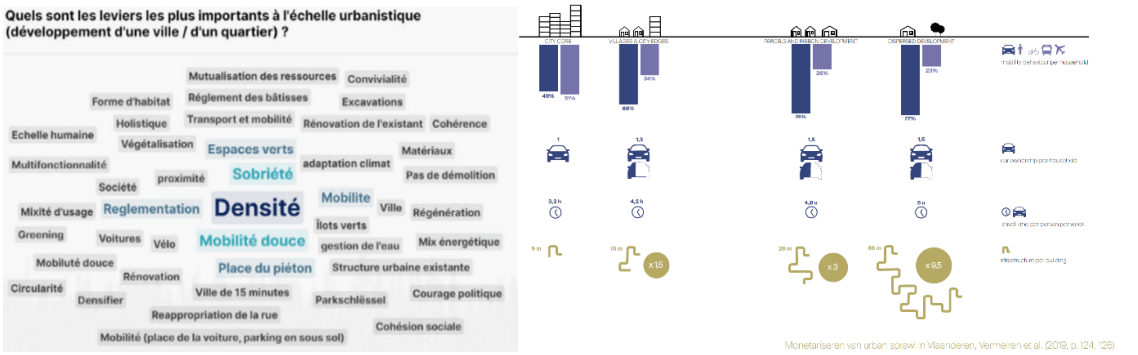
TABLE RONDE

Urbanisme_Lex FABER

Sur la base des échanges consacrés à l'urbanisme, la réflexion a été introduite par la question adressée au public : **« Quels sont les leviers les plus importants à l'échelle urbanistique (développement d'une ville / d'un quartier) ? ».** Les contributions mettent en avant des **axes fondamentaux de décarbonation à l'échelle urbanistique**, parmi lesquels la **densité**, la **mobilité douce** et les **espaces verts** occupent une place centrale. Ces leviers traduisent une vision cohérente de **villes compactes et connectées**, en cohérence avec des approches telles que la **ville des 15 minutes**. La **sobriété** et la **mutualisation des ressources**, combinées à la **rénovation de l'existant**, soulignent également l'importance d'une **gestion optimisée du bâti existant** et d'une réduction des besoins en nouvelles surfaces.



Source: Cityförster, PosadMaxwan, Municipality of Rotterdam, TU Delft , Netherlands Environmental Assessment Agency, DGBC, ERA Contour, Synchroon

La discussion s'est ensuite poursuivie autour de la question adressée à l'urbaniste : **« Quels sont les facteurs-clés pour la décarbonation dans l'urbanisme ? ».** Dans son analyse, l'expert précise que ces leviers ne peuvent produire leurs effets que s'ils s'inscrivent dans une **approche territoriale intégrée**, fondée sur un **aménagement réfléchi** et des **concepts de mobilité adaptés**. La décarbonation en urbanisme implique de favoriser la **mixité fonctionnelle** et la **proximité des services**, tout en intégrant des **stratégies de sobriété**. À l'échelle d'un nouveau quartier, des éléments tels que le **concept énergétique**, la **gestion des terres** et le **mixage des usages** doivent être pris en compte. Les **formes urbaines** et la **réglementation** jouent un rôle déterminant en orientant les modes constructifs vers des solutions bas carbone.

Enfin, l'expert a été interrogé sur les interactions avec d'autres objectifs via la question : **« Où voyez-vous des synergies / conflits avec d'autres objectifs à mettre en œuvre dans le cadre d'un projet urbain ? ».** Il met en évidence que la **densification**, bien qu'essentielle, peut générer des tensions importantes, notamment en matière d'**acceptation sociale**, de **capacité des infrastructures techniques** et d'**adaptation des équipements sociaux**. La **pénurie de terrains constructibles** et les **difficultés de mobilisation foncière** compliquent la localisation stratégique des pôles de développement. Par ailleurs, des formes urbaines plus denses ne permettent pas nécessairement de réduire les coûts de construction, ce qui exige un **équilibre délicat entre performance environnementale, viabilité économique et qualité urbaine**. La réalisation de projets urbains denses et mixtes requiert ainsi des **ressources et compétences supplémentaires**, confirmant que la décarbonation à l'échelle urbaine repose sur un arbitrage constant entre ambitions climatiques et contraintes opérationnelles.

ATELIER 1_mené par Lex FABER

Urbanisme pour un quartier / une ville bas carbone

1. **Comment mettre en œuvre une approche de sobriété au sein du développement d'un quartier ?**

La mise en œuvre d'une stratégie de sobriété repose avant tout sur la **réutilisation** et la **densification stratégique du bâti existant**. Il s'agit de privilégier la **réaffectation** et la **transformation des bâtiments déjà construits**, en les combinant avec une **densification ciblée des quartiers urbanisés**. Dans cette perspective, l'outil **Klimapakt** pourrait être mobilisé afin d'inciter les communes à établir des **bilans carbone** et à structurer des **stratégies de développement orientées vers une densification intelligente**.
Un **changement culturel en faveur de la rénovation** apparaît également indispensable. La transformation doit être privilégiée à la démolition, et la création d'acteurs spécialisés, tels qu'un **promoteur public dédié à la réhabilitation**, constitue un levier structurant pour accompagner cette évolution.
Par ailleurs, l'**amélioration de la connaissance du bâti existant** représente une condition préalable essentielle. Le manque de données relatives à ses caractéristiques et à son potentiel freine les décisions de transformation et de densification ; le développement d'une **base d'information consolidée** s'impose donc comme une priorité.
La structuration de démarches reproductibles, via une **standardisation de la rénovation à l'échelle du quartier**, permettrait d'optimiser les interventions urbaines. Enfin, l'**intégration explicite des objectifs climatiques dans le cadre légal**, notamment l'inscription de la **décarbonation** et de l'**adaptation au changement climatique** dans la loi relative à l'aménagement communal et au développement urbain, renforcerait l'ancrage territorial de ces priorités. Le **déploiement d'outils carbone dédiés à l'échelle du quartier** viendrait compléter cette approche en soutenant la conception et la prise de décision.

2. **Quels sont les freins réglementaires au niveau de la réglementation urbanistique que vous rencontrez ?**

Les **obligations relatives au stationnement**, imposant un nombre minimal d'emplacements, sont perçues comme un frein à la densification et à la réduction de l'empreinte carbone des projets urbains. À cela s'ajoutent certains **cadres réglementaires obsolètes**, notamment de certains anciens **PAP**, qui limitent la capacité d'adaptation aux nouveaux objectifs climatiques et de sobriété.
Enfin, dans certains secteurs, les prescriptions relatifs aux **gabarits constructifs**, en matière de hauteurs, de volumétrie ou d'implantation, peut entraver l'adoption de solutions constructives optimisées du point de vue carbone et limiter la mise en œuvre de stratégies urbaines plus sobres et plus flexibles.

Conclusion de l'atelier
Les échanges menés dans le cadre de l'atelier ont mis en évidence que, bien que les décisions prises à l'**échelle urbanistique** aient un impact important sur le **bilan carbone** des projets architecturaux, les **leviers et outils disponibles** à cette échelle restent relativement peu connus.

Il est essentiel d'adopter une **approche différenciée** entre la **planification de nouveaux quartiers** et celle du **tissu bâti existant**. Une **réflexion renouvelée sur la réglementation des quartiers existants** s'avère nécessaire pour encourager à la fois la **réutilisation du bâti**, la **rénovation énergétique** et une **densification adaptée**, tout en conciliant la **rentabilité immobilière**, l'**intérêt général** et la **qualité urbaine**.

TABLE RONDE

Architecture_Pit KUFFER

Pour le volet consacré à l'architecture, une interrogation a été adressée au public afin d'introduire la réflexion, à travers la question : **« Pour compenser le bilan carbone de la construction d'un appartement de 100 m², combien d'arbres faut-il ? »**. Celle-ci visait à illustrer de manière concrète l'**ordre de grandeur des émissions** liées à un projet résidentiel. Les réponses ont révélé une forte dispersion des estimations, mettant en évidence à la fois la **complexité du sujet** et l'absence de **référentiel commun**. Il ressort des échanges que le résultat dépend étroitement du **mode constructif**, des **matériaux utilisés**, de leur **provenance** ainsi que des **hypothèses méthodologiques** retenues pour l'évaluation. Il a également été rappelé qu'un mètre cube de bois peut stocker environ une tonne de CO_2, illustrant le potentiel de certains **matériaux biosourcés**, tout en soulignant que le calcul du bilan carbone, dans son ensemble, nécessite un **cadre méthodologique harmonisé**. Un travail d'élaboration d'une méthode cohérente et applicable au **contexte national** est actuellement en cours sous l'égide du ministère de l'Économie.

Les échanges ont ensuite porté sur la problématique suivante : **« Quel challenge attend l'architecte dans la réduction carbone dans ses projets ? »**. Le principal enjeu identifié ne réside pas uniquement dans l'optimisation technique des projets, mais dans la **capacité d'adaptation** du métier face à une mutation profonde de son environnement. La pérennité du secteur dépendra moins de sa position acquise que de son aptitude à **transformer ses pratiques**. La réduction du carbone implique une remise en question des **modes de conception**, des **logiques économiques**, des **processus décisionnels** et des **modèles de collaboration**. L'enjeu est d'ordre **systémique** : il s'agit pour l'architecte et, plus largement, pour l'ensemble du secteur du bâtiment, d'intégrer la **contrainte carbone** comme un paramètre structurant de son fonctionnement afin d'assurer sa capacité à évoluer dans un **contexte de transition**.

Enfin, la réflexion s'est élargie à la question : **« Dans l'optique d'un architecte, comment peut-on accélérer la réduction du carbone dans la construction ? »**. Il a été souligné qu'il n'est pas nécessaire d'attendre l'instauration d'un **cadre légal contraignant** pour agir. Les **connaissances**, les **outils** et les **solutions bas carbone** existent déjà et peuvent être mobilisés immédiatement. L'architecte dispose ainsi d'une capacité d'**initiative** en s'appropriant les informations disponibles, en étudiant les **alternatives constructives** et en mettant en œuvre sans délai des approches plus **sobres** et plus **responsables**. L'ensemble des échanges met en évidence un mouvement simultané de **clarification méthodologique** et d'**engagement professionnel**, en faveur d'une transformation effective des pratiques.



ATELIER 2_mené par Patricia STREBER et Pit KUFFER

Architecture Bas Carbone_Stratégies et Innovations

1. **Comment motiver l'architecte à la sobriété ?**

La **révision du mode de rémunération** constitue un levier central pour encourager la sobriété. Le modèle actuel, principalement indexé sur le coût des travaux, entretient un lien direct entre volume construit et honoraires. Il est proposé d'adapter la rémunération à l'**effort conceptuel réel** et à l'atteinte d'**objectifs mesurables de réduction de l'empreinte environnementale**. La déproportionnalisation des honoraires permettrait ainsi de valoriser les décisions prises en amont, **compacité**, **conception structurelle**, **optimisation des ressources**, dont l'impact est déterminant. La méthodologie développée par l'**OAI**, intégrée dans la **« Value App »**, s'inscrit dans cette évolution.
L'**alignement des motivations entre maître d'ouvrage et architecte** est également identifié comme condition préalable. L'intégration de **critères carbone** et de **coût global** dans les arbitrages, ainsi que la fixation d'**objectifs environnementaux chiffrés**, permettent d'orienter les choix dès la programmation.
L'intégration précoce et une **approche collaborative** associant le **Maître d'Ouvrage**, la **Maîtrise d'Œuvre**, l'**exploitant** ainsi que l'ensemble des **parties prenantes** concernées, dès les **premières phases du projet**, constituent un **levier déterminant** pour faire émerger des **solutions cohérentes** et alignées avec les **objectifs fixés**. Cette dynamique est soutenue par la **pédagogie et l'évolution des mentalités**, la formation continue, la communication accessible et la valorisation d'exemples concrets.
La **communication et la valorisation des projets exemplaires ("Best practice")** démontrent la faisabilité des démarches bas carbone et renforcent l'acceptabilité du changement. Des **dispositifs incitatifs et de labellisation**, associant primes financières et reconnaissance graduée des bureaux d'études, pourraient structurer le marché et s'articuler avec une **stratégie nationale de communication intégrée**. Enfin, l'**élaboration d'un vademecum sectoriel** contribuerait à clarifier les enjeux et à structurer les bonnes pratiques à l'échelle nationale.

2. **Quelles démarches ou stratégies ont permis de surmonter les obstacles à une conception bas carbone ?**

L'**intégration d'objectifs carbone dès la programmation** structure les arbitrages techniques et architecturaux. La programmation est reconnue comme phase déterminante pour la performance carbone future. L'intégration de ces critères dans la méthodologie **OAI-QBS (Quality Based Selection)** permettrait d'en faire un élément structurant dès la sélection des équipes.
Le **management carbone dédié**, via la désignation d'un référent, assure la cohérence des objectifs tout au long du projet. L'**approche interdisciplinaire et le travail collaboratif**, notamment à travers workshops et démarches de coordination, favorisent l'émergence de solutions optimisées. L'approche en **"bauteam"**, bien que moins adaptée aux marchés publics, renforce cette dynamique dans certains contextes.
La **capitalisation sur les retours d'expérience ("Best practice")** facilite l'acceptabilité des solutions. L'**adéquation entre ambition et moyens**, via un budget cohérent avec les objectifs carbone, constitue une condition de réussite. Une **communication précise des objectifs bas carbone**, soutenue par des outils tels que le **"Baucheck"**, garantit un alignement cohérent tout au long du processus.

3. **Quels concepts innovants peuvent être mis en place pour améliorer l'efficience énergétique ?**

La **priorité au low-tech et à la sobriété** privilégie les solutions passives et la réduction des besoins. L'architecture vernaculaire peut constituer une source d'inspiration, tout en reconnaissant les limites d'une transposition simpliste.

L'**approche scientifique et le monitoring** permettent d'orienter les stratégies de rénovation et les choix pour les projets neufs. L'**ouverture réglementaire et technologique**, illustrée par des dispositifs comme le **"Gebäudetyp E"**, favorise l'expérimentation. L'amélioration du **CPE** est envisagée comme outil de pilotage.
L'**optimisation de la conception et de l'enveloppe**, via la compacité et la rationalisation structurelle, contribue à réduire la consommation énergétique et le carbone incorporé.

4. **Quelles contraintes au niveau du cadre légal ont été rencontrées ?**

L'**agrément et la reconnaissance des matériaux bas carbone** restent freinés par la complexité des procédures et les incohérences entre exigences européennes et cadre national. Les **rigidités réglementaires**, notamment communales (gabarits, densités, stationnement), limitent l'optimisation bas carbone. La création d'un **"Gestaltungsbeirat" interdisciplinaire** est évoquée comme mécanisme de dérogation encadrée.
Certaines **exigences thermiques** peuvent produire des effets contreproductifs en augmentant le carbone embarqué, tandis que la taille minimale réglementaire des logements limite l'innovation. La **souplesse insuffisante pour la réutilisation et la transformation** freine le développement du réemploi et nécessite un cadre réglementaire et des infrastructures adaptées.

5. **Comment parvenir à la valorisation du patrimoine construit ?**

La **sensibilisation et l'exemplarité ("Best practice")** favorisent la compréhension de l'**ACV** et la revalorisation du patrimoine bâti. L'**intégration du carbone incorporé dans le CPE** renforcerait la valorisation économique de la rénovation.
Un **encadrement renforcé de la démolition**, via une justification carbone préalable, orienterait les décisions vers la transformation. Des **adaptations réglementaires et fiscales**, notamment un taux de TVA réduit pour la rénovation, constitueraient des leviers structurants.
La **transformation plutôt que l'extension** limite l'étalement urbain et favorise une densification maîtrisée.

6. **Quels mécanismes incitatifs peuvent être mis en place ?**

Un **programme national intégré d'incitations financières bas carbone**, soutenu par les moyens du **Green Deal**, constitue un levier prioritaire. Les mécanismes de **crédit carbone et benchmarking**, analogues au CPE, permettent d'objectiver la performance.
Le maintien d'une **taxation carbone progressive** assure un cadre économique stable et prévisible. Le soutien à la **recherche, à l'innovation et à la digitalisation** (BIM, outils d'ACV) accélère la transition. La **formation et la participation**, ainsi que l'**éducation scolaire**, renforcent l'acceptabilité. Une **stratégie nationale de communication intégrée** structure le marché. Enfin, la **définition de standards via un outil d'évaluation structuré**, articulé avec **QBS-OAI**, favorise la sobriété spatiale.

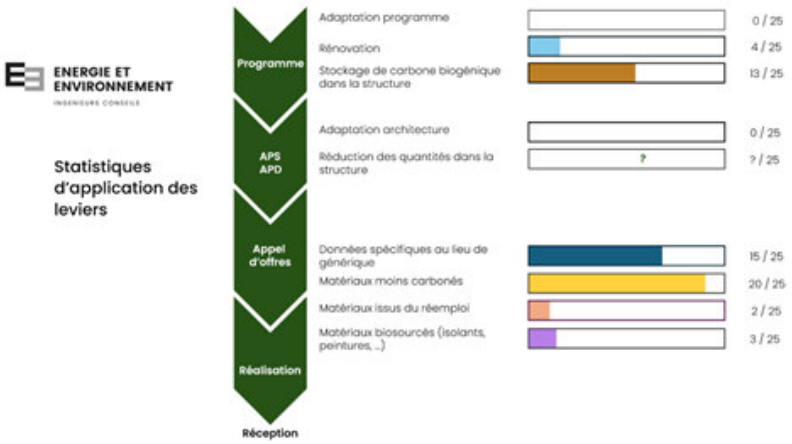
Conclusion de l'atelier

La transition vers une **architecture bas carbone** ne peut reposer uniquement sur l'évolution du cadre légal ni sur l'attente d'un changement spontané du secteur. Elle suppose une **responsabilisation individuelle et collective**, ainsi qu'une compréhension approfondie des **enjeux climatiques**, de leurs conséquences et des **opportunités liées à la transformation du secteur**. L'inaction aurait un coût supérieur à celui d'une ambition assumée. Des exemples existants, au Luxembourg comme au Danemark, démontrent qu'il est possible de relever le niveau d'exigence sans dérive systématique des coûts. La réussite repose sur la capacité à fixer des objectifs plus ambitieux et à oser les mettre en œuvre.

TABLE RONDE

Bilan carbone_Julien L'HOEST

La séquence consacrée au **bilan carbone** a été ouverte par **M. Julien L'Hoest**, en revenant sur la perception du **cadre réglementaire actuel au Luxembourg**. Au questionnement adressé au public, « Les critères règlementaires actuellement en vigueur au Luxembourg en matière de décarbonation sont : … », les réponses traduisent une appréciation majoritairement critique du dispositif existant. Le public exprime en effet le sentiment que les mesures en vigueur demeurent **insuffisantes** au regard des **enjeux climatiques**, tandis qu'une minorité les juge trop **contraignantes** ou adaptées à la situation actuelle. À travers ces positions transparaît une distinction structurante entre **carbone opérationnel** et **carbone incorporé** : si le premier est déjà encadré par la règlementation relative à la **performance énergétique des bâtiments**, le second ne fait pas encore l'objet d'**exigences contraignantes spécifiques**, ce qui alimente l'idée d'un cadre encore partiellement abouti en matière de **décarbonation globale**.
Les contributions issues du public mettent également en avant les **leviers jugés les plus pertinents** pour réduire l'**empreinte carbone** des projets, notamment la **limitation des volumes construits en sous-sol**, l'**adaptation du programme** et le **réemploi de matériaux**. D'autres pistes telles que la **réduction des volumes de béton**, l'**utilisation de matériaux moins carbonés** ou l'**adaptation architecturale** sont également mentionnées. Toutefois, l'analyse souligne que certains leviers, en particulier la question des **sous-sols**, relèvent avant tout de **choix programmatiques** et d'**arbitrages réglementaires en amont**, et ne peuvent être dissociés de leur **fonction au sein du projet**.
Interrogé sur la position du Luxembourg par rapport aux autres pays européens, M. Julien L'Hoest replace la situation nationale dans un contexte marqué par l'**absence d'harmonisation complète à l'échelle européenne**. Les **États membres** progressent à des rythmes différenciés : certains ont instauré des **obligations de calcul assorties de seuils contraignants**, tandis que d'autres se trouvent encore en phase de **transposition de la directive européenne**. Le Luxembourg s'inscrit dans une **dynamique de préparation**, sans cadre imposant à ce stade des **valeurs limites**, mais dans une perspective de **convergence progressive vers des exigences communes**.
Enfin, s'agissant des pratiques effectivement mises en œuvre dans les projets, l'expert distingue plusieurs **types de leviers**, allant de la **réduction des besoins** à la **substitution de solutions plus performantes**, jusqu'à l'**amélioration des pratiques existantes**. Il observe toutefois que, dans la réalité opérationnelle, les actions mobilisées relèvent le plus souvent d'une **optimisation des solutions conventionnelles** plutôt que d'une **transformation structurelle des modèles constructifs ou programmatiques**. La **décarbonation** progresse ainsi principalement par **améliorations incrémentales**, révélant un **écart entre le potentiel théorique de rupture et les dynamiques actuellement observées sur le terrain**.



ATELIER 3_mené par Julien L'HOEST, Sarah PHILIPPS, Daphné PIONA

Expertise bas carbone_Comment mettre en oeuvre la décarbonation sur un projet en pratique et effectivement atteindre les objectifs de performance fixés en amont ?

1. **Comment le Maître d'Ouvrage peut-il s'assurer que ses objectifs seront atteints ?**

La réussite d'une démarche bas carbone repose d'abord sur la **communication des objectifs**. Le **Maître d'Ouvrage** doit formuler clairement ses ambitions de décarbonation et les partager avec l'ensemble des parties prenantes afin d'assurer leur appropriation collective et la cohérence des décisions tout au long du projet. Le **recours à des référentiels et critères vérifiables**, définis dès la phase initiale, permet d'encadrer l'évaluation de la performance environnementale et de sécuriser l'atteinte des objectifs fixés. Enfin, un **pilotage et une responsabilisation** continus, incluant le suivi des engagements jusqu'à la réception des travaux, garantissent l'alignement entre ambitions initiales et réalisation effective.

2. **À quel stade du projet les objectifs de décarbonation doivent-ils être pris en compte ?**

L'**intégration dès la programmation** est déterminante, car les choix structurants en matière de besoins, de surfaces et de niveaux de performance conditionnent fortement l'empreinte carbone future du projet. L'**adaptation au niveau de performance visé** implique que l'intensité et le moment de l'intégration des objectifs varient selon l'ambition recherchée, notamment en ce qui concerne la décarbonation de l'acte de construire et les exigences opérationnelles associées.

3. **Quel(s) acteur(s) ont un rôle déterminant dans cette démarche ?**

Le **Maître d'Ouvrage** occupe un rôle central en définissant le programme et les objectifs environnementaux qui orientent l'ensemble du projet. La **Maîtrise d'œuvre**, et en particulier l'architecte, influence de manière déterminante la trajectoire carbone dès les premières phases de conception, les autres disciplines s'inscrivant ensuite dans ce cadre. Le **Régulateur** fixe les exigences minimales et inscrit la décarbonation dans une perspective à long terme, assurant un cadre structurant et prévisible pour le secteur.

4. **Quel niveau de performance est-il raisonnable de viser dans les conditions actuelles du marché ? Est-il possible de réduire l'empreinte carbone sans surcoût ?**

Une approche fondée sur le **pragmatisme et la progressivité** est préconisée afin d'éviter des exigences initiales trop ambitieuses au regard des capacités actuelles du marché. Le **temps d'adaptation du secteur** est indispensable pour permettre l'évolution des pratiques, des compétences et des outils. Un **cadre réglementaire cohérent**, aligné avec les réalités techniques et économiques, est nécessaire pour définir des objectifs atteignables. La **montée en compétence préalable** constitue également une condition essentielle pour viser des niveaux de performance plus élevés.

5. **Existe-t-il un intérêt à réduire l'empreinte carbone en l'absence de réglementation nationale ?**

La réduction volontaire de l'empreinte carbone peut représenter un **avantage compétitif**, notamment dans un contexte B2B marqué par les exigences de reporting telles que la **CSRD**. Elle contribue également à la **valorisation de l'image et de l'attractivité** des acteurs engagés. Par ailleurs, l'**anticipation réglementaire et la préservation de la valeur** permettent de limiter les risques d'obsolescence des bâtiments face aux futures normes.

6. Un système volontaire est-il plus efficace qu'une réglementation contraignante ?

La **complémentarité des approches** apparaît essentielle : les démarches volontaires permettent à certains acteurs d'aller au-delà des exigences minimales, tandis que le **rôle structurant de la réglementation** envoie un signal clair au marché et mobilise l'ensemble du secteur autour d'objectifs communs.

Conclusion de l'atelier

La mise en œuvre effective d'une stratégie de décarbonation repose sur plusieurs conditions structurantes. L'**intérêt et la motivation**, qu'ils soient réglementaires, économiques ou stratégiques, constituent un préalable indispensable. La transition exige des **compétences et une expérience spécifiques**, tant au niveau de la Maîtrise d'œuvre que de l'exécution, ainsi que la disponibilité d'**outils et référentiels** permettant d'objectiver la performance et de comparer les résultats.

L'**engagement collectif** du Maître d'Ouvrage, de la Maîtrise d'œuvre et de l'ensemble de la chaîne de valeur est indispensable. Enfin, la **sensibilisation du client final** demeure un facteur déterminant pour assurer l'acceptation d'une évolution des attentes et des critères de qualité du produit construit.

TABLE RONDE

Statique_Eric HANSEN

La discussion a été introduite par la question adressée au public : **« Sur combien de projets de rénovation avez-vous respectivement votre entreprise travaillé dans les cinq dernières années ? »**

Les réponses montrent que **plus de la moitié des participants** indiquent avoir réalisé **moins d'un projet de rénovation par an en moyenne**, ce qui traduit une activité relativement faible dans ce domaine. Cette tendance confirme la **réticence fréquente des maîtres d'ouvrage** à privilégier la rénovation, ceux-ci préférant souvent la **démolition et la reconstruction**, perçues comme plus simples à mettre en œuvre et parfois plus favorables sur le plan économique. L'analyse souligne toutefois que cette orientation ne peut être attribuée aux seuls maîtres d'ouvrage. La **maîtrise d'œuvre** joue également un rôle déterminant dans l'orientation des décisions, la rénovation impliquant généralement davantage d'**incertitudes techniques**, d'**adaptations en cours de projet** et une **présence plus soutenue** sur le chantier. Ces facteurs entraînent un **investissement en temps plus important** et un **risque financier accru**, ce qui peut inciter les équipes de projet à privilégier la solution du neuf.

La seconde partie de la discussion s'est articulée autour de la question adressée à l'expert : **« Quels sont les leviers de l'ingénieur statique pour réduire l'empreinte carbone d'un bâtiment ? »**

L'expert rappelle que le **gros œuvre structurel** peut représenter jusqu'à **60 % des émissions de CO_2** du bilan carbone d'un bâtiment, ce qui confère à l'**ingénieur structure** un rôle déterminant dans la réduction de l'empreinte carbone des projets. Une première approche consiste à privilégier des **matériaux présentant un meilleur bilan carbone**, comme le bois. Toutefois, une généralisation systématique de ce matériau apparaît irréaliste compte tenu des contraintes d'**approvisionnement** et de disponibilité des ressources. L'enjeu réside donc davantage dans l'**optimisation du mix de matériaux**, afin d'utiliser chaque matériau là où il est **structurellement et environnementalement le plus pertinent**.

Un autre levier important consiste à **réduire les quantités de matière**, en particulier le **béton**, qui constitue l'un des principaux contributeurs aux émissions liées à la structure. Au Luxembourg, les **dalles** représentent une part significative de la consommation de béton dans les bâtiments. L'**optimisation de leur conception statique** peut donc améliorer sensiblement le bilan carbone global. Cependant, l'expert souligne que l'optimisation ne peut se limiter au seul calcul structurel : elle suppose également de **repenser les modes constructifs**. Par exemple, une **dalle champignon** consomme sensiblement plus de béton qu'une **dalle mince portée par un réseau de poutres**. Or, ce type de solution peut complexifier l'intégration des **techniques spéciales**, ce qui nécessite une **coordination étroite entre structure, architecture et ingénierie technique**.

Enfin, de nouvelles méthodes de **dimensionnement avancé**, telles que le **calcul paramétrique**, ouvrent des perspectives intéressantes. Ces outils permettent non seulement d'optimiser les **sections des éléments structurels**, mais également la **géométrie globale des structures**, ce qui peut générer un **double effet positif sur le bilan carbone**, en réduisant à la fois les quantités de matériaux et l'efficacité structurelle des systèmes constructifs.

ATELIER 4_mené par Eric HANSEN et Philippe SCHMIT

Statique_ Collaboration entre ingénieurs statiques et architectes (et l'ensemble de la maîtrise d'oeuvre) pour réduire l'empreinte carbone

1. **Est-ce que le bois est le seul remède pour réduire l'empreinte carbone de la structure ?**

Les échanges soulignent que **le bois n'est pas l'unique solution** pour réduire l'empreinte carbone des structures. La réduction des émissions repose plutôt sur une **utilisation intelligente et combinée des matériaux**, intégrant **béton bas carbone, acier recyclé, bois et solutions hybrides**. Plusieurs contributions insistent sur la nécessité d'**arrêter l'opposition entre matériaux** et de privilégier une **mixité constructive optimisée**.
Un principe fondamental ressort également : **le meilleur matériau est celui que l'on n'utilise pas**. La réduction de l'impact carbone dépend d'abord de la **sobriété et de la diminution des quantités mises en œuvre**, avant même le choix du matériau.
L'**optimisation structurelle** constitue un levier déterminant. Le travail sur les **portées, sections, inerties et géométries** permet de réduire significativement les volumes de matière.
Dans ce contexte, les décisions prises **très tôt dans le projet** ont une influence majeure sur l'empreinte carbone finale.

2. **Pourquoi préférons-nous démolir et reconstruire plutôt que rénover ?**

La démolition-reconstruction est souvent privilégiée car elle est perçue comme **plus simple, plus rapide et plus maîtrisable financièrement** que la rénovation. Les coûts et risques liés aux imprévus de chantier dans l'existant contribuent à ce biais.
Par ailleurs, atteindre des **performances énergétiques élevées** est souvent jugé plus facile dans le neuf, ce qui oriente les décisions vers la reconstruction. Les contraintes liées aux **normes de sécurité, d'accessibilité ou de compatibilité programmatique** sont également perçues comme plus complexes à gérer dans l'existant.
Les attentes du marché jouent aussi un rôle important : le neuf est souvent associé à une **image plus attractive et moderne**, tandis que la rénovation est perçue comme plus risquée. Le manque de **connaissances techniques**, notamment concernant le **réemploi et les interventions sur structures existantes**, renforce cette perception.
Enfin, les décisions sont rarement fondées sur une **évaluation complète du cycle de vie et du bilan carbone global**, ce qui favorise implicitement les solutions de reconstruction.

3. **Comment architectes et ingénieurs statiques peuvent-ils unir leurs forces pour réduire l'empreinte carbone ?**

La réduction de l'empreinte carbone nécessite une **collaboration précoce et intégrée** entre architectes et ingénieurs statiques. Les échanges doivent intervenir dès la programmation afin de permettre une **co-conception des solutions structurelles et architecturales**.
La définition d'**objectifs carbone clairs, quantifiés et partagés** constitue une condition essentielle pour éviter des décisions contradictoires au cours du projet. L'optimisation conjointe des **formes architecturales, des portées, des trames structurelles et des dimensions** représente un levier majeur pour réduire les volumes de matériaux.
Cette collaboration suppose également une **culture commune et une écoute mutuelle**, permettant de remettre en question certaines habitudes de conception. La clarification des **responsabilités et du leadership carbone au sein de la maîtrise d'œuvre** apparaît également nécessaire.
Enfin, l'utilisation d'**outils collaboratifs tels que le BIM et l'ACV** permet de tester rapidement différentes variantes structurelles et d'orienter les choix vers les solutions les plus performantes.

4. **Où gaspillons-nous le plus de matière dans les phases de terrassement et de gros œuvre ?**

Une part importante du gaspillage de matière provient d'une **mauvaise adaptation du projet à la topographie du site**. Lorsque la conception ne tient pas suffisamment compte du terrain naturel, cela entraîne des **délais et volumes excessifs de déblais et remblais**.
Les **soutènements, blindages et stabilisations** peuvent également générer une consommation très importante de matériaux lorsque les choix géométriques ou d'implantation ne sont pas optimisés.
Les **cahiers des charges trop rigides** constituent un autre facteur de gaspillage, en imposant des solutions techniques figées qui empêchent des approches plus sobres ou innovantes.
Un problème récurrent réside également dans l'**absence d'identification systématique des postes de gaspillage**. Sans diagnostic matière préalable, les pertes potentielles ne sont pas quantifiées. Le **terrassement** reste ainsi l'un des postes les plus importants en termes de volume de matière et d'impact carbone.

5. **Quels effets ont les portées et hauteurs statiques sur l'énergie grise ?**

Les **portées et hauteurs statiques** influencent directement la quantité de matériaux nécessaires. Une **réduction des portées combinée à une augmentation maîtrisée des hauteurs statiques** peut permettre de diminuer significativement l'énergie grise et l'empreinte carbone.
Toutefois, ces choix doivent trouver un **équilibre entre flexibilité d'usage et impact carbone**. Les grandes portées offrent souvent davantage de flexibilité spatiale mais impliquent une consommation plus importante de matériaux.
Le choix optimal nécessite donc une **approche paramétrique et multicritère**, capable d'évaluer différentes configurations structurelles. Il doit également tenir compte des **attentes du marché**, du confort et de l'adaptabilité future des bâtiments.

6. **Comment coordonner les ingénieurs techniques et statiques ?**

La coordination entre **ingénieurs techniques et ingénieurs statiques** doit intervenir dès le début du projet afin d'éviter les incohérences entre concepts structurels et énergétiques.
L'utilisation d'une **maquette BIM commune** facilite la coordination entre architecture, structure et techniques. Elle permet de tester rapidement différentes variantes et d'évaluer leurs impacts sur la **masse thermique, l'inertie et les besoins énergétiques**.
La **masse thermique** constitue un élément central de cette collaboration, notamment dans l'articulation entre structure apparente, inertie du bâtiment et systèmes techniques. Cette approche doit également intégrer les **stratégies passives**, telles que la ventilation naturelle ou la réduction des apports solaires.
Enfin, la collaboration doit intégrer l'utilisation de **matériaux biosourcés ou alternatifs**, ainsi qu'une coordination plus étroite des processus de projet et des procédures d'adjudication.

Conclusion de l'atelier

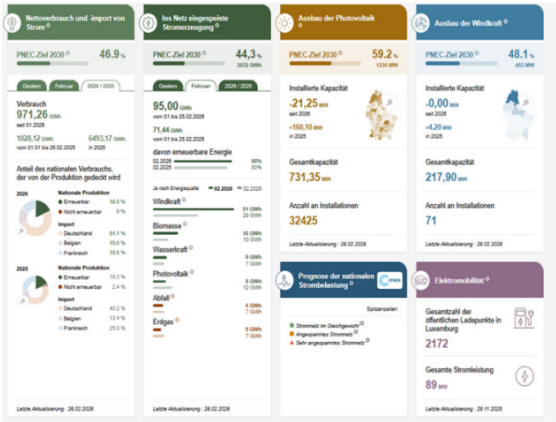
Les échanges ont mis en évidence que l'amélioration du **bilan carbone des bâtiments** dépend en grande partie d'une **collaboration renforcée entre architectes, ingénieurs techniques et ingénieurs statiques**. Cette coopération doit évoluer vers une véritable **co-conception**, impliquant l'ensemble de l'équipe de **maîtrise d'œuvre dès les premières esquisses du projet**, afin d'optimiser simultanément les choix architecturaux, structurels et énergétiques.
Les discussions ont également souligné les **contraintes liées aux gabarits urbanistiques** dans l'optimisation des structures. Une **structure économe en matière** nécessite souvent davantage de **hauteur statique**. Par exemple, une **dalle mince avec poutres** consomme moins de matière, mais requiert une hauteur plus importante. Lorsque les gabarits sont limités, cette solution peut conduire à une **réduction du nombre d'étages**, rendant le projet économiquement moins viable. Dans ces situations, l'ingénieur statique est souvent amené à

recourir à des **dalles champignons**, qui remplacent la hauteur statique par une **masse de matériau plus importante sur une hauteur réduite**, avec un impact carbone plus élevé.
La **rénovation du bâti existant** apparaît également comme un levier essentiel. L'intégration systématique d'un **bilan carbone dans la prise de décision** pourrait inciter davantage de maîtres d'ouvrage à privilégier la **rénovation, la transformation ou l'extension** plutôt que la démolition et la reconstruction.
Enfin, l'atelier souligne l'importance d'identifier et de réduire les **gaspillages indirects de matière** dans les projets. Une **meilleure adaptation des projets à la topographie des sites** permettrait de limiter les volumes de terrassement. De même, la **réutilisation de certains dispositifs temporaires**, tels que les **blindages**, constitue une piste pour réduire la consommation globale de ressources dans les phases de chantier.

TABLE RONDE

Techniques spéciales_Gilles CHRISTNACH

L'expert en **techniques spéciales** a ouvert la réflexion en soumettant la question suivante au public : **« Quelle part de la consommation électrique est actuellement couverte par les énergies renouvelables ? »**. Les réponses ont été mises en perspective par des données actualisées indiquant qu'en 2023, la part des énergies renouvelables dans la consommation électrique s'élevait à **21 %**, et atteignait déjà **24 %** au moment de la réunion. Ces chiffres proviennent du site **« www.energieauer.lu »**, mis à jour quotidiennement. Il est toutefois essentiel de distinguer la part de **consommation couverte par des renouvelables** de la part de **production sur le territoire national**. La majorité de l'électricité consommée étant importée, notamment de Belgique et d'Allemagne, la production nationale ne représente qu'environ **27 %** du total, même si cette production territoriale est majoritairement issue de **sources renouvelables**. Cette clarification méthodologique apparaît déterminante pour éviter toute confusion entre autonomie énergétique et part renouvelable dans la consommation.



www.energieauer.lu

Une seconde question adressée au public portait sur la **source d'énergie renouvelable principale pour l'électricité au niveau national.** Contrairement à la perception exprimée par une partie des participants, l'**hydroélectricité** ne constitue pas la source dominante. L'analyse met en évidence le rôle prépondérant de l'**éolien** et du **photovoltaïque** dans la production renouvelable nationale. Il est toutefois relevé que les données disponibles, présentées sous forme cumulative jusqu'à la date de consultation, rendent l'interprétation des évolutions récentes plus complexe. Une comparaison mensuelle montre néanmoins une progression marquée de l'éolien, tandis que la production photovoltaïque demeure soumise à une forte **saisonnalité**. Cette situation souligne la nécessité d'un traitement plus fin des données afin d'éclairer les tendances structurelles.

Interrogé sur les **perspectives au-delà du « tout électrique »**, l'expert souligne que la transition énergétique ne peut se réduire à une simple électrification. Plusieurs axes complémentaires doivent être considérés, notamment les approches **low tech**, la **combinaison de solutions énergétiques** via des logiques de **smart grid**, ainsi que les dispositifs de **stockage**. Le développement d'un réseau intelligent suppose toutefois la mise en place d'une **infrastructure digitale compétitive et coordonnée**, intégrant l'ensemble des données liées aux bâtiments, à leur fonctionnement et à leur performance. Cette approche dépasse le seul cadre du BIM et renvoie à la nécessité d'un **portail national centralisé** permettant l'accès et l'interopérabilité des données.

L'ensemble des échanges met ainsi en évidence que la décarbonation dans le domaine des techniques spéciales repose à la fois sur une compréhension précise des **données énergétiques**, sur une diversification des **solutions technologiques**, et sur la mise en place d'un **écosystème numérique intégré** capable de soutenir une gestion intelligente et coordonnée des systèmes énergétiques.

ATELIER 3_mené par Elise REIN et Gilles CHRISTNACH

Techniques spéciales_La technique est morte, vive la technique

1. **Quels concepts innovants peuvent être mis en place pour améliorer l'efficience énergétique ?**

Les échanges soulignent que l'amélioration de l'**efficience énergétique** repose d'abord sur une **réduction des besoins dès la conception**, avant toute introduction d'**équipements techniques**. La priorité donnée à la **conception passive** implique une hiérarchisation claire des stratégies : concevoir d'abord sobrement, équiper ensuite si nécessaire. L'élaboration d'un **guide national de conception passive** est évoquée afin d'ancrer cette approche dans la pratique et de renforcer le rôle de la **maîtrise d'œuvre** dans les arbitrages structurants.
Dans cette perspective, la **ventilation naturelle ou hybride** apparaît comme une alternative à la ventilation systématique, sous réserve d'une adaptation des **exigences réglementaires** en matière de performances minimales. Des **projets pilotes** sont suggérés afin d'objectiver les gains en **consommation auxiliaire** et en **performance réelle**.
La remise en question du **surdimensionnement normatif** constitue également un levier important. Elle conduit à envisager une révision des performances minimales et une meilleure intégration du **coût du cycle de vie (CAPEX / OPEX)** dans les décisions. La définition d'une méthode nationale fondée sur des **profils d'usage réels** permettrait d'aligner investissements initiaux, coûts d'exploitation et besoins effectifs.
Les systèmes techniques sont ainsi envisagés en **appoint**, au service d'une **architecture sobre**. La cohérence entre **production locale d'énergie** et besoins réels constitue un enjeu central, le développement d'**outils simplifiés de simulation** permettant d'éviter les installations symboliques ou surdimensionnées.
Enfin, la **simplification des systèmes de régulation** est identifiée comme levier de **robustesse** et de performance d'usage. L'élaboration d'un **guide d'ergonomie technique** ainsi que la généralisation d'un **protocole national de commissioning** sont avancées afin de réduire l'écart entre **performance calculée** et **performance mesurée en exploitation**.

2. **Comment motiver à la sobriété ?**

La **sobriété** est abordée comme un principe structurant, tant au niveau technique que culturel.
La **mutualisation des équipements** est envisagée comme réponse au sur-équipement courant et comme outil de **maîtrise des ressources**. L'élaboration d'un **guide de programmation sobre** permettrait d'intégrer cette logique dès les premières phases de projet.
Le rôle déterminant de l'**usage** dans la consommation énergétique est souligné. La mise en place d'un **carnet d'usage du bâtiment** est évoquée afin de renforcer l'appropriation par les utilisateurs et la cohérence entre conception et exploitation.
La **sur-instrumentation** est associée à une complexité accrue et à des coûts supplémentaires sur le cycle de vie. L'introduction d'un **indicateur de complexité technique** vise à contenir ces dérives.
Une évolution culturelle est également jugée nécessaire. La valorisation de la **simplicité technique**, notamment via un **label dédié** dans les marchés publics, pourrait contribuer à modifier la perception de la sobriété. Par ailleurs, une réflexion sur la révision des **plages de confort réglementaires** est considérée comme source de **gains énergétiques immédiats**, dans une approche **adaptative**.

3. **Quels sont les éléments clés permettant de définir confort et santé dans le contexte de la décarbonation ?**

La question du **confort et de la santé** est abordée dans une perspective compatible avec les objectifs de décarbonation.
L'adoption d'un **confort adaptatif** est présentée comme alternative aux standards uniformes, afin d'éviter une logique de **sur-confort énergivore**. Des **études de terrain** sur le confort réel sont évoquées pour objectiver les pratiques.
Une **ventilation dimensionnée selon les besoins effectifs** permettrait de concilier **qualité de l'air intérieur** et sobriété énergétique. L'élaboration d'un **guide de ventilation raisonnée** est mentionnée pour encadrer cette approche.
La **lumière naturelle** constitue un levier passif prioritaire relevant des choix architecturaux. La définition d'un **indicateur de lumière du jour** permettrait d'intégrer cette dimension dès l'esquisse.
La **résilience passive**, entendue comme capacité du bâtiment à fonctionner avec un minimum d'énergie, est identifiée comme critère structurant. L'introduction d'un **indice de résilience bâtiment** est suggérée afin d'intégrer cette dimension dans l'évaluation des performances.
Enfin, la **simplicité d'usage** et la compréhension des systèmes par les utilisateurs sont reconnues comme facteurs déterminants de **performance réelle**, des **tests utilisateurs en phase réception** étant évoqués pour vérifier la lisibilité des installations.

4. **Que faut-il mettre en place pour que le critère financier ne domine pas les réflexions ?**

La prise en compte du **coût global** est identifiée comme condition essentielle pour dépasser une logique exclusivement centrée sur le **CAPEX**. Le développement d'un outil simplifié articulant **ACV / ACCV et coût global** permettrait de soutenir une décision à long terme intégrant les externalités.
La **maintenabilité** devient un critère central, la complexité technique étant associée à des **coûts d'exploitation élevés**. L'introduction d'un **indicateur de maintenabilité** vise à favoriser des solutions plus robustes et sobres.
Le passage d'une logique de **moyens imposés** à une logique de **résultats vérifiables** en matière de performance carbone est présenté comme levier d'innovation. Un cadre d'**évaluation des performances réelles** apparaît nécessaire.
La mise en place d'une **sandbox réglementaire** et de **projets pilotes** est évoquée afin de lever les freins juridiques à l'innovation. La vérification systématique des performances en exploitation, via une **procédure nationale de réception énergétique**, est perçue comme facteur de crédibilité économique.

5. **Comment innovation et low-tech peuvent cohabiter ?**

L'innovation est envisagée comme capacité à **simplifier les systèmes** plutôt qu'à les complexifier. La valorisation institutionnelle de l'**innovation low-tech** est évoquée comme levier de changement de paradigme.
Le recours aux solutions **high-tech** doit être justifié par leur pertinence en matière de **coût global** et de **performance carbone**, notamment au travers d'une **check-list de pertinence technique**.
La **coordination précoce de la chaîne de valeur** est identifiée comme condition structurante. L'évolution vers des **modèles contractuels collaboratifs** permettrait d'anticiper les arbitrages entre stratégies passives et techniques.
La complémentarité entre **stratégies passives et systèmes d'appoint** constitue une voie équilibrée. L'intégration de l'**ACV dès l'esquisse** est considérée comme un outil d'orientation des choix structurants, soutenant une **innovation systémique** intégrant carbone et cycle de vie.

Conclusion de l'atelier

Les échanges ont conduit à une remise en perspective du rôle des **techniques spéciales** dans la décarbonation. Le potentiel d'amélioration ne réside pas principalement dans l'optimisation incrémentale des équipements, mais dans une **réduction structurelle des besoins énergétiques par la conception**.

La **complexification croissante des bâtiments**, liée à des logiques prescriptives et à une recherche de confort maximal, est identifiée comme facteur d'écart entre **performance théorique et performance réelle**, générant une dépendance accrue aux systèmes techniques et une hausse des coûts.

Les priorités formulées portent sur :

- la **conception sobre** avant l'équipement ;
- le passage à une **logique de résultats carbone** ;
- la redéfinition du **confort dans une approche adaptative** ;
- l'intégration de l'**exploitation réelle** dans l'évaluation de la performance ;
- la valorisation de la **simplicité**, de la **robustesse** et de la **résilience** ;
- la mise en place d'**expérimentations encadrées** ;
- l'intégration du **cycle de vie complet** dans la décision.

L'atelier met en évidence un **changement de paradigme** : la performance carbone des **techniques spéciales** ne résulte pas d'une accumulation d'équipements, mais d'une **conception globale intégrée** articulant **sobriété**, **robustesse**, **coût du cycle de vie** et **usage réel**.

La transition implique une évolution simultanée des **pratiques de conception**, des **modèles économiques**, du **cadre réglementaire** et des **compétences du secteur**. Les techniques spéciales deviennent ainsi un **outil au service d'une stratégie systémique**, et non une finalité en soi.

TABLE RONDE

Economie circulaire_Philippe GENOT

La séquence consacrée à l'**économie circulaire** débute par un questionnement adressé au public sur l'intégration du **réemploi des matériaux** dans une approche bas carbone. Il ressort que **64 %** des répondants indiquent avoir déjà intégré le réemploi dans leurs réflexions liées à l'approche bas carbone, ce qui traduit une **prise de conscience concrète** de son rôle dans la **réduction de l'empreinte carbone** des projets. Les **36 %** restants déclarent y avoir déjà réfléchi sans être encore passés à l'action, confirmant un **intérêt marqué** et un **potentiel important** pour renforcer le passage de l'intention à une mise en œuvre opérationnelle.

Interrogés ensuite sur les **challenges** rencontrés lors de projets intégrant du réemploi, les participants mettent principalement en avant la **disponibilité des éléments au moment opportun**, les questions de **garantie** ainsi que les contraintes de **stockage**. Ces préoccupations sont présentées comme légitimes, dans la mesure où elles touchent directement à la **planification**, à la **responsabilité** et à la **gestion opérationnelle** des projets. L'analyse souligne toutefois que la majorité de ces enjeux relève avant tout de l'**organisation** et de la **logistique** : avec une **anticipation suffisante**, des **inventaires précis**, des **partenariats fiables** et des **solutions de stockage adaptées**, ces obstacles sont considérés comme **gérables** et ne constituent pas des freins structurels au réemploi.

Sur les questions adressées à l'expert, il est précisé que le réemploi d'éléments issus de bâtiments destinés à être démolis constitue un **levier direct** de l'approche bas carbone dans les nouveaux projets. En conservant et en réutilisant des composants existants, il devient possible d'éviter les émissions liées à l'**extraction de matières premières**, à la **fabrication de matériaux neufs** et au **transport**, ce qui réduit l'empreinte carbone globale du projet dès la phase de conception. Cette démarche contribue également à l'**économie circulaire**, limite les **déchets** et renforce la cohérence entre **déconstruction responsable** et **construction durable**.

Enfin, concernant l'existence d'un cadre réglementaire, il est indiqué qu'au Luxembourg le réemploi des matériaux issus de la déconstruction s'inscrit dans un cadre clair, à travers la loi **« Null Offall »**. Cette législation est présentée comme un catalyseur ayant structuré les pratiques, en rendant obligatoires, sous certaines conditions, l'**inventaire de déconstruction**, et en prévoyant également l'**inventaire de réemploi** avant certains travaux. Ces inventaires permettent d'identifier en amont les éléments valorisables, d'optimiser leur récupération et de réduire les déchets, constituant un outil essentiel pour encourager l'économie circulaire, améliorer la gestion des ressources et intégrer plus systématiquement le réemploi dans les projets de transformation du bâti existant.

ATELIER 3_Philippe GENOT

Economie circulaire_ L'approche Bas Carbone dans le cadre de projets de déconstruction avec ré-emploi

1. **Réflexions générales sur l'approche d'« Urban Mining »**

L'approche d'**Urban Mining** suppose de considérer pleinement les **ressources existantes** et les **chaînes de valeur locales**. Un travail structurant reste à mener au Luxembourg, notamment à l'échelle régionale, afin de renforcer la coordination de la chaîne de valeur du secteur de la construction.
L'accent doit être mis sur les **objets à réelle valeur ajoutée**, ce qui implique un **inventaire de réemploi de qualité**, fondé sur une expertise technique rigoureuse. La **loi Null Offall** est identifiée comme catalyseur, bien que son évolution soit nécessaire pour clarifier certains aspects.
Des freins subsistent, notamment en matière de **certification des éléments réemployés** et d'**assurabilité**. Un cadre national et européen plus clair apparaît nécessaire. Dans ce contexte, la **Maîtrise d'œuvre** joue un rôle central, en termes de conseil, d'expertise et d'émergence de nouveaux métiers.

2. **Vers une évolution du cadre législatif au Luxembourg (Loi Null Offall)**

La **Loi Null Offall** constitue un premier cadre structurant, mais elle doit évoluer afin d'intégrer pleinement l'**approche cycle de vie** des bâtiments. La clarification des modalités de certification, voire leur intégration dans d'autres cadres normatifs, est jugée indispensable.
Le lien avec le **CPE** et la **feuille de route bas carbone** doit être renforcé afin d'assurer une cohérence globale des politiques publiques. La mise en place d'un **inventaire unique intégrant l'ensemble des données** est également évoquée, ainsi que l'élaboration de **clauses techniques claires et applicables à tous**.

3. **Quels sont les principaux freins au réemploi ?**

Plusieurs freins ont été identifiés, à commencer par la **qualité des matériaux** et la nécessité d'un **inventaire structuré et fiable** permettant d'identifier les éléments présentant une réelle plus-value.
Les questions de **stockage**, d'organisation logistique et de disponibilité des matériaux doivent être traitées à l'échelle nationale et régionale, éventuellement via une **plateforme intelligente**.
Le **planning** constitue également un enjeu, nécessitant une anticipation renforcée par la Maîtrise d'œuvre.
Les aspects liés aux **certifications et à la réception des matériaux réemployés** exigent une clarification réglementaire. La question de la **rentabilité**, analysée à travers le **coût et le cycle de vie**, demeure centrale. Enfin, l'**acceptation sociale** et le changement de mindset nécessitent un effort de communication structuré.

4. **Un produit réemployé est-il forcément meilleur en termes d'impact carbone ?**

En principe, le réemploi contribue à la réduction de l'empreinte carbone, mais cette affirmation dépend fortement des matériaux, des projets et des conditions de mise en œuvre. L'**approche cycle de vie globale** est déterminante, le réemploi s'inscrivant souvent dans un **deuxième cycle de vie**.
Il convient également de veiller à la cohérence de la **chaîne de valeur** et à la maîtrise des **transports**, en privilégiant autant que possible des circuits locaux.

5. **Comment encourager le réemploi des matériaux dans de nouveaux projets ?**

L'encouragement du réemploi passe par une meilleure intégration de l'**approche cycle de vie globale**, en dépassant la seule logique d'investissement initial. Il est essentiel de démontrer le **gain réel en termes de carbone**, en s'appuyant sur des calculs objectivés et sur la feuille de route bas carbone.
L'intégration des **industriels et spécialistes dès les premières phases** du projet renforce la faisabilité technique et économique du réemploi. Une **communication renforcée** demeure indispensable pour accompagner ce changement.

6. **Quel est le rôle de la Maîtrise d'œuvre dans cette approche ?**

La **Maîtrise d'œuvre** occupe un rôle structurant dans la réussite de l'économie circulaire. La **sensibilisation**, la capacité à expliquer et à convaincre constituent des leviers déterminants. La **programmation des projets** est identifiée comme phase clé pour intégrer le réemploi. Une certaine **flexibilité** dans la gestion des projets est nécessaire afin d'adapter les choix en cours de route. L'approche peut être résumée par la formule : **moins de matière, plus de matière grise**, soulignant l'importance de l'intelligence conceptuelle dans la réduction de l'impact environnemental.

Conclusion de l'atelier

Le **réemploi dans la construction** constitue un levier clé pour une approche **durable et bas carbone**. Si la **Loi Null Offall** a partiellement clarifié ce cadre, des adaptations restent nécessaires, notamment en matière de certification et d'organisation.
Les freins identifiés sont principalement **organisationnels**, liés à la disponibilité, au stockage et à la coordination des acteurs, plutôt qu'à des barrières structurelles insurmontables. Le réemploi permet de prolonger le **cycle de vie des matériaux** et de réduire l'empreinte carbone, en particulier dans une logique multi-cycles.
La réussite dépend d'un **cadre réglementaire clair**, d'une **coordination efficace de la chaîne de valeur** et d'un engagement actif de la **Maîtrise d'œuvre**. Avec ces conditions réunies, le réemploi peut devenir un pilier structurant de la construction circulaire et bas carbone au Luxembourg.

TABLE RONDE

Programmation_Samuel MAJERUS

Pour le volet consacré à la **programmation**, une première question a été adressée au public : « De combien le Luxembourg dépasse-t-il la moyenne de l'UE en matière de surface moyenne habitable par logement ? ». M. Samuel Majerus met en évidence que la surface moyenne des logements au Luxembourg s'élève à **140 m²**, contre **104,8 m²** en moyenne dans la zone euro. Le Luxembourg figure ainsi parmi les pays présentant les surfaces les plus élevées en Europe. Cette tendance s'inscrit dans un contexte plus large de **consommation d'espace et de ressources**, illustré également par un **taux de motorisation** supérieur à celui des pays voisins. Ces constats soulignent l'enjeu central de la **sobriété spatiale** comme levier direct de réduction de l'**empreinte carbone**, dans la mesure où l'augmentation des surfaces construites entraîne mécaniquement une hausse des volumes, des matériaux mobilisés et des impacts environnementaux associés.
Interrogé sur la question « Quels matériaux est le plus durable ? », M. Samuel Majerus apporte un éclairage conceptuel en soulignant que le matériau le plus durable est avant tout **celui qui n'est pas utilisé**. Cette position met en évidence la primauté de la **réduction des besoins** sur le simple arbitrage entre matériaux. Elle renvoie à une approche fondée sur la **maîtrise des surfaces**, la **rationalisation des usages** et l'**optimisation du programme**, avant toute réflexion sur le choix constructif. La programmation apparaît ainsi comme un levier structurant permettant d'agir en amont sur la quantité de matière mobilisée, plutôt que de chercher à compenser a posteriori les impacts générés.
À la question de savoir si la **sobriété** et la **programmation efficace** occupent une place significative dans l'étude des projets, l'expert apporte une réponse nuancée. Il souligne que la programmation spatiale et l'optimisation des surfaces sont effectivement abordées lors des phases d'**étude de faisabilité** et, le cas échéant, en **APS**. Toutefois, il relève qu'une part très limitée du **budget d'honoraires** et du **temps d'étude** est réellement consacrée à cette optimisation en amont. Cette situation révèle un décalage entre l'importance stratégique de la programmation comme levier de **réduction des volumes construits** et les moyens effectivement mobilisés pour en maximiser l'impact. Elle met en évidence la nécessité de rééquilibrer les priorités méthodologiques et contractuelles afin de renforcer la place de la **programmation spatiale** dans les premières phases du projet, et d'en faire un outil central de la **décarbonation structurelle** des opérations.

ATELIER 7_mené par Samuel MAJERUS

Programmation_Less is more – La sobriété dans la programmation spatiale des projets

1. **Comment motiver à la sobriété chez le maître d'ouvrage ?**

Les échanges mettent en évidence que la **sobriété spatiale** constitue un levier à fort impact, souvent sous-exploité au stade de la programmation. La sensibilisation des maîtres d'ouvrage passe d'abord par le **développement de formations spécifiques**, visant à accompagner un changement de mentalité et à repositionner la sobriété non comme une renonciation, mais comme une **utilisation efficace des surfaces**.
Une attention particulière est portée au lien entre **efficacité spatiale et budget disponible**. Une meilleure optimisation des surfaces peut libérer des marges financières, ce qui nécessite des **analyses coûts-bénéfices** intégrant des indicateurs de performance.
Les participants soulignent également l'importance d'un **cadre réglementaire adapté**, notamment au niveau communal. Des ajustements réglementaires sont évoqués afin d'encourager l'optimisation des ressources, des méthodes constructives et de l'usage des matériaux.
La question du **mode de propriété des terrains**, notamment via le recours au bail emphytéotique, est évoquée comme levier permettant d'inscrire les projets dans une perspective de long terme. Des incitations financières, telles que l'augmentation de l'impôt foncier ou des taux préférentiels, sont mentionnées comme moyens de sensibilisation économique à la sobriété.

2. **Comment convaincre les maîtres d'ouvrage et les utilisateurs de mutualiser les fonctions ?**

La mutualisation des fonctions est présentée comme un levier structurant pour optimiser l'utilisation des surfaces. Les participants insistent sur la nécessité de **projets pilotes démonstrateurs** permettant de rendre visibles les avantages de la mutualisation.
Des **voyages d'études** et la valorisation d'**exemples de bonnes pratiques** sont identifiés comme outils pédagogiques efficaces. L'objectif est de démontrer concrètement la faisabilité et les bénéfices économiques, sociaux et environnementaux de la mutualisation.

3. **Comment récompenser contractuellement les planificateurs qui apportent des solutions de sobriété ?**

La question de la rémunération des planificateurs est identifiée comme centrale. La proposition de **déproportionnaliser les honoraires du coût de construction** vise à valoriser davantage la qualité de la programmation et les décisions prises en amont, plutôt que le volume construit.
L'introduction de **bonus différés**, fondés sur des critères de performance à long terme, est évoquée comme mécanisme incitatif permettant de récompenser la sobriété effective. À l'inverse, les mesures punitives sont jugées peu pertinentes et susceptibles de générer des effets contreproductifs.

4. **Comment augmenter l'importance de la phase cruciale de programmation ?**

La phase de programmation est identifiée comme moment stratégique pour intégrer la sobriété. Une **redistribution des honoraires**, avec une part accrue dédiée aux phases initiales, permettrait d'approfondir la définition des besoins, des objectifs et des contraintes.
L'intégration explicite des objectifs de sobriété dans les missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage est évoquée afin de fixer le programme dès le départ et d'éviter les extensions ultérieures.

La mise en place d'**indicateurs obligatoires conditionnant l'octroi de subsides publics** est également mentionnée, renforçant la responsabilité étatique dans l'encadrement de la programmation.

5. **Quelles réponses apporter aux maîtres d'ouvrage hésitants ?**

Les échanges soulignent la nécessité de distinguer **quantité de surface et qualité de vie**. L'optimisation de l'espace est présentée comme bénéfique en termes d'usage, d'entretien et de performance globale.
Le recours à des **certifications reconnues** (BREEAM, DGNB, WELL, LEED, etc.) est évoqué comme outil de sécurisation économique et de crédibilisation des projets.
La question du **stationnement** est identifiée comme sensible. Un accompagnement en **change management** est recommandé afin d'anticiper les réactions émotionnelles et de promouvoir des alternatives adaptées.
Des projets pilotes inspirés de démarches telles que la **2000-Watt-Gesellschaft** sont mentionnés comme exemples concrets démontrant la viabilité d'une programmation sobre.

6. **Comment mesurer le degré de sobriété dans un projet ?**

La nécessité de définir une **définition commune de la sobriété** est soulignée. La mise en place d'**indicateurs quantitatifs et qualitatifs** permettrait d'évaluer objectivement l'efficience des surfaces.
Des critères tels que le **ratio utilisateur/m²**, le taux d'occupation ou le nombre de places de parking par m^2 sont évoqués comme références possibles. Ces indicateurs pourraient être valorisés ou rendus obligatoires dans certains cas.
L'établissement d'**indicateurs nationaux adaptés aux différentes fonctions** (logement, bureau, commerce, etc.) est identifié comme condition d'une évaluation cohérente.

Conclusion de l'atelier

Au Luxembourg, la **sobriété spatiale** et l'**efficacité des surfaces** restent largement sous-exploitées. Il est crucial de promouvoir une approche visant à **optimiser l'utilisation des espaces**, notamment en repensant les **modèles traditionnels**.
Cela inclut :

- **Déproportionnaliser les honoraires du coût de construction**, afin de valoriser davantage les **phases amont** où les **décisions critiques** impactent fortement la **sobriété spatiale**.
- **Redistribuer les honoraires** en augmentant la part dédiée aux **phases initiales de conception**, pour encourager des projets mieux pensés dès le départ.
- Définir des **taux d'occupation minimaux obligatoires** pour l'**octroi de subsides**, en établissant des critères tels que le **ratio utilisateur/m²** ou **places de parking/m²**, afin de maximiser l'**efficience des surfaces** et éviter les **gaspillages structurels**.
- Établir des **indicateurs nationaux** pour l'**efficacité des surfaces**, adaptés aux différentes fonctions (logement, bureau, commerce, etc.). Ces indicateurs permettront d'évaluer objectivement si un projet utilise efficacement les surfaces disponibles.

Réglementer ces critères pour les **maîtres d'ouvrage publics ou communaux**, et les lier à des **conditions spécifiques**, telles que l'**octroi de subsides** ou l'**obtention d'autorisations administratives**.

TABLE RONDE

Bilans écologiques_Anne STEMPER

Les échanges ont d'abord permis de situer le **niveau de maturité du secteur** en matière de **calcul d'empreinte carbone**. Une majorité significative des participants déclarent déjà réaliser des calculs, soit au moyen de **logiciels spécialisés**, soit via l'exploitation de **bases de données existantes** telles que les **EPD** ou **référentiels nationaux**. Cette pratique témoigne d'une **montée en compétence progressive**, tout en révélant une **diversité d'approches** et de **niveaux d'intégration dans les processus de projet**.
L'intervention de l'experte a clarifié les modalités d'intégration de l'**analyse du cycle de vie (ACV)** dans la conception. Deux **logiques complémentaires** ont été distinguées : des **bilans à jalons clés**, incluant un contrôle en phase **« as-built »**, et une approche **itérative d'aide à la décision** dès les premières phases, via des **comparaisons de variantes structurelles, architecturales ou techniques**. Cette approche permet d'orienter les choix vers les **solutions environnementalement pertinentes** et de mesurer l'**évolution du projet dans le temps**.
Enfin, la discussion a porté sur la distinction entre **calcul d'empreinte carbone** et **bilan écologique**. Si les deux couvrent le **cycle de vie**, l'empreinte carbone se concentre sur les **émissions de CO_2 équivalent**, tandis que le bilan écologique intègre un spectre élargi d'**indicateurs environnementaux** : **énergie primaire**, **consommation d'eau**, **biodiversité**, **épuisement des ressources**, **pollution**. Le bilan écologique offre une **vision globale**, mais plus complexe ; l'empreinte carbone permet une **prise de décision plus lisible**, centrée sur la **lutte contre le changement climatique**, tout en restant partielle.

ATELIER 8_mené par Anne STEMPER et Yara OWEISS

Bilans écologiques_Outils du futur

1. **Un calcul de l'empreinte carbone va devoir être réalisé pour les futurs projets : comment prévoyez-vous de les réaliser ? En interne ou en sous-traitance ?**

Les échanges mettent en évidence une préférence marquée pour l'**internalisation des calculs carbone** au sein des bureaux d'études. Cette approche est perçue comme permettant une **meilleure compréhension des résultats** et une influence directe sur les choix de conception dès les premières phases du projet.
La création d'une **cellule interne dédiée** aux calculs carbone est évoquée comme piste structurante, impliquant le **recrutement ou la formation d'experts spécialisés**. Cette internalisation ne dispense toutefois pas d'une sensibilisation élargie de l'ensemble des équipes, afin d'éviter une concentration des compétences et de favoriser une appropriation transversale.
La sous-traitance reste envisageable dans certains cas, mais elle est perçue comme moins favorable à l'intégration stratégique des enjeux carbone dans le processus de conception.

2. **Pour la réalisation des calculs carbone, préférez-vous la liberté de choix d'outil ou un outil commun ?**

La nécessité d'une **base de données commune et standardisée à l'échelle européenne** est largement soulignée. Une harmonisation des **méthodologies** apparaît indispensable afin de garantir la comparabilité des résultats, notamment dans un contexte transfrontalier où les impacts énergétiques varient selon les pays.
Les participants expriment néanmoins une préférence pour le maintien d'une **liberté de choix des logiciels**, considérant que la flexibilité favorise l'innovation et l'adaptation aux contextes spécifiques. Les logiciels actuels sont toutefois jugés encore perfectibles, en raison d'un **manque de maturité et de fiabilité des données**.
La question de l'établissement de **seuils progressifs au Luxembourg jusqu'en 2030** est évoquée, ainsi que la possibilité d'un **système de notation de type ABCDEF** pour classifier les performances carbone. Ces outils seraient susceptibles d'améliorer la lisibilité et la pédagogie du dispositif.

3. **Que peut apporter un calcul de l'empreinte carbone dans les projets ? Quels sont les principaux défis ?**

Le principal défi identifié concerne la **sensibilisation des maîtres d'ouvrage**, les considérations financières restant souvent prioritaires. La mise en avant des bénéfices, y compris économiques, apparaît déterminante pour favoriser l'adhésion.
La **visualisation via le BIM** est mentionnée comme outil de communication facilitant la compréhension des résultats. Par ailleurs, l'octroi d'**aides financières**, notamment via le fonds climat et énergie pour les collectivités publiques, est évoqué comme levier d'accélération.
Les participants recommandent de **généraliser l'intégration de l'approche bas carbone** dans le processus global de conception et de réalisation, au-delà du seul aspect opérationnel.

4. **Calcul de l'empreinte carbone ou bilan écologique ? Plus-value ou contrainte ?**

Les échanges reconnaissent le **bilan écologique** comme une **plus-value** permettant d'élargir la perspective au-delà du seul carbone. Il offre une vision plus complète des impacts environnementaux, bien que sa mise en œuvre soit jugée plus complexe.
La difficulté de **pondération des indicateurs environnementaux** est identifiée comme un obstacle méthodologique majeur. Le recours à des **experts spécialisés** apparaît nécessaire pour interpréter correctement les résultats.

L'importance de prendre en compte l'**impact local des projets** est également soulignée, notamment en lien avec les solutions constructives et les savoir-faire régionaux.

5. **Comment peut-on bénéficier du processus BIM pour optimiser l'ACV et l'empreinte carbone ?**

Le **BIM** est identifié comme un **outil structurant pour la gestion et l'optimisation des données carbone**. Son intégration permettrait d'améliorer la cohérence des calculs et de faciliter la mise à jour des données.
La qualité des données d'entrée est toutefois considérée comme condition essentielle à la fiabilité des résultats, le manque de données exhaustives et applicables constituant un frein.
Le potentiel de l'**intelligence artificielle** est évoqué pour optimiser les calculs et automatiser certaines analyses. Les participants recommandent d'utiliser le BIM sur l'**ensemble du cycle de vie** du bâtiment (construction, exploitation, fin de vie), afin d'assurer une cohérence entre conception, exploitation et évaluation environnementale.

Conclusion de l'atelier

Les échanges ont porté sur la mise en œuvre opérationnelle des **calculs d'empreinte carbone et des bilans écologiques** dans les projets de construction. Un consensus se dégage en faveur de l'**internalisation des compétences**, tout en reconnaissant la nécessité de recourir à des experts pour l'interprétation approfondie des bilans écologiques.
La mise en place d'une **base de données européenne harmonisée**, combinée au maintien d'une certaine liberté dans le choix des outils, apparaît comme un équilibre pertinent entre standardisation et flexibilité.
L'intégration du **BIM** est identifiée comme levier central d'optimisation des processus et d'amélioration de la cohérence des données sur l'ensemble du cycle de vie.
Enfin, la **sensibilisation des maîtres d'ouvrage** demeure un défi majeur pour assurer une adoption généralisée des bilans carbone et écologiques. L'atelier met ainsi en évidence que les outils méthodologiques devront s'accompagner d'une évolution des pratiques, des compétences et des mécanismes d'incitation afin de contribuer efficacement à la feuille de route de la construction bas carbone.