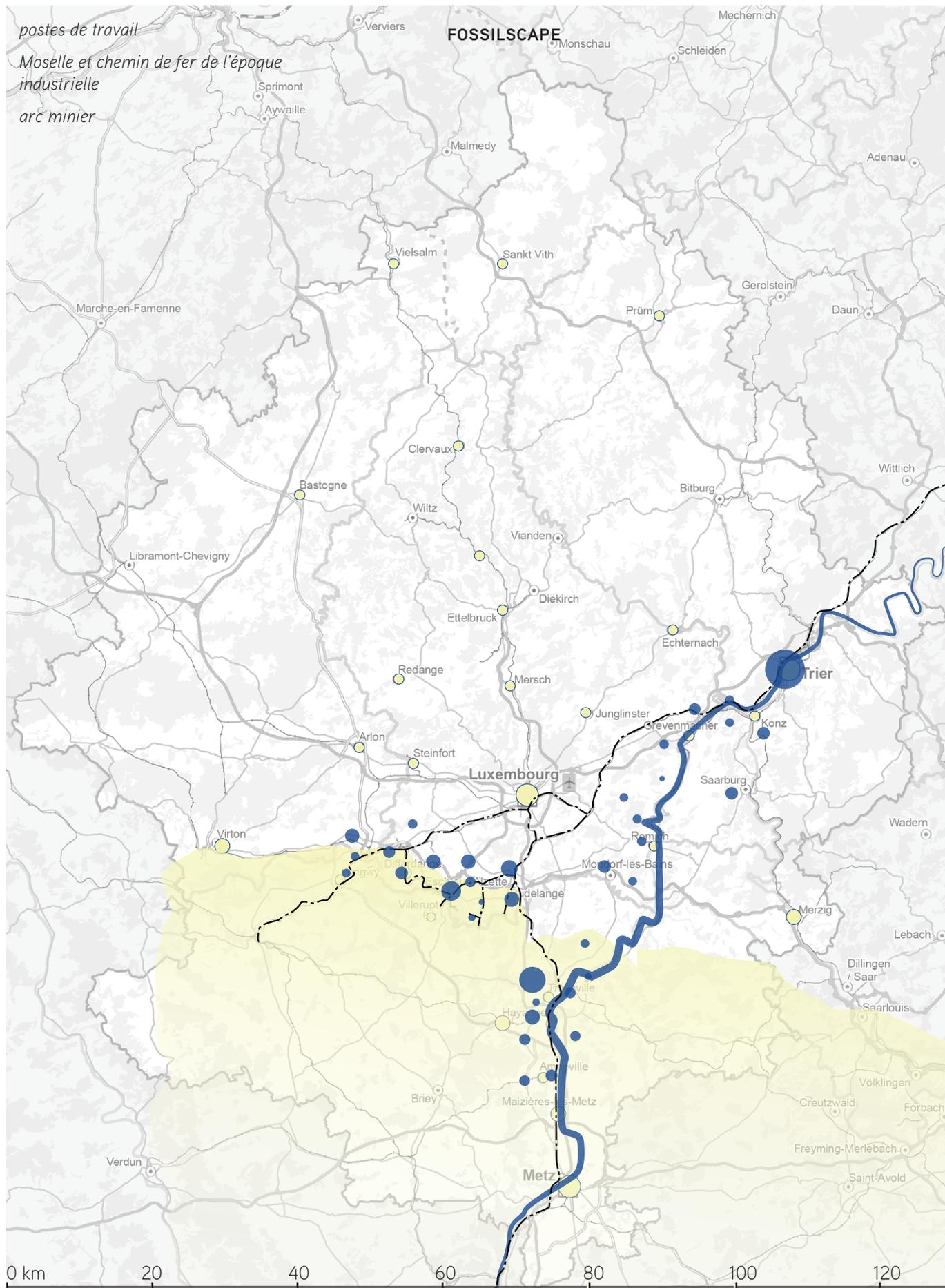


Aléas en augmentation :
 Force et fréquence
 Tempêtes, grêles, etc.

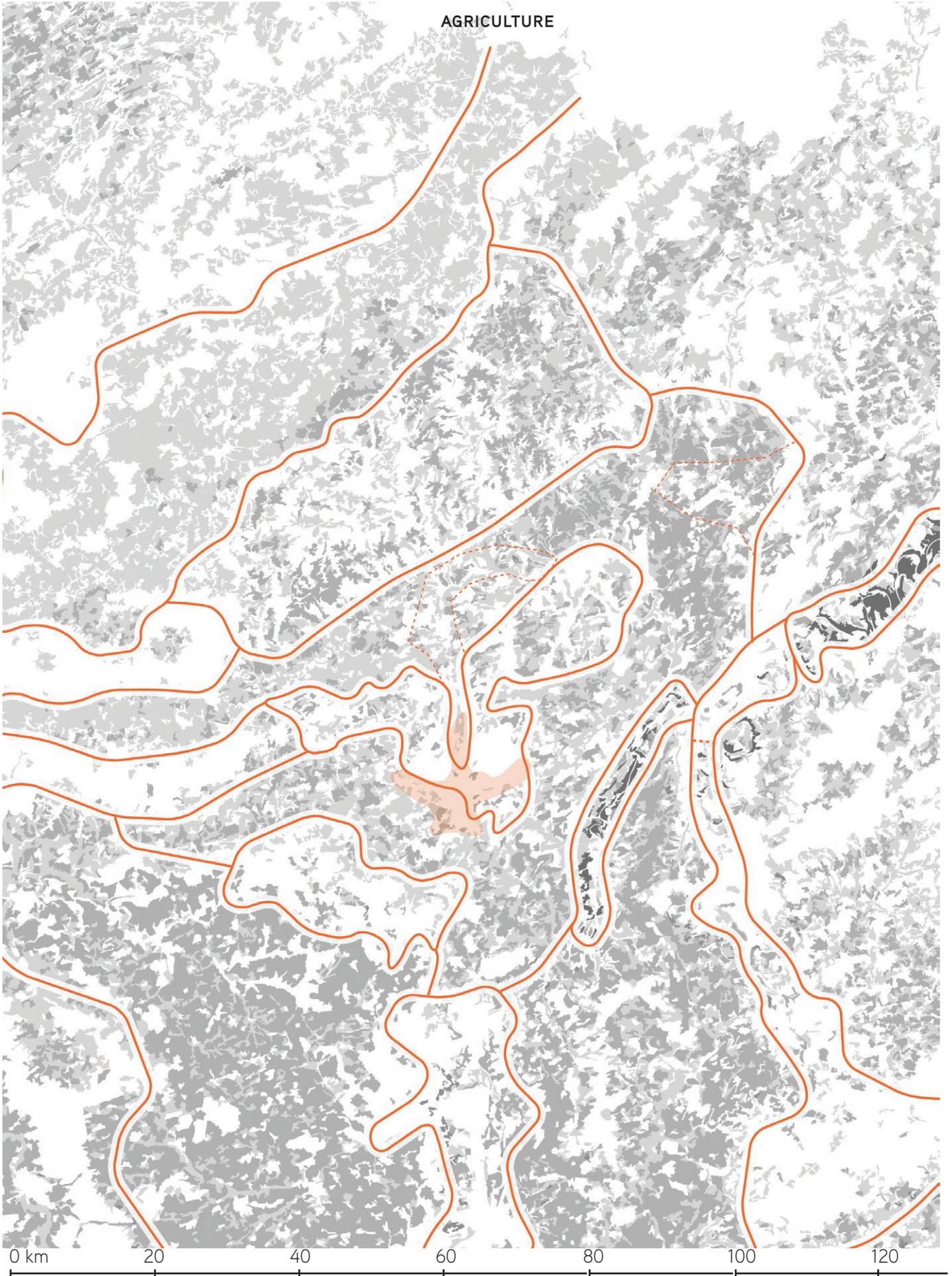








AGRICULTURE



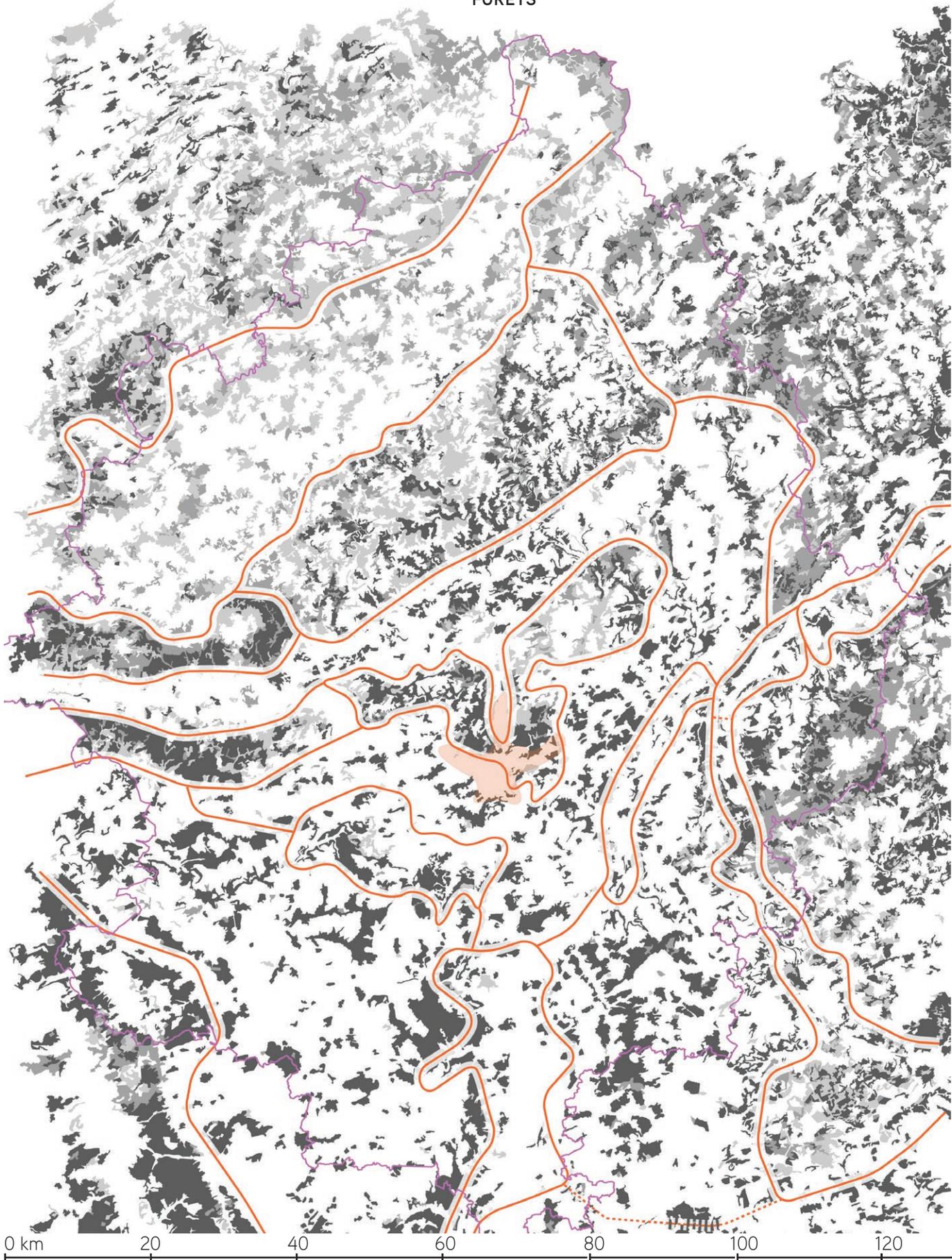
0 km 20 40 60 80 100 120

Terres de labours

Pâturages

Vergers et vignes

FORETS



Mixte

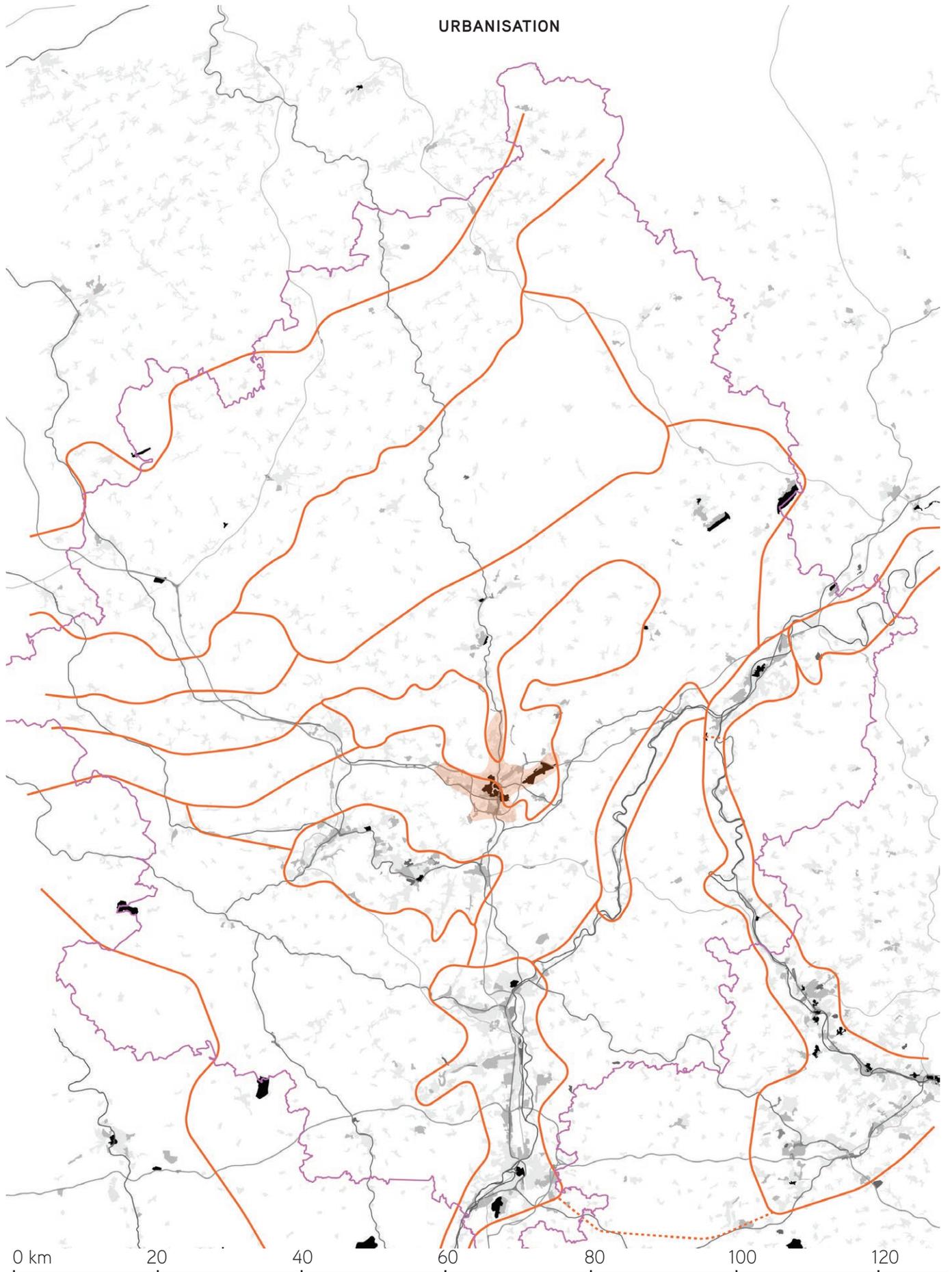


Conifères



Feuillus

URBANISATION



0 km

20

40

60

80

100

120

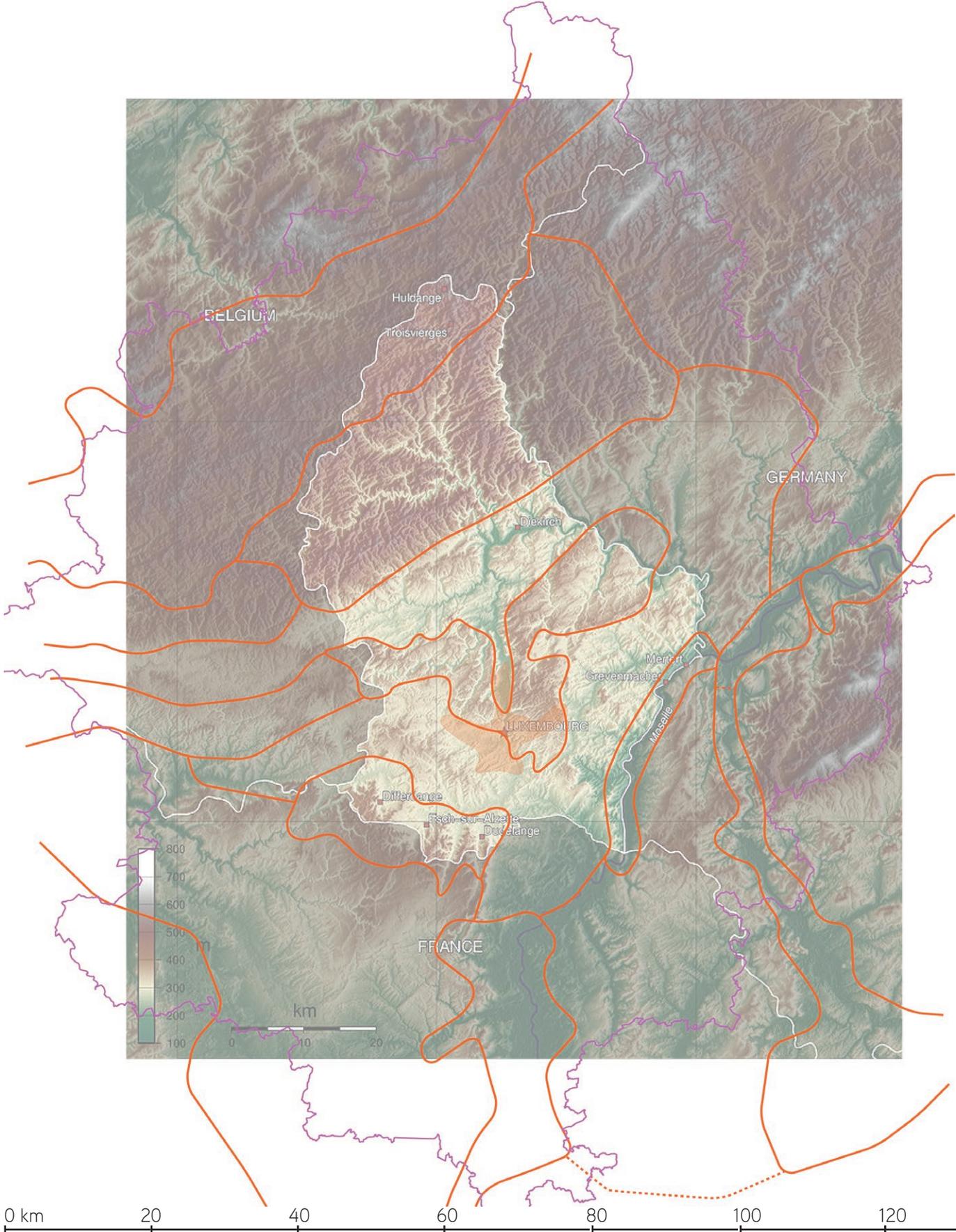
Urba. Diffus

88

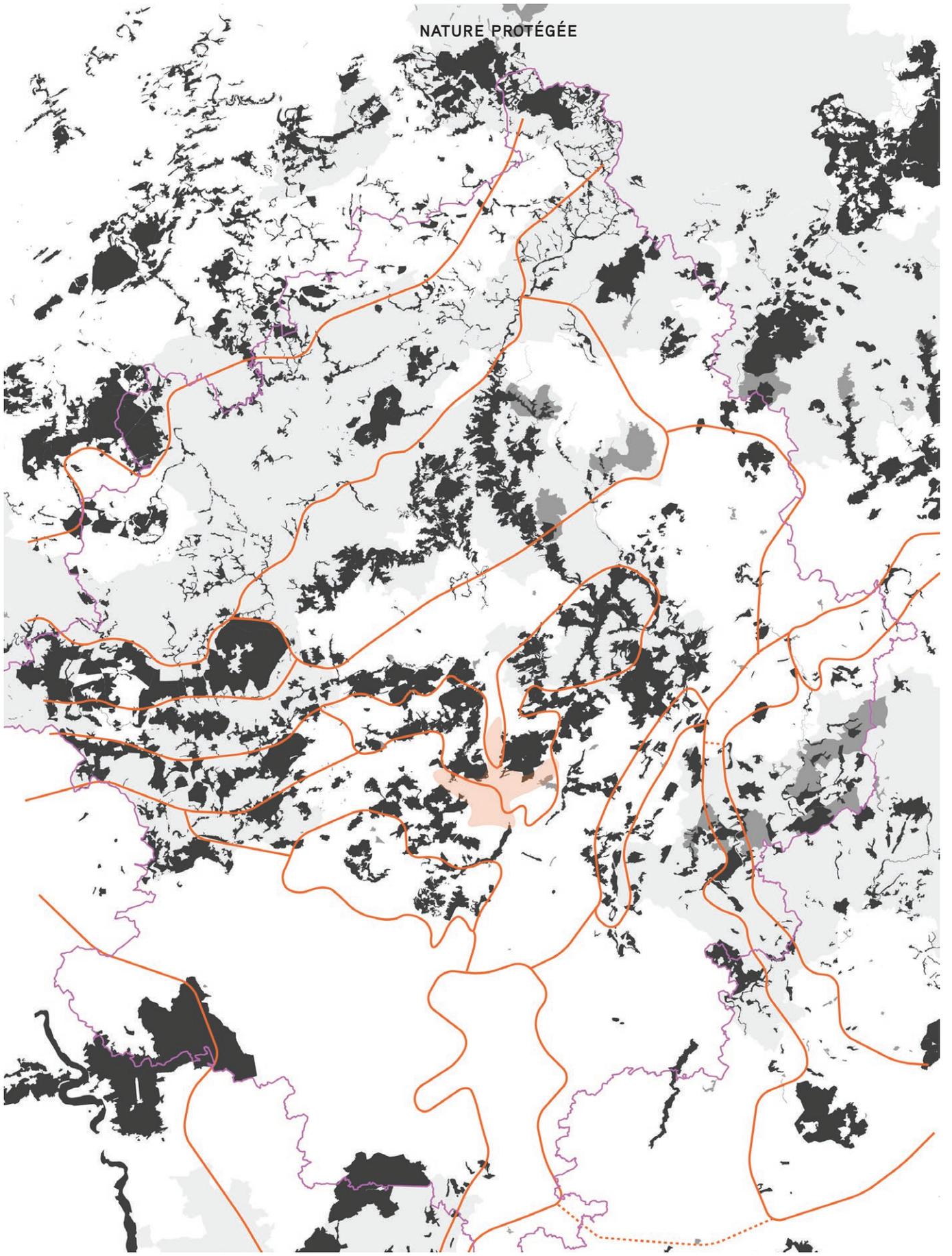
Zones indus. et
commerciales

Urba. dense et
aéroports

TOPOGRAPHIE



NATURE PROTÉGÉE



0 km

20

40

90

60

80

100

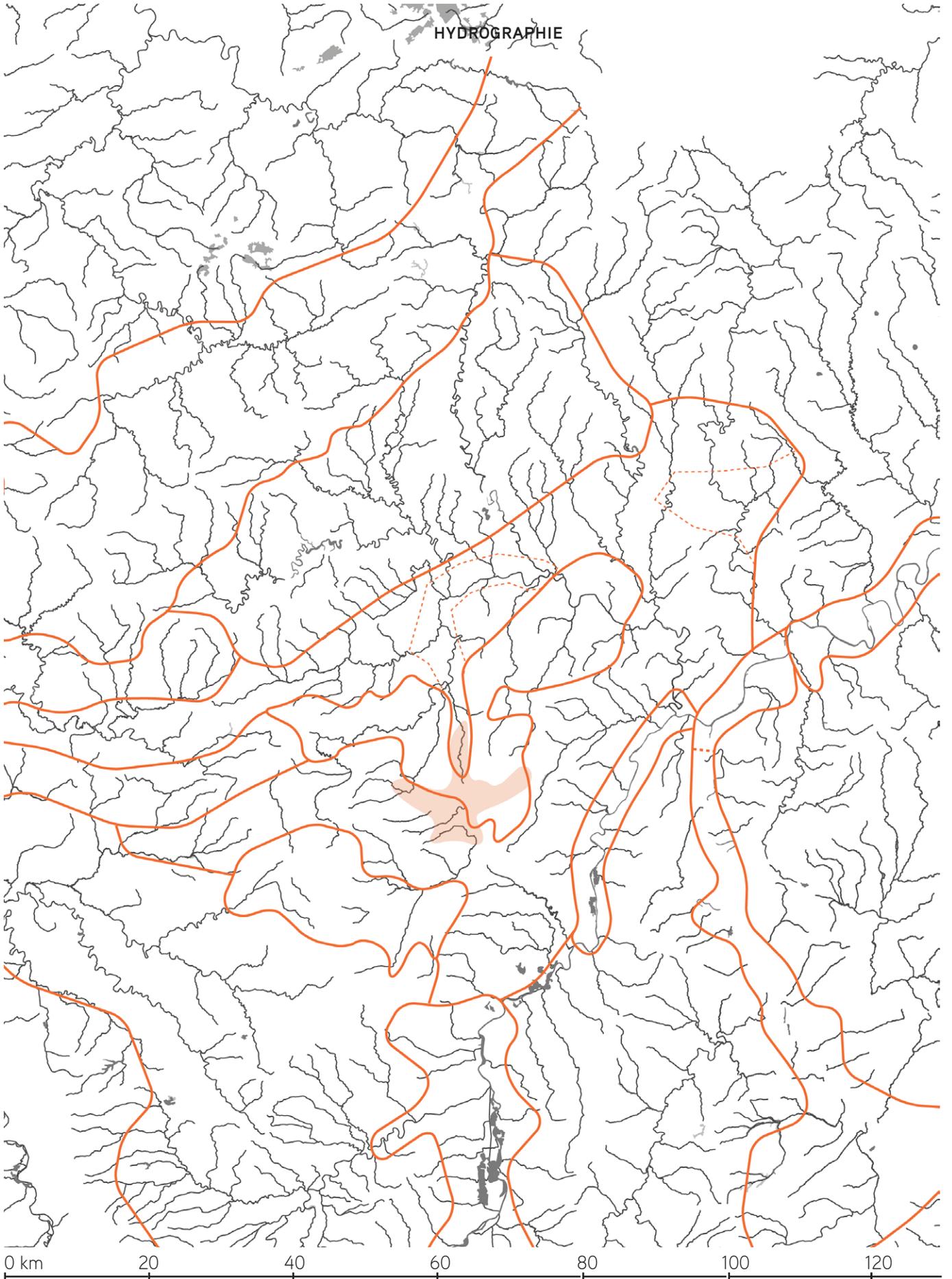
120

Parcs naturels

Protection stricte

Natura 2000

HYDROGRAPHIE



Marais

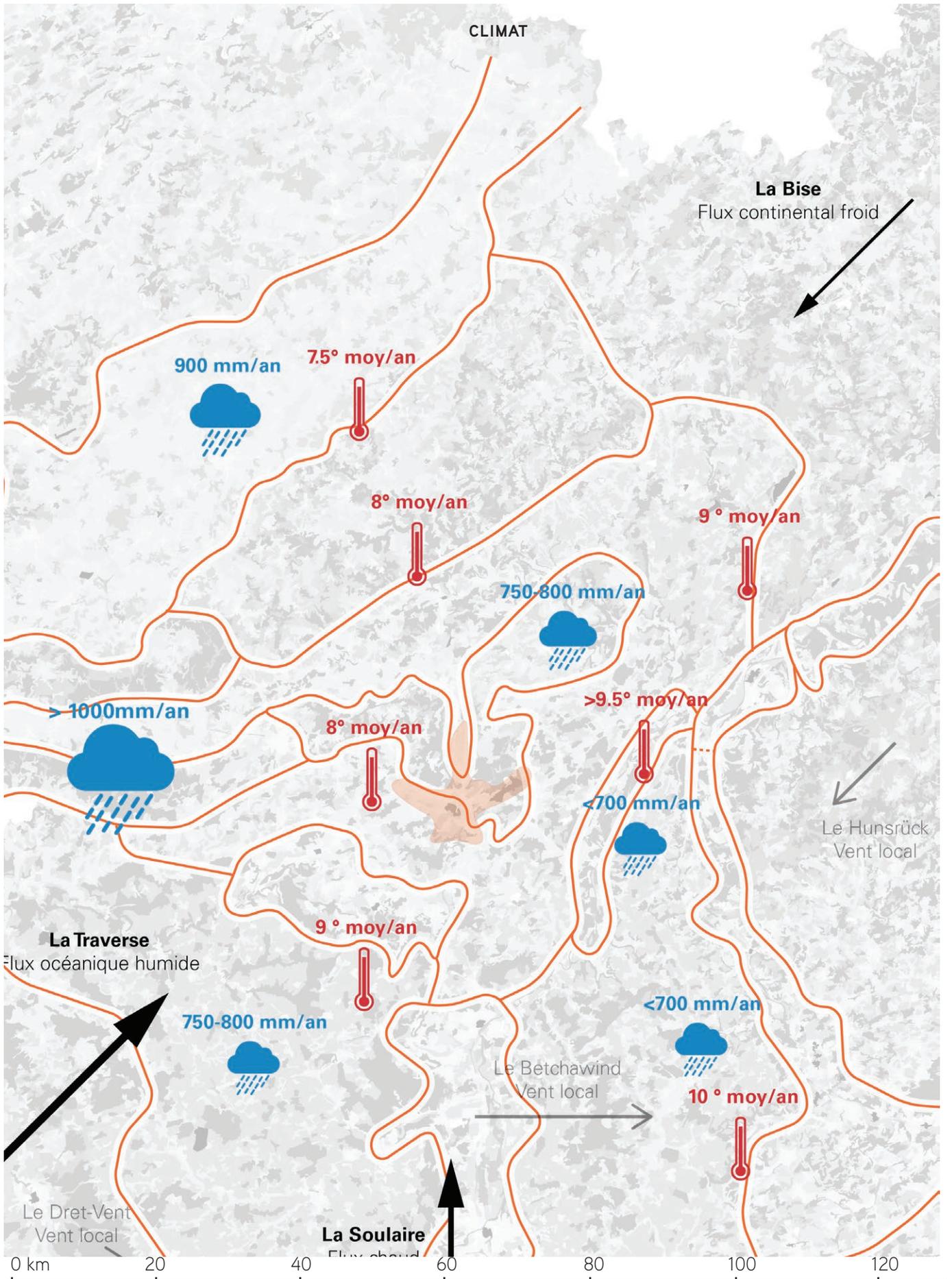


Tourbières

91



Rivières et lacs



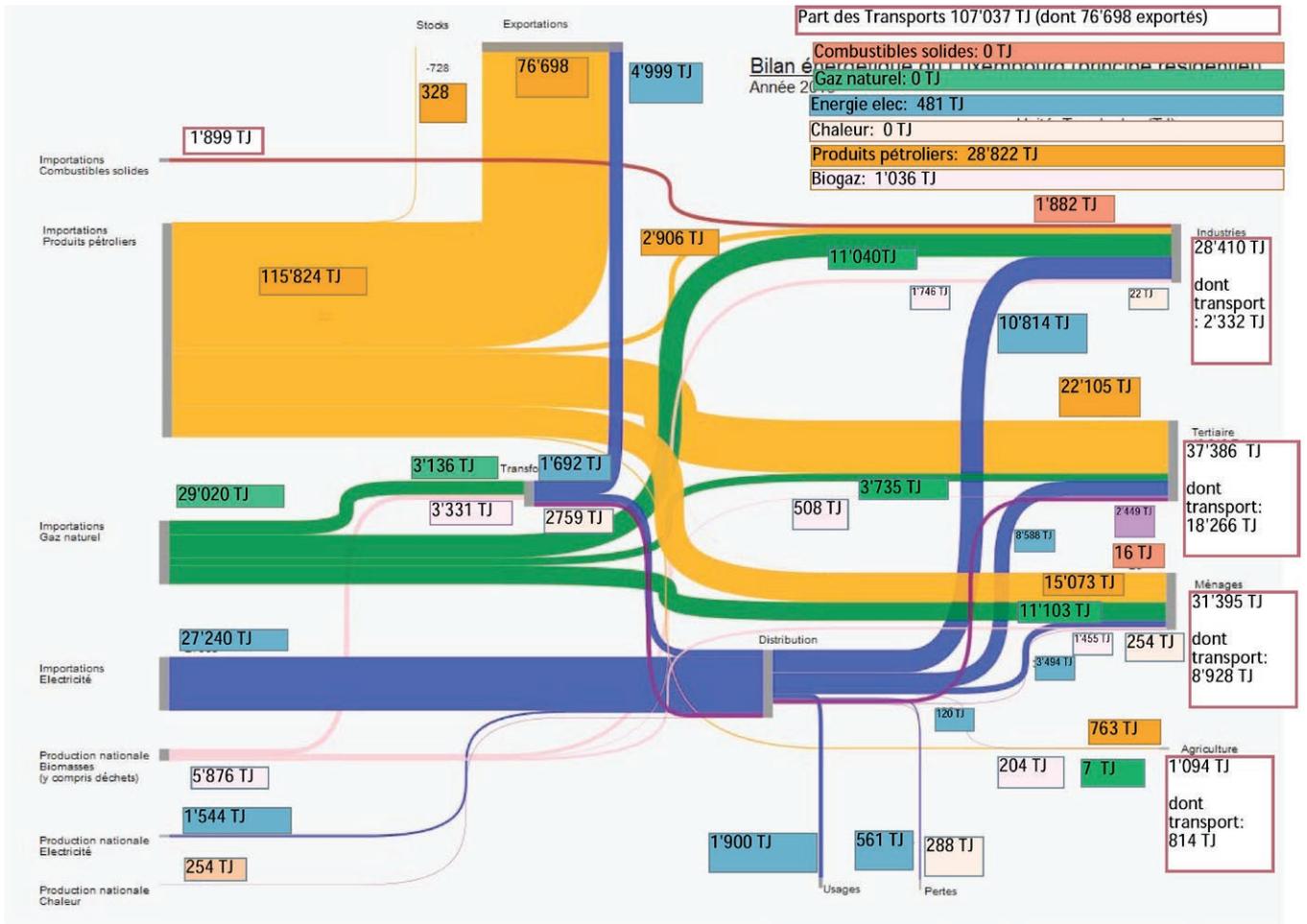


 Région fonctionnelle

 Frontières nationales

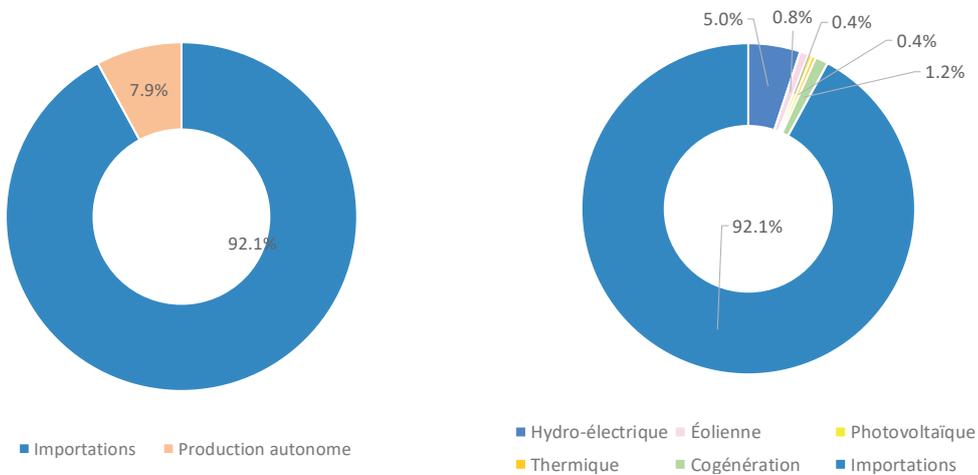
 Limites des biorégions

ENERGY LANDSCAPE



IMPORTATIONS D'ÉLECTRICITÉ

Le Luxembourg importe 92% de son électricité



Source: [Energie \(public.lu\)](http://energie.public.lu)



LE LUXEMBOURG IMPORTE UNE LARGE MAJORITÉ D'ÉLECTRICITÉ CARBONÉE

| Volume importé [GWh] | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Belgique | 940 | 185 | 256 | 313 | 532 |
| France | 297 | 1 118 | 1 054 | 1 139 | 888 |
| Allemagne | 4 137 | 4 152 | 4 248 | 4 314 | 4 302 |
| TOTAL | 5 374 | 5 455 | 5 557 | 5 765 | 5 722 |

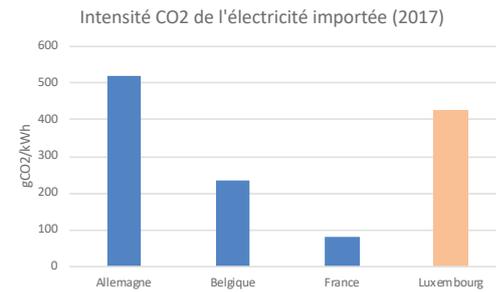
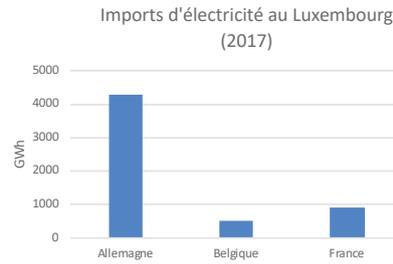
TABLEAU 3 – IMPORTATIONS D'ÉLECTRICITÉ

| Volume exporté [GWh] | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|----------------------|------------|--------------|------------|----------|-----------|
| Belgique | 868 | 1 006 | 488 | 6 | 52 |
| France | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Allemagne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 868 | 1 006 | 488 | 6 | 52 |

TABLEAU 4 – EXPORTATIONS D'ÉLECTRICITÉ

Source: [chiffreselectricite2017.pdf \(public.lu\)](#)

9



Source: Real-Time Carbon Accounting Method for the European Electricity Markets, Tranberg et al, 15th May 2019

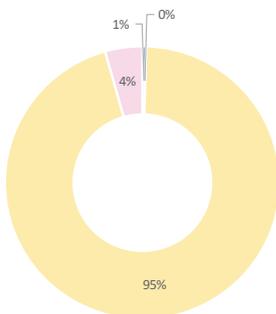
DREES & SOMMER



CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE Par énergie

- Combustibles solides
- Gaz naturel (en PCI)
- Énergie électrique
- Chaleur
- Produits pétroliers
- Énergies renouvelables et Énergie produite à partir de déchets (Biogaz en PCI)

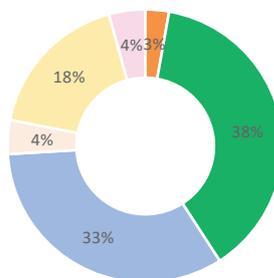
Consommation d'énergie finale – transport
107'037 TJ
(dont non résidents: 76'698 TJ)



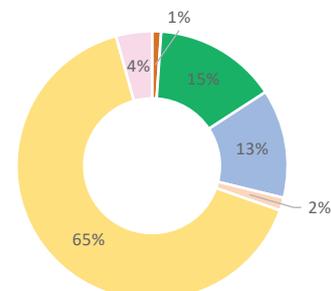
Source: [Energie \(public.lu\)](#)

12

Consommation d'énergie finale – bâtiments
67'945 TJ



Consommation d'énergie finale – TOTAL
(y compris 1'114 TJ non énergétique)
176'096 TJ



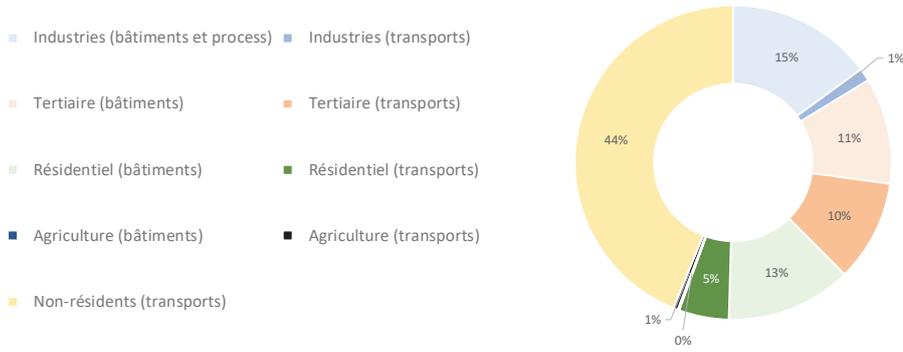
Energies fossiles (produits pétroliers + combustibles solides + gaz)
81%

DREES & SOMMER



CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE Par secteurs

Consommation d'énergie finale – TOTAL
176'096 TJ



Source: [Energie \(public.lu\)](http://Energie.public.lu)

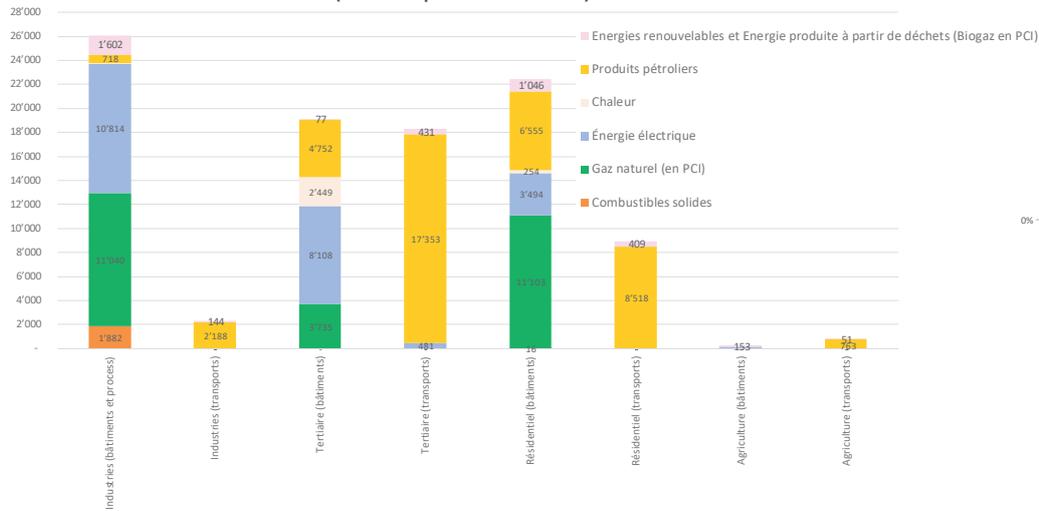
13

DREES &
SOMMER

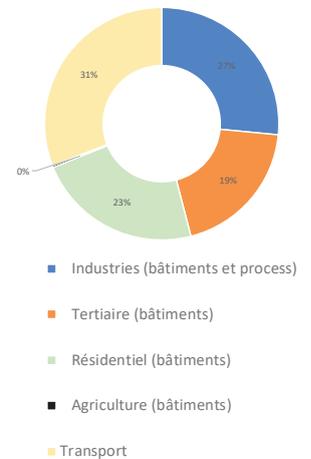


CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE Par secteurs – hors transports non résidents

TOTAL (hors transports non résidents): 98'283 TJ



TOTAL (hors transports non résidents): 98'283 TJ

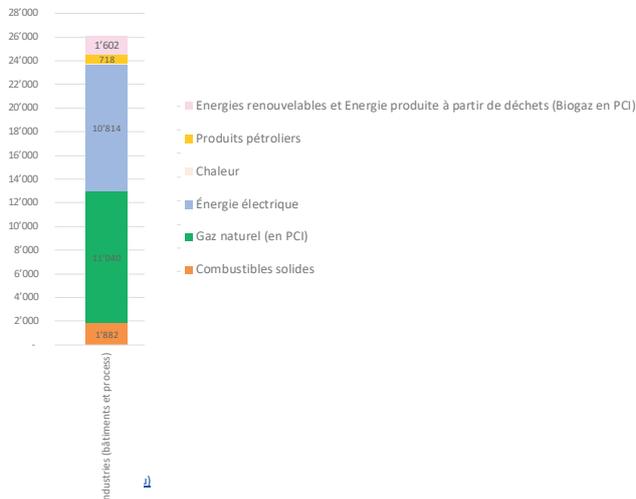


14

SOMMER



LEVIERS POUR LA TRANSITION DE L'INDUSTRIE



Leviers pour l'industrie

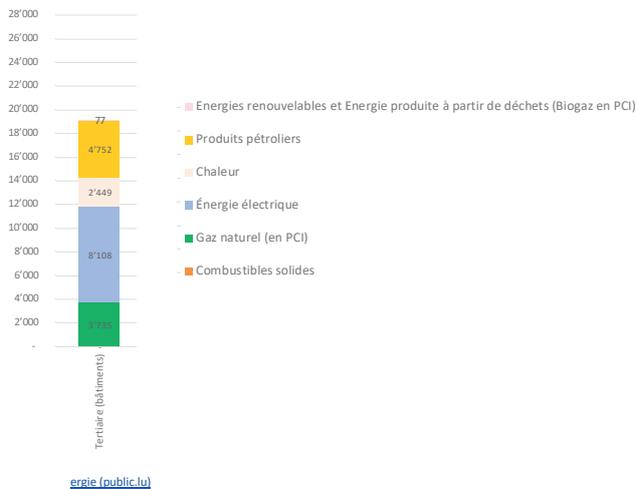
- Décarboner la production électrique (41% EF)
- Remplacer l'utilisation du gaz (41% EF)
- Remplacer l'utilisation de combustibles solides (7% EF)
- Remplacer l'utilisation de produits pétroliers (3% EF)

17

DREES & SOMMER



LEVIERS POUR LA TRANSITION DU TERTIAIRE



Leviers pour le tertiaire

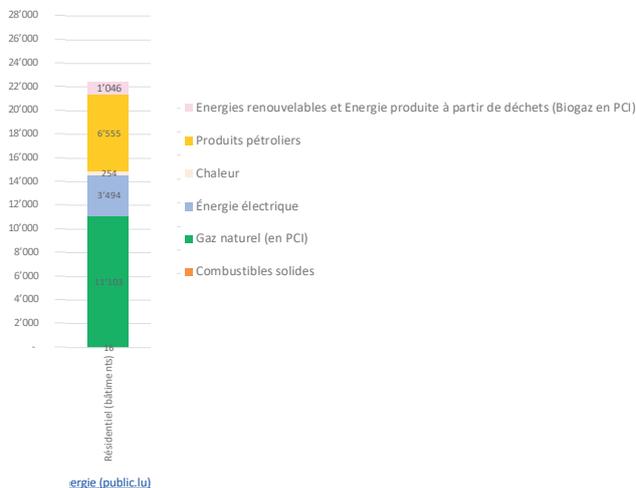
- Décarboner la production électrique (42% EF)
- Remplacer l'utilisation de produits pétroliers (25% EF)
- Remplacer l'utilisation du gaz (20% EF)

18

DREES & SOMMER



LEVIERS POUR LA TRANSITION DES MENAGES (RÉSIDENTIEL)



Leviers pour le résidentiel

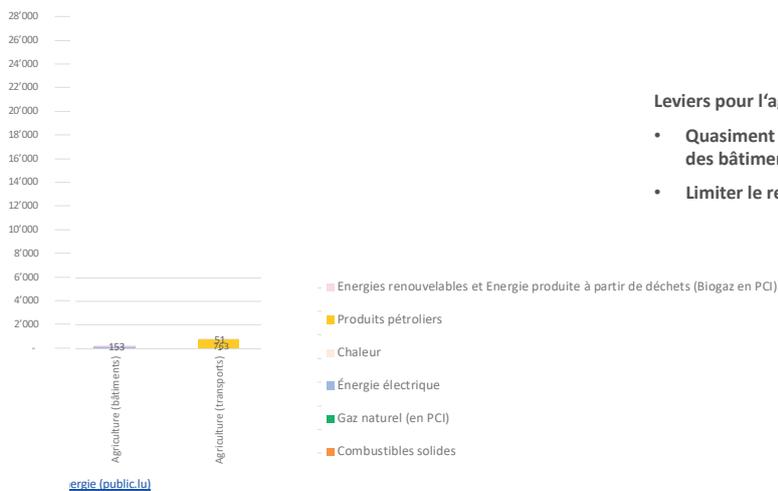
- Remplacer l'utilisation du gaz (49% EF)
- Remplacer l'utilisation de produits pétroliers (29% EF)
- Décarboner la production électrique (16% EF)

19

DREES & SOMMER



LEVIERS POUR LA TRANSITION DE L'AGRICULTURE



Leviers pour l'agriculture

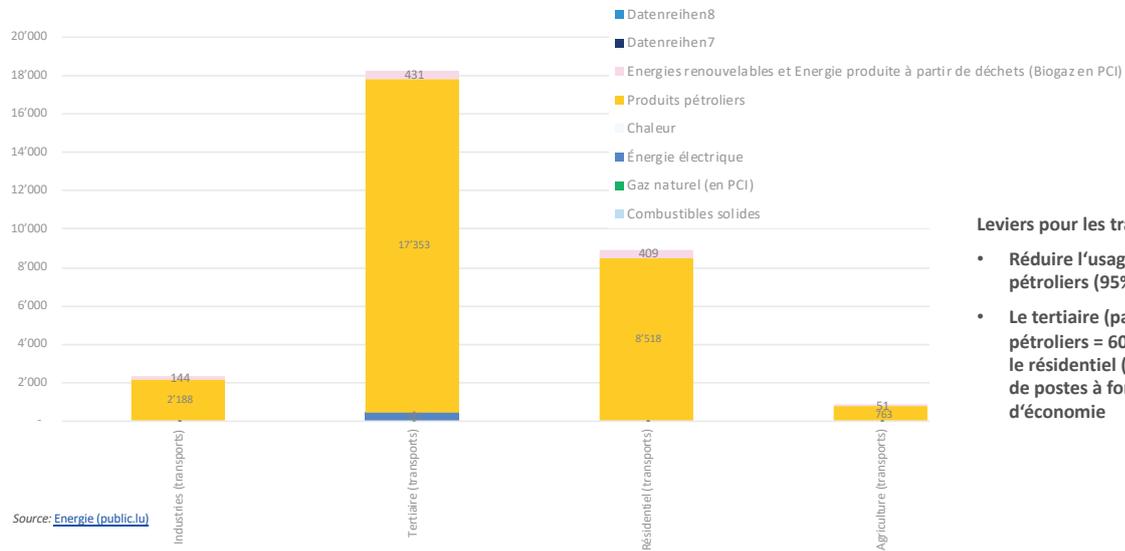
- Quasiment inexistant au niveau de la consommation énergétique des bâtiments (conso. D'EF très faible)
- Limiter le recours aux produits pétroliers dans le transport

20

DREES & SOMMER



LEVIERS POUR LA TRANSITION DES TRANSPORTS

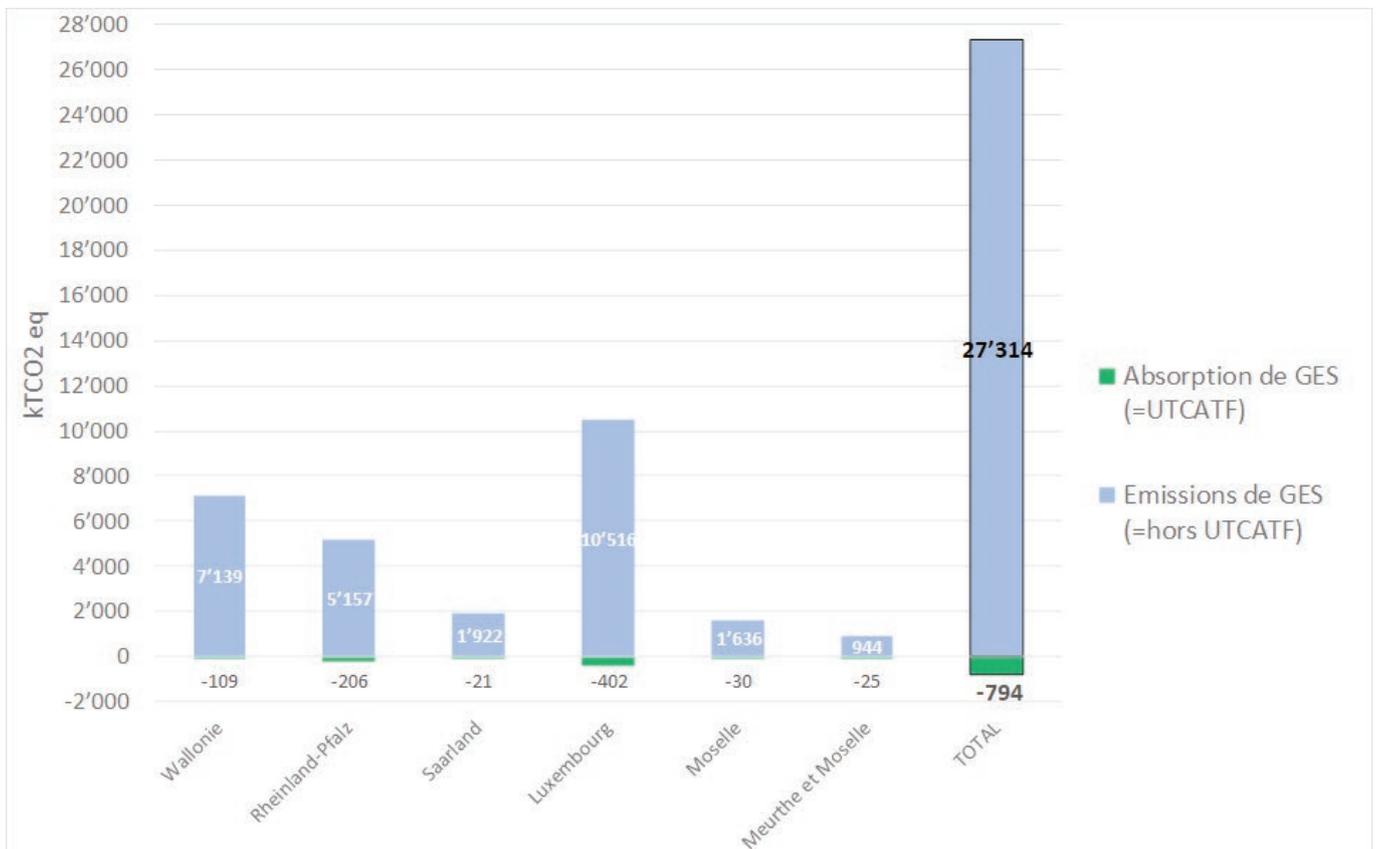


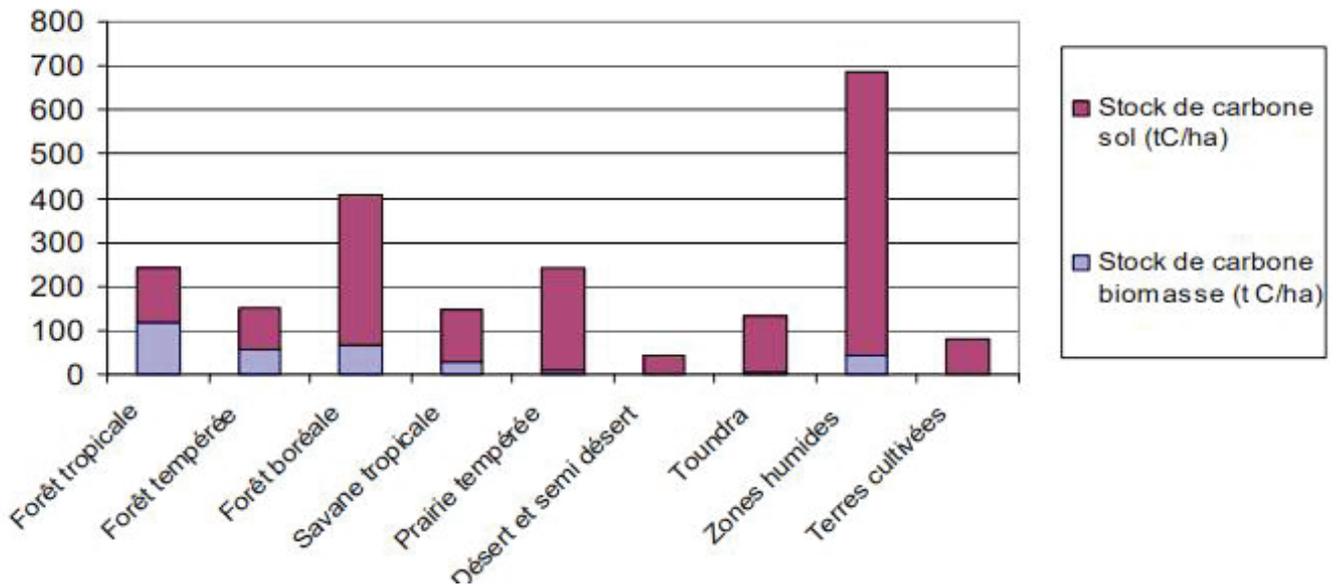
Leviers pour les transports

- Réduire l'usage de produits pétroliers (95% de l'EF)
- Le tertiaire (part de produits pétroliers = 60% de l'EF totale) et le résidentiel (29%) consistent de postes à fort potentiel d'économie

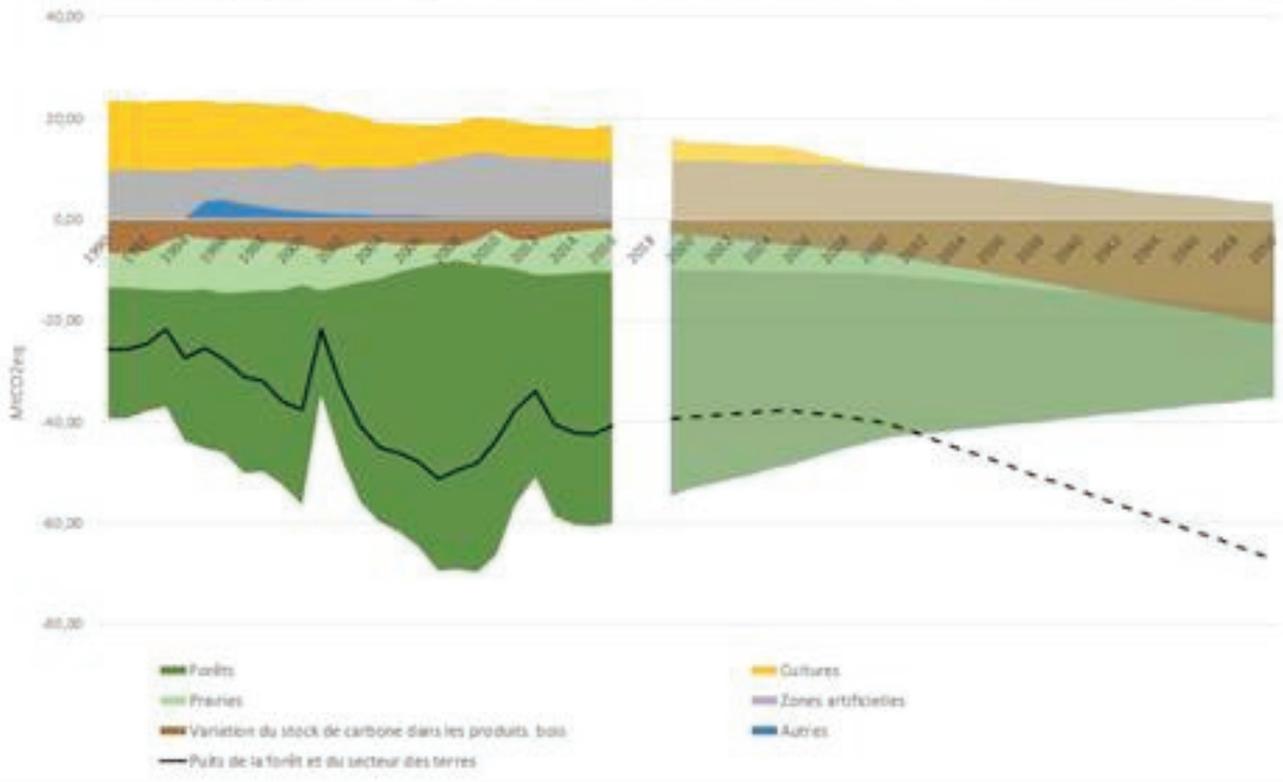
21

DREES & SOMMER





Historique et projection du puits de la forêt et du secteur des terres entre 1990 et 2050



ANALYSE DE L'IMPACT DES MODES DE VIE SUR LA SANTÉ DE LA BIOSPHERE

Chapelet de réservoirs, sol fertile, terre infiltrante, îlot de chaleur, plan canopé, surface agricole...

suffisance, efficacité, constance

| BLOC THÉMATIQUE | QUESTION | ENERGIE / MÉRIDIEN | VALEUR CIBLE | CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS | LOCALISATION | AFFECTION DE LA MESURE | CONTRÔLE REBOND | EFFET REBOND | SANTÉ PHYSIQUE | SANTÉ MENTALE | SANTÉ SOCIALE | SANTÉ BIODIVERSITÉ | SANTÉ DES SOLS | SANTÉ DES EAUX | SANTÉ DE L'AIR |
|---------------------|--|--------------------|--------------|----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| habitat | localisation de l'habitat accès travail et loisirs | énergie | J | réduction 5% CO2 | Fossilscape | | oui | non | ok | ok | | | | | |
| | cycle de vie du logement, production logement forme | méridien | fertilité | réduction 2% CO2 | Les hauts de Oesling | suffisance | oui | non | | | pas ok | ok | pas ok | ok | ok |
| | autonomie énergétique | | | | | cohérence | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| mobilité | place de la voiture thermique | | | | | efficacité | | | | | | | | | |
| | place de la voiture non thermique | | | | | | | | | | | | | | |
| | place des déplacements actifs | | | | | | | | | | | | | | |
| alimentation | mix alimentaire, alimentation de qualité équilibrée | | | | | | | | | | | | | | |
| | mix de production alimentaire | | | | | | | | | | | | | | |
| | mix de distribution des aliments par circuits courts | | | | | | | | | | | | | | |
| activité économique | croissance économique | | | | | | | | | | | | | | |
| | équilibre des fonctions économiques | | | | | | | | | | | | | | |
| | place du télétravail | | | | | | | | | | | | | | |
| | numérisation de l'économie | | | | | | | | | | | | | | |
| activité physique | degré d'activité physique | | | | | | | | | | | | | | |
| | choix d'activité de loisirs proximité | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| espaces communs | espaces verts | | | | | | | | | | | | | | |
| | capillarité des équipements | | | | | | | | | | | | | | |
| | qualité des espaces communs | | | | | | | | | | | | | | |
| pratiques sociales | capillarité des équipements, espaces de vie commune | | | | | | | | | | | | | | |
| | participatif, dynamique sociales | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| services publics | capillarité des services publics, santé, éducation | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |