

GT TRANSVERSE LOW-TECH

Livrable de la phase 1
Etat des lieux et perspectives

Novembre 2024

©Manuel Bouquet / Terra

Avec le soutien de :

PREAMBULE

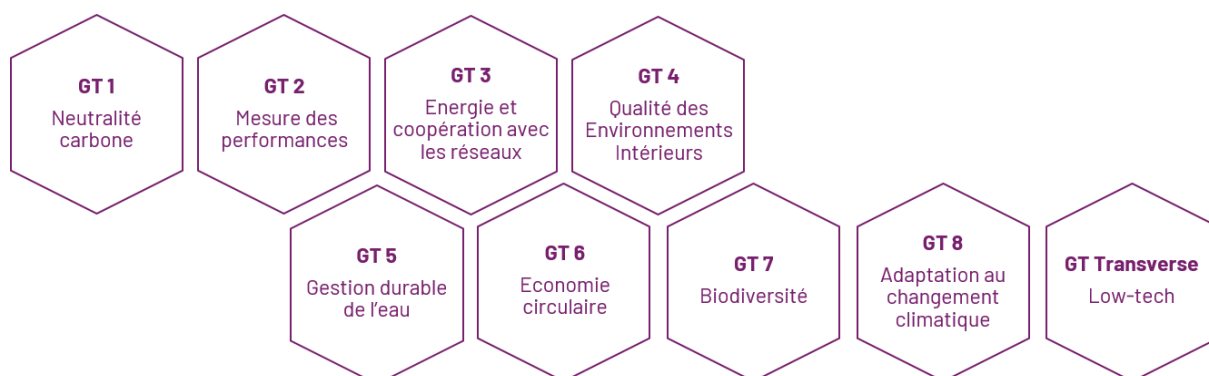
La nouvelle réglementation environnementale des bâtiments neufs (RE2020), entrée en vigueur au 1er janvier 2022, dessine une trajectoire ambitieuse en faveur de la performance environnementale des bâtiments. Elle fixe un cap clair et une trajectoire progressive donnant la priorité à la sobriété énergétique, à la décarbonation de l'énergie et à la réduction de l'impact sur le climat de la construction des bâtiments tout en garantissant le confort des occupants.

A l'image des travaux de préfiguration ayant inspiré les réglementations thermiques successives, le Ministère a affirmé sa volonté d'**impulser une nouvelle dynamique collective vertueuse et inciter les acteurs volontaires à aller au-delà de la RE2020**, en cohérence avec les objectifs nationaux à moyen et long terme et ainsi élargir, dans un cadre volontaire, l'actuel champ réglementaire de la RE2020 à d'autres aspects environnementaux, éclairant une voie de progrès que tous, Etat, collectivités et acteurs de la filière, souhaitent poursuivre pour les bâtiments de demain et d'après-demain.

A la suite de la vaste concertation menée en 2021 par le Plan Bâtiment Durable, l'Etat, par une lettre de mission signée le 28 avril 2023 par la Directrice Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature, a confié le soin à **trois associations**, l'Alliance HQE-GBC, la Collectif Effinergie et le Collectif des Démarches Quartiers Bâtiments Durables - regroupés au sein du Groupement d'Intérêt Ecologique (GIE) - de **conduire le projet CAP2030** afin de proposer un cadre commun de référence permettant d'aller au-delà de la RE2020. Le projet est mené avec l'appui scientifique et technique du CSTB et l'accompagnement du Plan Bâtiment Durable, et avec le soutien financier du Ministère du Logement et de la Rénovation urbaine et de l'ADEME.

Ce projet inédit vise à **co-construire**, avec tous les **acteurs du bâtiment volontaires**, un **cadre commun de référence** qui viendrait préfigurer les futures réglementations environnementales. Celui-ci ambitionne de dépasser la RE2020 en intégrant de nouvelles thématiques telles que la mesure des performances, l'eau, la biodiversité, l'économie circulaire, la qualité de l'environnement intérieur, l'adaptation au changement climatique, la low tech, en plus du carbone et de l'énergie. L'objectif est de préparer la construction de bâtiments durables et résilients de demain et d'après-demain, en prenant en compte les enjeux écologiques, économiques et sociétaux, et d'accompagner les acteurs dans la mise en œuvre des nouvelles réglementations.

Le projet CAP2030 a démarré en octobre 2023 et a mobilisé, sur sa première phase de travail, plus de 1 000 professionnels au sein des neuf groupes de travail thématiques :



Chaque groupe de travail est piloté par le GIE, avec l'appui du CSTB. Des experts y sont ponctuellement associés. Ces groupes de travail sont ouverts à tous les acteurs volontaires souhaitant s'engager dans le projet et apporter leur expertise.

D'octobre 2023 à l'été 2024, les groupes de travail ont élaboré des propositions, qui ont été consolidées par le Conseil Scientifique et Technique, et dont le format dépend de la maturité des thématiques, des travaux de recherche existants et du retour d'expérience disponible. Ces travaux sont synthétisés dans les livrables de la phase 1 publiés pour chaque groupe de travail.

Ces premiers travaux viennent nourrir la co-construction du cadre commun de référence (CCR), objet central du projet CAP2030, dont une première version sera présentée au 1^{er} trimestre 2025.

Conforme à la RE2020, ce CCR a pour ambition d'explorer des enjeux au-delà de cette réglementation. Il proposera une grammaire commune traduite dans un outil pratique et évolutif, fondé sur des données concrètes et des retours d'expérience. Destiné à toutes les typologies de bâtiments (résidentiels et tertiaires) sur l'ensemble du territoire, le CCR veille à sa convergence avec les cadres réglementaires et normatifs nationaux et européens. Il a également pour objectif d'accompagner les acteurs dans leur montée en compétences sur les thématiques abordées par CAP2030. Il mettra en lumière l'ensemble des thématiques traitées dans CAP2030.

Une fois intégré aux outils des associations (certifications, labels, démarches BD), le CCR pourra être largement expérimenté par les maîtres d'ouvrage. Leurs retours d'expérience viendront alimenter l'Observatoire CAP2030 et permettront d'enrichir et d'ajuster le CCR mais également de faire progresser l'ensemble de la filière.

Quant aux travaux des GT, ils se poursuivront à partir de janvier 2025 pour approfondir certains indicateurs et en explorer de nouveaux.

TABLE DES MATIERES

Préambule.....	1
1. Périmètre de la note	5
2. Qu'est-ce que la low-tech ?	5
Naissance d'une prise de conscience et principaux acteurs	5
3. Contexte du bâtiment : le système actuel et ses enjeux.....	8
Comment en sommes-nous arrivés là ?	8
L'essor de l'industrie des matériaux.....	8
La métamorphose induite de l'acte de construire	9
L'automatisation ou la complexification de la gestion du bâtiment	10
L'obsolescence permise grâce à la facilité énergétique	12
L'insatisfaction	12
Conclusion	13
Pourquoi changer ?	14
Les limites d'habitabilité de la planète terre sont dépassées	14
Un équilibre rompu, différents facteurs d'instabilité	15
L'amorce d'un changement	16
Stratégie tripartite à adopter sans délai	17
1 - Atténuation : le bâtiment doit limiter ses effets négatifs	18
2 - Adaptation : anticiper pour assurer la résilience	18
3 - Régénération : le bâtiment comme vecteur d'amélioration	19
4. La démarche low-tech dans le bâtiment.....	19
UTILITÉ - POURQUOI ? UNE PROGRAMMATION NÉCESSAIRE ET SUFFISANTE : LES CONDITIONS DU PROJET	20
Cherche à répondre à la juste nécessité.....	20
Cherche à renforcer l'existant	24
DURABILITÉ - COMMENT ? UNE CONCEPTION SOBRE ET RÉSILIENTE : LES MODALITÉS DU PROJET	27
S'attache à minimiser ses nuisances sur l'environnement	27
Cherche la résilience.....	31
FACILITÉ - QUI ? UN USAGE CONVIVAL, ÉMANCIPATEUR ET APPROPRIÉ	32
S'applique à être appropriable.....	32
CONCLUSION, LA LOW-TECH COMME MOTEUR DU BÂTIMENT DE DEMAIN	34
5. Des chemins possibles	34
5.1. Neutralité Carbone	35

5.2. Mesurer les performances.....	36
5.3. Énergie et réseaux	36
5.4. Qualité des Environnements Intérieurs	37
5.5. Gestion durable de l'eau.....	38
5.6. Économie circulaire	39
5.7. Biodiversité	40
5.8. Adaptation au changement climatique	41
5.9. Un indicateur global de l'approche low-tech : le score low-tech	42
5.10. Les angles morts du projet CAP2030 ou de la réglementation	43
6. Au delà de CAP2030, appropriation de la démarche low tech dans le bâtiment	44
Amener à une prise de conscience	44
Rendre désirable par l'imaginaire.....	45
Rendre désirable par le levier économique	46
Déconstruire les préjugés sur la low-tech	47
Être encouragé par la puissance publique	47
Mobiliser les usagers en tant qu'acteur du bâtiment	48
Responsabilité des constructeurs	49
Conclusion	49
Bibliographie	51
Annexes.....	52
Annexe 1 : Définitions existantes	52
Annexe 2 : Exemples de standardisation	54
Annexe 3 : Exemples de notre dépendance aux réseaux	55
Annexe 4 : Choix du vocabulaire	55

1. PERIMETRE DE LA NOTE

Cette note participe à la création d'un cadre commun de référence, partagé par un grand nombre d'acteurs, dans le cadre de CAP2030 qui a pour objectif de préfigurer la prochaine réglementation environnementale. Elle s'appuie donc sur la RE2020 et propose d'aller au-delà de ses prérequis. Elle propose un cadre de pensée low-tech, qui par son large spectre et son caractère structurant permet d'être transversal. Ainsi, bien que porté par un groupe de travail dédié, ce thème a pour objectif d'insuffler ses valeurs aux travaux de l'ensemble des thématiques du projet CAP2030 en s'incarnant en indicateurs formels.

En continuité de la réglementation environnementale actuelle, cette note concerne donc le périmètre associé aux bâtiments neufs et leur parcelle et s'intéresse en particulier aux phases de conception et de réalisation. Cependant, en cohérence avec l'esprit low-tech, elle interroge le cadre bâti de façon plus large, et notamment la réhabilitation, que celle-ci soit complète ou bien scindée en étapes. De même, elle s'intéresse à l'ensemble des phases du projet, de la programmation à la phase d'usage. Par ailleurs, le périmètre parcellaire peut être étendu afin de prendre en compte son ancrage et les effets sur son territoire : gestion de l'eau, gestion des flux d'énergie, intégration urbaine et paysagère, usages et contributions aux ressources locales et régionales, participation à la préservation de la biodiversité, etc. Enfin d'autres aspects seront intégrés comme la formation et participation des usagers, et des indicateurs de bien-être.

Ainsi, un des objectifs de ce groupe de travail est de tester et consolider de nouveaux indicateurs. Il ne s'agit pas de mettre en avant des solutions en tant que telles mais plutôt se servir de solutions éprouvées pour affiner et hiérarchiser les indicateurs à prendre en compte. L'expérimentation attendue concerne donc clairement les indicateurs. Il s'agira ensuite de hiérarchiser et de définir ce qui appartient au champ réglementaire et d'y associer un champ étendu exclusivement indicatif.

Le groupe de travail transversal low-tech intervient prioritairement en 2024 sur 3 thématiques qui ont été choisies par rapport à la maturité de leurs travaux et leur réceptivité reconnue pour l'approche low-tech : la neutralité carbone, l'économie circulaire et l'adaptation des bâtiments au changement climatique.

En 2025, les 5 autres thématiques seront adressées suivant la même méthode, en complément du travail de suivi des sujets abordés en 2024 : la gestion durable de l'eau, la mesure des performances, la qualité de l'environnement intérieur, la biodiversité, l'énergie et la coopération avec les réseaux.

2. QU'EST-CE QUE LA LOW-TECH ?

2.1. Naissance d'une prise de conscience et principaux acteurs

Le terme « *low-tech* » a une histoire relativement récente. A partir des années 1950, il apparaît peu à peu dans les ouvrages des penseurs du « *Small is beautiful* », dont Ernst Schumacher est la figure de proue. Véritable précurseur, il défend tout au long de sa carrière d'économiste et de philosophe « la production de ressources locales pour les besoins locaux », ainsi que le développement d'une « technologie à visage humain ». La conscience de l'urgence environnementale le fait revenir sur le devant de la scène.

Depuis, on associe ce thème à plusieurs ouvrages et acteurs qui en ont fait leur axe de travail. Pour ce qui concerne le bâtiment, on peut citer entre autres : Alain Bornarel, ingénieur, et

cofondateur du bureau d'études Tribu et de l'association ICEB (Institut pour la Conception Écoresponsable du Bâtiment), et depuis 2012 un prix biennuel, le OFF (Oser Faire Frugal), qui met en avant les constructions, aménagements et réhabilitations qui ont fait un pas de côté par rapport à la production courante. On peut également citer le mouvement de la Frugalité Heureuse et Créative, initié par ce même Alain Bornarel et ses compères architectes, Philippe Madec et Dominique Gauzin-Müller, qui proposent par un manifeste en 2018 de revenir à l'essentiel et par cela d'engager la « métamorphose de l'acte de construire ». Et enfin Philippe Bihoux, ingénieur et auteur dès 2014, d'un ouvrage clé : "L'Âge des low tech". Ces pionniers sont suivis par une nouvelle génération. Citons par exemple Clément Gaillard, urbaniste et designer, qui a dirigé une anthologie de textes sur les low-tech et les technologies appropriées et fait connaître le mouvement "low-tech" et des solutions "low-tech" liées au confort thermique notamment.

De façon plus générale, la démarche low-tech dépasse notre cadre de vie bâti, c'est un rapport au monde, un positionnement conscient de nos besoins et de notre consommation. L'écosystème qui gravite autour du Low-tech Lab de Concarneau et ses antennes, en est un bon exemple. Dès 2016, l'équipage du voilier "Nomade des mers" navigue et accoste à travers le monde à la recherche des "low-technologies". Depuis lors, dans différentes conditions, il teste, éprouve ces systèmes et la relative autonomie qu'ils permettent, et relate leur périple pour toucher et former une communauté grandissante. La prochaine expérimentation prévue à l'été 2024 sera dans un petit appartement francilien. Depuis les actions essaient, sur différents formats et font connaître la low-tech à un plus grand nombre : expérimentation de vie en autonomie dans une "biosphère", "fresque des low-tech", ou encore Mooc (acronyme de "Massive Open Online Course", un type de formation en ligne). Une autre preuve que la démarche low-tech est enfin sortie du milieu associatif et militant puisqu'elle figure désormais au programme de quelques écoles d'ingénieur et université (Centrales Nantes, Grenoble INP...). Le film d'Adrien Bellay sorti en 2023 est encore diffusé à la demande, ce qui permet de toucher un nouveau public. On peut citer également le journal "low-tech" entièrement dédié à cette thématique déclinée comme un art de vivre. La low-tech se fait connaître à travers bien d'autres formats et acteurs.

L'ADEME, Agence de la transition écologique de l'État, a participé à plusieurs travaux pour appréhender cette notion, dont des « états des lieux et perspectives » des démarches low-tech dans différents secteurs (agriculture, eau, énergie). On peut également citer l'ADEME à travers le programme PROFEEL (Programme de la filière pour l'innovation en faveur des économies d'énergie dans le bâtiment et le logement) ou plusieurs acteurs, dont l'ICEB, dirigés par l'AQC (Agence Qualité construction), ont mis en avant dans des formats variés (BD, podcasts...) l'intérêt des low-tech dans le cadre de la rénovation pour les faire connaître à un plus grand nombre d'acteurs du bâtiment dont les entreprises de travaux. Un ouvrage collectif « [Architectures low-tech Sobriété et Résilience](#) » regroupe différents retours d'expériences et travaux sur le sujet. L'ADEME est également à l'initiative de plusieurs programmes liés à la sobriété et la résilience. De plus, la low-tech est mise en avant dans un des quatre scénarios exprimés par l'ADEME sur la neutralité carbone en 2050 : "génération frugale".

Cette dernière décennie, d'autres acteurs, pourtant bien ancrés dans les structures de la production "conventionnelle", s'y intéressent et le font savoir. Philippe Bihoux désormais directeur de l'AREP, Agence d'architecture interdisciplinaire (filiale de la SNCF), développe dans l'agence un service dédié à ces réflexions et cette expertise alimente de nombreuses initiatives. On peut citer les partenariats suivants :

- avec la Fabrique Écologique, qui publie en 2019 "Vers des technologies sobres et résilientes – Pourquoi et comment développer l'innovation « low-tech » ?"

- avec l'Observatoire de l'immobilier durable, l'OID, qui s'interroge et produit plusieurs publications sur cette thématique. Par exemple, en 2020 "LOW-TECH, Quelles traductions à l'échelle de la ville et du bâtiment de bureaux ?"
- avec l'institut Paris région qui s'y intéresse également et, dans le cadre du projet Urbalotek, soutenu par l'ADEME Île-de-France dans le cadre de l'AMI "Vers une innovation « low-tech » en Île-de-France", publie notamment le rapport "La ville low-tech", sous-titré "Vers un urbanisme de discernement" et la restitution de l'atelier "La vie low-tech en 2040"
- avec des promoteurs et d'autres acteurs de la fabrique de la ville fédérés par Paris&Co, l'agence d'innovation de Paris et de la métropole, qui publient un manifeste en 2021 "ensemble pour une transition urbaine low-tech" et s'organisent pour tester et développer de nouvelles pratiques.

3. CONTEXTE DU BATIMENT : LE SYSTEME ACTUEL ET SES ENJEUX

3.1. Comment en sommes-nous arrivés là ?

Pour inscrire la low-tech comme un potentiel majeur à déployer, il est important de rappeler que la construction actuelle repose sur l'essor de techniques et de matériaux issus de l'industrie qui sont apparus après 1950 pour répondre au besoin massif de reconstruction après-guerre. Disponibilité, facilité et rapidité d'exécution, prix réduit, reproductibilité ont été les principaux critères qui ont permis ce déploiement.

3.1.1. L'essor de l'industrie des matériaux

Un changement d'échelle très impactant

Cependant, la production de ces matériaux nuit durablement à l'environnement. En effet, majoritairement issus de l'industrie de la pétrochimie (polystyrène, plastique) et/ou grand consommateur d'énergie dans le processus de fabrication (béton de ciment, acier et autres métaux, verre, isolant minéraux...), leurs impacts sont variés et souvent se cumulent : émission de carbone et de polluants dans l'air et/ou les sols, forte consommation de ressources fossiles et d'eau, etc. Le mode de production et la transformation de ces matières sont également générateurs d'une part importante de déchets. Ceux-ci se complexifient à mesure des transformations et étapes de fabrication successives, ce qui les rend d'ailleurs plus difficiles à gérer et à remettre dans le circuit des matières aisément utilisables. Les déchets s'accumulent et se dispersent sur toute la planète, l'océan et les hauts sommets n'étant pas épargnés.

Pour amortir les outils de production, et, par effet de masse, réduire les coûts des matières premières, les usines grossissent et étendent leur périmètre de diffusion. Ainsi, leurs influences et impacts sur le territoire augmentent. Les distances parcourues par les matériaux en entrée et en sortie de site s'accroissent, les nuisances associées également.

Un recul des méthodes ancestrales éprouvées et territorialisées

Les principes constructifs et les éléments, répondant à des normes, se sont standardisés à travers le monde. Matériaux, méthodes et mains d'œuvre ainsi uniformisés, la construction s'est déconnectée de son territoire. Aussi, les normes et réglementations se sont focalisées sur ces matériaux prépondérants, au détriment des savoir-faire traditionnels et locaux, qui s'en sont trouvés progressivement exclus. Les filières (à l'exemple des roselières ou carrière de pierre) et les savoir-faire avec les matériaux locaux (maçon, plâtrier, vitrier, potier...) se sont rétractés : ils ont disparu ou au mieux sont devenus réservés à la restauration patrimoniale. Leur modèle économique, temporalité et capacité de production les excluent de fait des autres marchés. On peut bien sûr et heureusement reconnaître que certains irréductibles, quelle que soit leur fonction (artisans, maître d'ouvrage, architectes, ingénieurs, politique...) motivés par la passion ou par le sens qu'ils y associent, contribuent à perpétuer ou redévelopper ou réinterpréter ces savoirs mais cela reste tout à fait marginal par rapport à la production courante et aux volumes construits ces dernières décennies.

On constate que la majorité des bâtiments de ces 40 dernières années, où qu'ils soient implantés, est constituée par le triptyque béton (parpaing, banché, poteau poutre) isolé par du polystyrène ou de la laine de verre et revêtu de plaque de plâtre.

Une standardisation

Les atouts et les contraintes spécifiques au territoire du projet ont été souvent survolés voire ignorés pour simplifier et standardiser les réponses, au fur et à mesure que les matériaux, les approvisionnements (matières, énergie, eau) et les systèmes le permettaient.

Par exemple, la gestion de l'eau (eau de pluie ou eau souillée, évacuation ou stockage) a été pendant des millénaires gravitaire et donc absolument structurante pour le cadre bâti. Or la technologie et l'accès à l'énergie ont pu complètement faire disparaître le chemin de l'eau de l'écriture et la composition de nos villes et bâtiments.

On peut également parler du confort thermique des occupants, qui selon les régions et spécificités était intrinsèquement lié à la composition du bâti et son rapport au territoire : orientation par rapport aux vents, ouvertures, apports et protections solaires, protection par la végétation... Les constructions vernaculaires étaient composées selon ces préceptes qu'on a défini récemment comme le bioclimatisme. La conception du bâti était également définie avec les potentielles sources émettrices de chaleur : apportée par les animaux dans certaines configurations, issues des regroupements d'activités et/ou de personnes, autour de l'emplacement des foyers... Selon les régions, la conception était plutôt liée aux moyens de rafraîchissement (puits de ventilation, patio, fontaine...). Désormais, l'installation de systèmes de production de chaud et de froid permet de s'affranchir de ses contraintes d'usage et d'implantation géographique. Tous ces artéfacts nous rendent cependant beaucoup plus dépendants et consommateurs d'énergie.

Les assemblages mécaniques sont régulièrement remplacés par des combinaisons chimiques, probablement dans un objectif de gain de temps de mise en œuvre ; celles-ci polluent depuis leur fabrication, ont une durée de vie limitée et rendent leur démantèlement difficile. Sur le chantier, les chutes et les surplus deviennent des déchets laborieusement valorisables du fait de leur diversité et des combinaisons de matières, désormais indissociables.

3.1.2. La métamorphose induite de l'acte de construire

Des chantiers désincarnés

De plus, ces réductions des possibles et rationalisation des méthodes et matériaux ont permis un découpage des tâches. Cela a pour conséquence une simplification des gestes et donc le recours à de la main d'œuvre moins qualifiée. Ce séquençage et la multiplication des acteurs dans une opération de construction ont contribué à diluer la responsabilité et, à certains égards, ont engendré une forme de déresponsabilisation et désengagement de certains acteurs, coupés de la vision globale du projet.

Une production normée

A contrario, les études et les justifications se sont accentuées pour répondre à des réglementations de plus en plus contraignantes, créant ainsi des nouveaux métiers. Cependant ces spécialités fonctionnent en silo et sont peu aptes à dialoguer avec d'autres domaines spécifiques, les empêchant de formuler un besoin commun et donc de projeter une solution transversale. Bien sûr, c'est le rôle de la maîtrise d'œuvre, et particulièrement de l'architecte, d'organiser cette prise de recul et cette synthèse. Cependant, face à ces spécificités, les prestations d'études (temps, budget) ne sont probablement pas suffisamment adaptées. De plus, les solutions sont cherchées dans des "catalogues" : produits et/ou mises en œuvre normalisés, eux seuls garantissant dans un temps contraint de satisfaire aux différents attendus : disponibilité, conformité réglementaire, assurabilité, estimation financière fiable... Non

seulement les possibilités sont limitées, mais en plus cela crée une juxtaposition de solutions et non pas une réponse globale.

Un rythme accéléré dans un enchevêtrement complexe

Un autre phénomène nuit à la qualité des ouvrages bâtis et/ou aménagés, réhabilités : le manque de temps. Autant pour la réalisation que la programmation ou la conception. De plus, la surcharge très courante des professionnels intervenant sur les projets, réduit les opportunités d'acquisition de nouveaux savoirs, pour le partage d'expériences et pour la réflexion et l'arbitrage serein. L'accélération du temps par la multiplication de sollicitations mais également la lourdeur des processus et la pression liée au modèle économique, ne contrebalancent pas les gains de temps permis par les nouveaux outils (digital, de téléphonie, mécanisation...).

D'autres éléments contextuels pourraient être développés ici comme l'allongement de la chaîne des acteurs, l'intrication des montages financiers, qui, avec des objectifs différents, voire contradictoires (temporalité, finalité...), complexifient la commande et rendent un pilotage peu rationnel et difficilement synthétique et adaptable.

3.1.3. L'automatisation ou la complexification de la gestion du bâtiment

L'utilisateur comme consommateur passif : exclu de l'acte de construire et dépossédé du fonctionnement du bâtiment

Aussi, l'utilisateur, riche de ses spécificités mais dépassé par la complexification du monde de la construction, a été écarté du processus de programmation et de conception, puis également dans son interaction avec le bâtiment en usage, à mesure que les systèmes installés se sont automatisés puis, par ricochet, complexifiés.

Le pilotage de ses installations apporte en théorie une vraie plus-value dans l'optimisation de différents paramètres (débit de ventilation, remise en route du chauffage, gestion des brise-soleil...). En effet, avec des équipements choisis à bon escient, bien exploités et maintenus, on reconnaît le gain généré, autant dans la performance énergétique que dans la liberté que cela procure aux usagers. L'utilisateur peut être consommateur du lieu, sans se préoccuper de sa technique. Le système de gestion et ses gestionnaires s'en chargent. Cependant c'est le contrepied de cela qui interpelle, et les situations réelles, sorties du cadre conceptuel. Le moindre écart par rapport aux scénarios d'usage, imaginés et programmés, peut être préjudiciable. Que ce soit un aléa extérieur comme un changement météorologique brusque, un événement intérieur comme l'apport de nouveau matériel électrique apportant de la chaleur (four, vidéoprojecteur, ...), ou une fluctuation du nombre de personnes accueillies. L'utilisateur peut subir une perte de confort (hygrothermique, visuel, acoustique, qualité de l'air, usage, appropriation...) et être dépourvu de moyens d'y remédier soit par impossibilité d'interférer avec les paramètres initiaux ou tout simplement par manque de connaissance. Cette déresponsabilisation de l'occupant vis-à-vis du bâtiment le rend passif et vulnérable alors même que le bâtiment et ses équipements sont faits pour lui.

Des professionnels dépassés

Les professionnels également se trouvent souvent préoccupés par des paramétrages inadéquats qu'ils n'arrivent pas à optimiser (exemple du réglage des températures de consigne d'un chauffage qui se heurte au fonctionnement de la double flux, de l'occupation et activités effectives, et de la température extérieure).

Par ailleurs, afin de s'inscrire dans un cadre de garantie, les réponses possibles doivent être préalablement décrites. Il existe une diversité de notices, normes, configurations de chaque produit et mise en œuvre. Mais de fait, elles sont limitées et donc limitantes. Chaque solution s'associe dans un schéma défini avec d'autres solutions. Mais finalement, elles sont peu ou pas compatibles dès qu'on sort du cas indiqué.

De plus, et paradoxalement, cette description précise, qui ne fait que retracer un schéma d'utilisation et d'éventuels possibilités de paramétrage, ne permet pas d'en comprendre le fonctionnement. Cela accentue donc les difficultés d'appropriation et réduit les configurations personnalisées.

Ils sont également très nombreux les gestionnaires de site qui, faute de temps et de formation, mettent du temps à prendre possession de leurs systèmes de Gestion Technique du Bâtiment (GTB), ordinateur de bord, à s'assurer que les remontées d'information sont les bonnes, etc. Parfois, ils ont même, faute de temps et/ou de connaissance tout simplement "mis de côté" cette interface. Combien de panneaux photovoltaïques et de pompes à chaleur par exemple ont été installées, et bien plus tard quelqu'un s'aperçoit que ça fait longtemps qu'ils ne fonctionnent plus comme ils le devraient... Sans en avoir des chiffres précis, les professionnels rassemblés dans ce groupe de travail ont tous pu être confrontés à ces situations, leur fréquence est loin d'être anecdotique. Et ceci est sans compter les effets liés à l'obsolescence de logiciel ou pièces défectueuses.

Ce n'est pas seulement la surconsommation, ou l'investissement financier dans un matériel fait à perte qui est à questionner, mais, c'est l'ensemble des moyens mobilisés face à un résultat décevant qui est problématique. Depuis l'extraction des matières, les conséquences environnementales et sociales engendrées sont nombreuses, comprenant également l'énergie physique utilisée, les moyens humains déployés, les arbitrages financiers mobilisés...

Une méconnaissance des consommations engendrées

Les consommations sont souvent regardées et donc interprétées en valeur monétaire (euros). L'analyse sur la base des unités de mesure (litre, kilo watt-heure...) échappe à la majorité des utilisateurs. En effet, ce n'est pas toujours le consommateur qui a accès à ces données. Lorsqu'il peut y avoir accès, le peu de connaissance sur ce sujet ou d'éléments comparatifs disponibles, sans parler de sa disponibilité pour y prendre garde dans notre société d'hypersollicitation, font qu'il reste dans l'incapacité d'interpréter les données, autres que le montant de la facture, puisque c'est la seule unité qui lui est familière. Cela se retrouve aussi chez de nombreux professionnels. En effet, la personne qui a accès à la donnée de consommation, n'a pas nécessairement eu connaissance des données estimées, ou des hypothèses retenues lors du dimensionnement (exemple : consommation par effectif, par surface, par jour de travail...). L'inverse est également vrai, ce qui empêche le retour d'expérience.

Aussi, la déconnexion des occupants vis-à-vis du bâtiment, leur déresponsabilisation, le manque de compréhension de ces consommations, accentué par une difficulté de s'approprier la régulation, même par des professionnels, entrave parfois le fonctionnement ou en tout cas l'optimisation que ces différents systèmes complexes et coûteux (au sens large) nous promettait d'apporter.

3.1.4. L'obsolescence permise grâce à la facilité énergétique

Les difficultés de l'entretien et de la réparation

De plus, on peut aussi ajouter à ce constat, les difficultés liées à l'entretien et à la maintenance, pourtant primordiales pour la pérennité et fiabilité de l'ouvrage. Le bâtiment et ses systèmes souffrent parfois d'un manque d'anticipation des interventions ultérieures, courantes ou exceptionnelles. La maintenance, qu'elle soit prévue en régie ou externalisée, nécessite des pièces spécifiques, et elles sont rarement approvisionnées et stockées sur place. Le manque de documentation ou tout simplement des pertes de mots de passe compliquent l'intervention. Le vieillissement du matériel, qui selon ses spécificités est difficile à réparer. Les pièces d'usure ne peuvent pas toujours être remplacées indépendamment du matériel complet, plusieurs carences, parfois cumulées, l'expliquent : accès, démontabilité, disponibilité des pièces, savoir-faire, ou encore rentabilité économique de l'ouvrage par rapport au coût de la main d'œuvre. Quel que soit le cas de figure, cela illustre à quel point la matière, sa transformation et son transport ont pu - artificiellement - perdre de leur valeur, parce que le prix s'est basé essentiellement sur l'énergie qui, comme elle était disponible facilement, était "économique".

Le coût masqué de l'énergie

Or, on peut questionner la réalité du coût de l'énergie. L'accès depuis le 19ème siècle à des énergies denses et faciles d'accès comme le charbon, le pétrole et le gaz ont totalement bouleversé notre rapport à l'énergie. Les moyens (force, chaleur, déplacement) décuplés permis par ces énergies ont tellement facilité nos transformations, que nous en avons oubliés les ordres de grandeur. En plus du drame des émissions carbonees liées à l'usage même de ces énergies fossiles, cette appréciation biaisée a occulté toutes les autres externalités négatives. Bien que très coûteuses, elles ne rentrent dans aucune comptabilité : impact sur le milieu, production de déchets, consommation, ou plutôt ici, gaspillage des ressources, effets sur les sociétés, en amont (extraction - transformation) et en aval (utilisation - gestion de la fin de vie) de cette production...

L'obsolescence

On peut ajouter deux autres phénomènes non négligeables, à cette surenchère de production et consommation (en énergie, autres ressources). D'une part, on constate l'obsolescence, qui, au regard de l'effort initial requis et la pression exercée sur le milieu, semble prématurée. Il peut y avoir plusieurs origines qui rendent un produit, un système, un bâtiment caduc et inutilisable : par exemple, une nouvelle réglementation ou norme, liée à la sécurité ou la performance, un nouveau besoin ou usage, une amélioration du système de commande, etc. Cela ne remet pas en cause la légitimité de ces nouvelles dispositions, mais, **questionne la mutabilité, flexibilité de ces ouvrages et/ou systèmes**. On peut aussi citer l'obsolescence délibérée de certains matériels, ou une optimisation excessive de certaines pièces, qui en revanche sont condamnables car elles sont guidées par la seule recherche de profit à court terme, faisant fi des désordres collatéraux engendrés.

3.1.5. L'insatisfaction

Toujours plus : l'insatisfaction

Les systèmes automatisés, et les potentiels qu'ils offrent peuvent également nous conduire à augmenter au fil des avancées technologiques nos attentes, nous entraînant dans une course à la recherche de plus de facilité et de confort (exemple de la commande des volets roulants, au

départ manuelle, puis électrique filaire, puis par télécommande, puis à distance... nécessitant matériel et application coûteuse en ressource et en énergie).

L'effet rebond et le déplacement du curseur de nos attentes

Enfin, le tableau ne serait pas complet sans pointer l'effet rebond engendré par l'amélioration d'un processus dans l'objectif de réduire la consommation. En effet, à l'usage, on observe une augmentation de l'utilisation et donc une augmentation de la consommation, justement permise par la réduction des limites initiales.

L'image colportée régulièrement dans les médias est celle de travaux de rénovation thermique d'un logement où finalement les habitants utilisent autant de puissance de chauffage car ils augmentent la température afin de "gagner" en confort.

L'augmentation des attentes du coût et facteur d'exclusion

De la même façon, et contrairement à l'intention d'origine du déploiement de ces nouvelles matières et méthodes constructives, la charge financière de ces investissements n'a fait que croître. On peut d'une part pointer la mise sous tension des ressources (matières premières et énergie), la multiplication des normes, acteurs, garanties, l'augmentation du coût de la main d'œuvre... Mais il est opportun également de s'intéresser à la demande. Les attentes ont augmenté, se répercutant sur les demandes programmatiques et donc les coûts de construction et exploitation.

Le modèle économique qui régit en parallèle ne permet pas de satisfaire toutes ces demandes. Générant frustrations et exclusions.

3.1.6. Conclusion

En seulement 70 ans, le paysage de la construction a radicalement changé. L'état de notre environnement, de nos sociétés, de notre économie également !

Paradoxalement, à mesure que nous cherchions le confort, nous avons mis à mal notre environnement et nous avons déconstruit notre résilience.

En plus des quantités de matières consommées, en matériaux, en machine, en réseaux, en énergie ; c'est aussi un "héritage" lourd à entretenir et une dépendance de fait aux systèmes et à l'énergie. Paradoxalement, si ce déploiement a permis sans contexte de répondre à certains enjeux et attentes, il n'est pas la garantie ni d'un confort, ni d'une satisfaction des utilisateurs. Un fonctionnement des bâtiments qui échappe aux occupants, un tissu social et un réseau territorial qui se délite.

Par ailleurs, nos schémas de pensées et agissements (dans le monde occidental en tout cas) sont basés du point de vue de l'être humain uniquement. En plus de perturber les milieux, nous agissons en ignorant les conséquences sur les autres espèces, y compris sur les autres individus sensibles.

Nous commençons à en voir les conséquences, en sentir les limites et sa fragilité. Mais cette spirale délétère continue, puisque les réponses apportées dans la construction sont, couramment, des systèmes et/ou des matériaux toujours plus technologiques. Bien que nous en calculions désormais l'empreinte environnementale (carbone, eau), nous n'avons pas encore

remis en cause le schéma que nous venons de décrire amenant à cette surconsommation et complexification déconnectées de notre milieu.

Aussi, ce façonnage de la ville, ou plus exactement du cadre bâti ces 70 dernières années, a restreint notre imaginaire collectif, celui des usagers mais également celui des professionnels de la construction, quels que soient leurs rôles. Nous nous sommes éloignés d'une démarche mesurée, économe en ressources et en énergie, adaptée au territoire, résiliente et faisant la part belle aux interactions humaines et avec notre environnement.

3.2. Pourquoi changer ?

3.2.1. Les limites d'habitabilité de la planète terre sont dépassées

Il y a d'une part l'accès aux matériaux et à l'énergie nécessaires à la construction et à l'usage du bâtiment qui apparaissent sur le chemin critique lors de l'élaboration d'un projet. Ces deux types de ressources sont bien identifiées par la profession. Cependant, de façon encore plus vitale et urgente, d'autres paramètres sont à prendre en compte. L'ensemble des activités humaines, notamment la construction, doit être compatible avec le cycle de renouvellement des différents attributs et services écologiques qui permettent l'habitabilité de la planète.

Un concept, diffusé en 2009 par l'Institut de la résilience de Stockholm définit neuf limites planétaires. Il s'agit de seuils pour des processus interreliés, qui, s'ils sont dépassés, remettent en cause la stabilité de la biosphère à l'échelle mondiale. Pour le dire plus trivialement, le fait de les franchir crée des bouleversements, qui interagissent entre eux, à travers des processus peu appréhendables et inarrêtables. Ainsi, ces perturbations ne permettront plus à l'humanité de bénéficier d'un support connu et sûr lui permettant de poursuivre son expansion. Dangereusement, six de ces limites sont en 2022 considérées comme dépassées.

- Changement climatique, évalué par la concentration atmosphérique en gaz carbonique et le forçage radiatif
- Intégrité de la biosphère : mesurée par la biodiversité génétique et la biodiversité fonctionnelle. Le phénomène d'extinction planétaire, qui touche la diversité des êtres vivants et des écosystèmes (la faune, la flore, les bactéries, les milieux mais aussi les gènes et les variétés domestiques) est très marqué. Ces disparitions ont des impacts majeurs sur les écosystèmes et sur les fonctions qui ne sont plus remplies par les espèces disparues.
- Modifications de l'occupation des sols : estimées à partir de la surface forestière
- Pollution chimique par l'introduction de nouvelles entités dans l'environnement (métaux lourds, composés organiques synthétiques, composés radioactifs)
- Utilisation d'eau douce : basée notamment sur la consommation des ressources en eaux (surface et phréatique) et, par ailleurs, sur l'humidité des sols (eau verte)
- Perturbation des cycles biochimiques de l'azote et du phosphore. La modification des cycles de l'azote et du phosphore contenu dans les sols résulte notamment de l'agriculture et de l'élevage intensifs. L'usage d'engrais et les déjections issues de l'élevage contribuent à perturber ces cycles indispensables au bon état des sols et des eaux. A noter que c'est un des seuls paramètres auquel le bâtiment ne contribue pas directement.

Deux limites planétaires ne sont pas franchies à l'échelle de la planète :

- Diminution de la couche d'ozone stratosphérique. Cette limite est dépassée dans certaines régions
- Acidification des océans

Une limite n'a pas été quantifiée à l'échelle de la planète :

- Concentration des aérosols atmosphériques. Cependant, cette limite est dépassée dans certaines régions

Le concept des limites planétaires n'a pas été conçu pour s'adapter à une autre échelle que celui de la planète, pourtant c'est à des échelles plus locales que les actions peuvent plus facilement être élaborées et mises en œuvre. Aussi, pour certains de ces indicateurs, il peut être déduit une quantité globale de « budget écologique acceptable » à partager pour chacun de nous. Le principe de répartition par individu est à définir (d'un point de vue technique et/ou éthique : proportionnel à la population, ou ramené au niveau de développement d'une population...). À partir de là, il est possible d'engager une réflexion sur la contribution de chaque secteur économique et les mesures à prendre peut-être décliné à différentes échelles de territoire. En octobre 2023, le Commissariat général au développement durable [a d'ailleurs décliné ce concept à l'échelle de la France](#). Une publication illustre les principales politiques publiques françaises mises en place et leur contribution aux enjeux identifiés.

Il s'agit désormais de sortir de la réflexion en silo, paradoxalement induite par ce type de représentation et d'avoir des actions systémiques afin d'assurer de la cohérence entre les actions et promouvoir des synergies.

Le bâtiment, à travers l'ensemble de son cycle de vie, participe pleinement à la perturbation pour au moins 8 de ces limites : extraction des différentes ressources, transformations des matières, transport, mise en œuvre, consommation d'eau et d'énergie liée à l'usage, production de déchets et eaux souillées, fin de vie, utilisation et imperméabilisation des terres, pollution des milieux, fuites diverses de fluide frigorigène à fort impact climatique... On peut par ailleurs noter que le bâtiment pourrait contribuer à l'atténuation de la 9ème limite, qui concerne les cycles biochimiques de l'azote et du phosphore puisque dans les urines et dans les eaux usées évacués de nos bâtiments, il est possible de récupérer ces deux précieux nutriments.

3.2.2. Un équilibre rompu, différents facteurs d'instabilité

Le bâtiment a pour fonction initiale de protéger les êtres humains, les animaux, les récoltes et/ou les machines... Cette fonction de mise à l'abri s'entend autant au niveau des conditions climatiques, que d'autres aléas (insectes, animaux, incendie, vols...), prévisibles ou non. Il est également un marqueur social, politique ou encore culturel.

L'accès à l'énergie notamment, nous a permis de nouvelles façons d'habiter et de faire société. Cependant, c'est paradoxalement, toutes ces facilités qui nous rendent beaucoup plus vulnérables en cas d'aléas.

Aussi parce que nous avons bouleversé l'équilibre de la planète Terre, nos conditions de vie se dégradent. Énumérons les principaux écueils auxquels, nous devons nous préparer, bien que nous ne puissions pas anticiper, ni leur ampleur, ni leur temporalité :

- difficulté d'approvisionnement énergétique : par intermittence et/ou ou sur de longue durée (exemple : coupure électrique)
- risque de catastrophe naturelle (dégâts structurels dus à une tempête ou inondation, sécheresse, retrait gonflement des argiles...)

- vague de chaleur et canicules plusieurs mois par an
- bouleversement de la société (dont augmentation des migrations (climatiques ou non), conflits à la fois intérieurs et extérieurs...)
- tension autour des ressources (eau, énergie...)
- rétractation financière (dont phénomène de paupérisation)
- difficulté d'approvisionnement en eau (restriction administrative, qualité de l'eau...)
- difficulté d'approvisionnement alimentaire (suite à des aléas climatiques, de difficulté de transport, de conservation...)
- pénurie de matériaux et/ou difficulté d'approvisionnement entraînant une incapacité à remplacer certains éléments (exemple vitrage) ou équipements (exemple groupe de ventilation)
- crises sanitaires (épidémie, invasion de moustiques, électrosensibilité, ...)
- pollution de l'air, de l'eau et du sol : de plus ou moins grande ampleur et d'une diversité de causes (industrie nucléaire, industrie chimique...) avec des effets sur la santé humaine, de la faune et de la flore
- défaillance d'infrastructures critiques (transport, télécommunication...)

L'objectif ici n'est pas d'être exhaustif mais d'illustrer le type de monde dans lequel nous allons évoluer. Le format de liste n'est d'ailleurs pas très adapté, puisque ces menaces sont plus ou moins corrélées entre elles.

3.3. L'amorce d'un changement

Si les besoins de construction sont toujours présents, la prise en compte du facteur environnemental (particulièrement celui du réchauffement climatique et des limites d'extraction de ressources) ainsi que les contractions de la croissance économique transforment notre approche de l'acte de construire (et de réhabiliter). Depuis le premier choc pétrolier, les bâtisseurs ont commencé à prendre en compte la réduction de la consommation d'énergie dans l'usage des bâtiments. Graduellement, les exigences dans ce domaine se sont renforcées.

L'arrivée de vagues de chaleur estivales de plus en plus prononcées a placé le confort d'été sur le devant de la scène et marqué le retour de principes architecturaux bioclimatiques et passifs. Désormais les préoccupations énergétiques grandissantes rendent également nécessaire la prise en compte de l'énergie grise (quantité d'énergie consommée lors du cycle de vie d'un matériau ou d'un produit : la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'entretien et enfin le recyclage, à l'exception notable de l'utilisation. L'énergie grise est une énergie cachée, indirecte, au contraire de l'énergie liée à l'utilisation de la construction, autant pour ses matériaux que ses équipements. Et la raréfaction des ressources fossiles incite à leur utilisation dans leur juste quantité.

Cependant, malgré les efforts faits par les acteurs, industriels et législateurs pour réduire l'empreinte environnementale de ces produits et procédés, ils ne sont encore pas à la mesure des dégâts engendrés. De plus, les stratégies mises en place historiquement ou récemment pour contrer la vulnérabilité face aux aléas climatiques, accidents industriels, ruptures approvisionnement énergétique semblent encore sous dimensionnés par rapport aux risques identifiés.

Il apparaît de plus en plus évident aux yeux d'un nombre grandissant d'acteurs que le bâtiment doit se réformer sans délai. La réponse ne peut pas être une multiplication d'efforts ponctuels. Elle doit être systémique dans le sens où elle est suffisamment globale et cohérente pour prendre en compte une multitude de paramètres, dont celui d'être adaptée aux spécificités des territoires et des usages. Il ne s'agit plus de simple ajustement, mais bien d'un changement beaucoup plus radical. Radical étant utilisé comme se référant à la racine. C'est-à-dire en se réinventant.

Il apparaît nécessaire de prendre du recul et d'exercer un regard critique sur le système actuel et les avancées technologiques qu'il permet. Ce qu'on considère comme un progrès, voire une prouesse n'est peut-être pas autant nécessaire qu'il est délétère sur d'autres aspects (exemple des constructions de très grande hauteur, du vitrage courbe...). Certains artifices sont en fait mis en correction d'un problème qui n'est pas traité à la source (exemple l'installation de climatiseur dans un logement). Il s'agit de détricoter des avancées qui n'ont finalement pas d'issues face à la finitude des ressources notamment. Dans cette analyse critique, d'autres aspects que nous considérons fondamentaux sont également à considérer : maintien du lien social, résilience....

Aussi actuellement, la RE2020 a introduit des seuils carbone, un des gaz responsables du changement climatique, mais, il ne s'agit donc que d'un des aspects de ces processus.

D'autres réglementations, ou indications existent, promulguées à différentes échelles (mondiale européenne française, régionale, départementale, intercommunale, communale...) et participent à limiter, si ce n'est rediriger les modes de faire : ZAN, gestion de l'eau, biodiversité, loi sur les fluides frigorigènes. Une réglementation en tant qu'obligation applicable à tous, permet de donner le cap à la dynamique économique des acteurs. Cependant, comme elle doit tenir compte du niveau de réceptivité et l'état des lieux des filières, de la demande sociale, de concertation... elle est nécessairement modérée. Elle doit être considérée comme une étape mais pas une fin en soi.

3.4. Stratégie tripartite à adopter sans délai

Le travail de CAP 2030 est déterminant car l'ouverture sur les 8 thématiques avec une thématique transversale permet de prendre de la hauteur et revoir de façon plus globale les modes de construction. Dans ce cadre, l'approche low-tech a la capacité de réunir l'ensemble de ces thèmes, puisqu'il s'agit d'une approche systémique et basée sur la juste mesure.

Sur la base des principaux enjeux bâtimentaires et d'aménagement développés ci-avant nous pouvons déduire trois objectifs majeurs.

Ces impératifs s'appliquent également au parc existant. La majorité de notre patrimoine de demain étant déjà construit.

Beaucoup considèrent que la construction neuve doit être soutenue pour remplir certains besoins identifiés comme celui de loger l'ensemble de population et qu'on y voie comme action principale la mise sur le marché de nouveaux logements. Cependant, il semble que cette considération doit être mise au regard d'autres enjeux environnementaux. Ainsi, même pour répondre à ces enjeux, la construction neuve ne devrait être envisagée qu'en dernier recours, lorsque toutes les autres pistes ont été écartés : la rénovation de l'existant devrait être la règle, par changement d'un bâtiment existant, par mobilité(s) dans le parc existant, par mutualisation et intensification de certains usages (donc diminutions des besoins de surfaces), par une meilleur

répartition dans les territoires urbanisés afin de diminuer la pression des métropoles et renforcer d'autres zones...

En tout état de cause, si la construction neuve est décidée, elle doit se faire en priorité sur un terrain déjà urbanisé et viabilisé. En effet, quelques ouvrages récents émettent des suggestions sur la possibilité de répondre à l'objectif ZAN (Zéro artificialisation nette) posé par la loi "Climat et résilience" du 22 août 2021 tout en logeant les gens ; à l'exemple de "La ville stationnaire" dont Philippe Bihouix est co-auteur qui identifie tous les logements sous-occupés ; et aussi le "Manifeste de l'urbanisme circulaire" de Sylvain Grisot. Nous ne développons pas ici davantage de critères liés à l'impétueuse nécessité de limiter l'artificialisation. Mais nous soulignons ce point essentiel car bien que conscients que nous sommes dans le cadre de ce projet CAP 2030, qui a pour objectif de s'adresser dans un premier temps à la construction neuve, notre groupe de travail a clairement identifié ce sujet comme essentiel à l'atténuation, l'adaptation et la régénération.

Quels que soient les efforts concédés, le monde, y-compris la France, se dirige vers une élévation certaine des températures, avec la multiplication des aléas qui en découle.

Pour ce faire, l'aménagement et le cadre bâti, à toutes ces échelles (appartement, bâtiment, quartier, ville, territoire...) doivent être stratégiques et devenir de véritables alliés, infaillibles, sur lequel l'Homme peut compter. Qu'il redevienne véritablement un bastion protecteur. L'objectif est de garantir sur le long terme un confort décent pour le plus grand nombre à l'aide de moyens les plus économes en énergie et matière.

Bien sûr ces actions sont reliées à d'autres secteurs d'activité comme l'alimentation, la transformation, le transport...qui doivent également évoluer. Le bâtiment hébergeant une multitude d'activités, il participe d'ailleurs à offrir un cadre propice à ces évolutions.

1 - Atténuation : le bâtiment doit limiter ses effets négatifs

Le premier axe de travail concerne la compatibilité avec les limites physiques de notre planète.

Les acteurs du bâtiment doivent faire en sorte de réduire drastiquement son empreinte environnementale afin de l'inscrire dans le cadre des limites planétaires.

C'est certainement l'une des clés, qui nous permettra de sortir de l'ère souvent nommée "de l'Anthropocène", où les conséquences délétères de nos activités, déjà partiellement énumérées ci-dessus, dépassent les contraintes géologiques et naturelles qui avaient prévalu jusque-là.

2 - Adaptation : anticiper pour assurer la résilience

Cette notion d'adaptation peut se décomposer en deux axes clefs : l'anticipation et la résilience, ainsi définis :

- Anticipation : envisager différents scénarios probables à plus ou moins long terme et en proposer des issues.
- Résilience : capacité d'un individu ou d'un système et dans notre cas un aménagement à supporter ou à absorber les chocs.

Il est nécessaire d'anticiper ces changements pour que les bâtiments et les villes soient adaptés aux conditions climatiques et sociales (exemple : simuler un climat à 2100 soit

seulement dans 75 ans). Autrement dit, il s'agit, lors d'une rénovation ou construction, de prendre des mesures appropriées pour prévenir ou réduire au maximum les dommages qui sont susceptibles d'arriver. Cela dépasse la seule notion de confort d'été. Certains exemples ont été listés ci-avant.

Cela permettra d'abaisser notre vulnérabilité : en réduisant la fréquence, son intensité, ou sa durée. Cette anticipation, nous permettra d'être plus résilient, nous aurons la faculté, grâce à nos aménagements, de nous réorganiser si nécessaire et de maintenir ou de retrouver un niveau fonctionnel satisfaisant malgré les difficultés rencontrées.

Le Cerema, l'ADEME et bien d'autres développent ce concept. On parle notamment de "résilience territoriale", puisqu'il apparaît une notion d'échelle nécessaire à cette résilience.

3 - Régénération : le bâtiment comme vecteur d'amélioration

Comme rappelé ci-avant, un changement de paradigme est nécessaire, un frein radical au rythme de prédation linéaire vital. En outre, il sera impératif de contribuer à régénérer l'écosystème détérioré. Cette réflexion renvoie vers le concept d'architecture régénérative. Elle s'inspire des principes de régénération présents en biologie : capacité de renouvellement des tissus et des écosystèmes chez les organismes vivants.

Il ne s'agit pas seulement de concevoir des bâtiments respectant l'environnement environnant, mais de considérer que chaque intervention sur les bâtiments est l'opportunité de catalyser des changements positifs.

4. LA DEMARCHE LOW-TECH DANS LE BATIMENT

Après avoir débattu au sein du groupe de travail, sur la base des différentes déclinaisons existantes, nous confirmons ici que **la low-tech est avant tout une démarche englobant plusieurs moyens complémentaires et non une simple solution ou un ensemble de solutions. C'est une conscience commune qui contribue à la finalité. Elle nous guide à chaque phase de construction ou de rénovation d'un bâtiment, de la programmation à l'usage.**

On peut d'ailleurs remarquer que ce qu'on considère "high-tech" est justement plutôt lié à un moyen, une solution. **Il se peut qu'un bâtiment conçu de façon low-tech, intègre des éléments high-tech, parce qu'ils sont appropriés dans un tel contexte.**

Ainsi, la démarche low-tech ne se réduit pas aux seules notions de degré d'équipement. Il y a également l'aspect matériaux, structure, enveloppe, revêtement intérieur et, de façon tout aussi essentielle, la programmation.

Le curseur des attributs low-tech est variable, il est à considérer dans un ensemble, dans le contexte de production actuel en visant les impératifs de changement à mettre en place. En effet, la démarche low-tech étant un processus, elle peut passer par des étapes intermédiaires qui sont intrinsèquement liées à notre modèle socio-culturel et économique actuel. Le but étant de tendre, le plus rapidement possible, vers des alternatives encore plus low-tech.

Par exemple un panneau de CLT (Bois lamellé-croisé) n'est pas "low-tech" et de nombreux exemples à travers le monde démontrent qu'on peut construire en bois, également en

hauteur et de façon pérenne, sans recourir à un processus industriel (sans séchage, sans colle, et à l'exemple des charpentiers traditionnels Japonais, sans clou ni vis). Cependant, le déploiement du bois lamellé-croisé peut se justifier pour certaines fonctions, dans certains bâtiments intégrant pourtant pleinement la démarche "low-tech" dans un effort de réduction des impacts environnementaux.

Par exemple, un capteur de CO₂ n'est pas "low-tech" mais son usage peut se justifier dans certains bâtiments intégrant pourtant la démarche "low-tech". Lorsqu'il est visible par les occupants, c'est un outil factuel, compréhensible par tous qui permet de témoigner et sensibiliser les acteurs d'une éventuelle insuffisance de renouvellement de l'air des acteurs, et donc les engager au passage à l'acte pour y remédier. Cela doit cependant être complémentaire d'une pédagogie plus générale et d'un protocole réglé pour anticiper ces pics de gaz carbonique (exemple : dans un cadre scolaire, mettre en place un processus d'aération entre chaque cours ou aux récréations). Cet appareil peut être utilisé comme un contrôle ou le cas échéant un rappel des bonnes pratiques. Il n'a de sens aujourd'hui, que parce que collectivement nous avons perdu ces réflexes de bon usage, en même temps que nos bâtiments sont devenus plus étanches. Dans une démarche low-tech, cet appareil devrait pourvoir au fil du temps devenir superflu, au fur et à mesure de l'acquisition des bonnes pratiques par les occupants.

4.1. Utilité - pourquoi ? Une programmation nécessaire et suffisante : les conditions du projet

4.1.1. Recherche à répondre à la juste nécessité

Enjeu :

- réduire l'ouvrage à son juste besoin tout en ayant la capacité d'accueillir d'autres usages
- programmer et concevoir en ayant en tête la raréfaction des ressources (terre, eau, matières premières minérales, combustibles fossiles, composant...)

Objectifs et moyens pour y parvenir :

Interrogation du besoin

Dans un premier temps, il est nécessaire de définir le milieu contraint. Les contraintes ainsi redéfinies sont généralement palpables et non palpables. Des limites palpables peuvent être par exemple un périmètre de projet, une temporalité, un budget. Elles sont quantifiables de façon factuelle selon les indicateurs actuellement reconnus par notre société. A l'opposé certaines limites n'ont pas de matérialité évidente, à l'exemple des limites planétaires dont le concept a été présenté ci-avant. En effet, au vu du contexte global que nous venons de décrire, il paraît fondamental de ne pas prétexter le contour flou d'une limite pour simplement l'ignorer. Il est d'ailleurs possible d'objectiver certaines ambitions, à l'image du "droit" à émettre du carbone, définit en 2015 à l'occasion de l'Accord de Paris (COP 21) qui est dans un souci égalitaire et de limitations des émissions de 2 tonnes d'équivalent CO₂ par personne et par an. Sur cette base, on est en mesure de suggérer quelques chiffres à tenir qui concerne le bâti sur une période donnée...

« les systèmes low-tech sont imaginés et conçus pour répondre à un besoin réel identifié comme suffisant pour assurer un niveau de confort minimal. Il ne répond pas à des besoins

artificiels et limite au maximum l'effet rebond » (Tanguy et Laforest, "Démarches Low-Tech", ADEME, 2022)

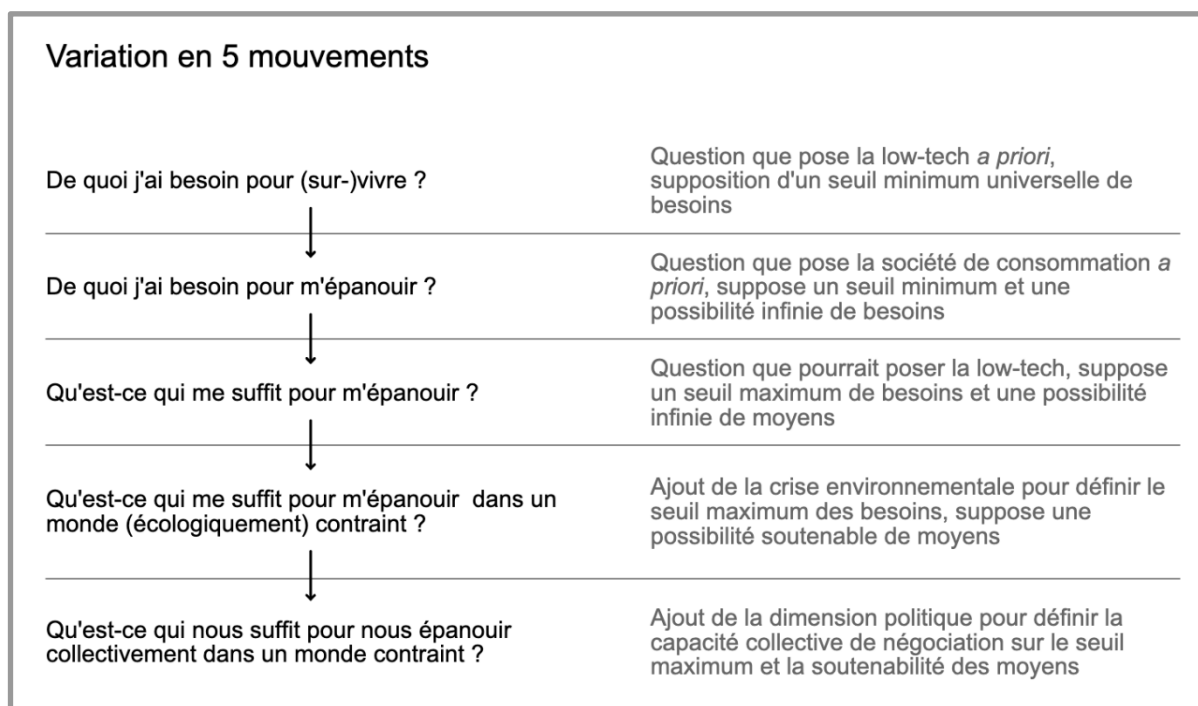
Une fois le milieu contraint défini, alors l'expression des besoins, leurs conditions, et les façons d'y répondre s'ajustent.

Le point de départ essentiel de cette réflexion est le questionnement des besoins, ce qui engendre nécessairement une réflexion sur l'usage recherché et les utilisateurs. "Questionner le besoin" signifie examiner de manière critique et approfondie les besoins, en prenant en compte non seulement les aspects répondant au "quoi" (aspects recherchés, ceux à éviter ou à contourner) mais également du "pourquoi".

Les besoins des utilisateurs sont de plusieurs ordres : confort, reconnaissance... Ce besoin légitime propre à chacun. Les plus stricts besoins physiologiques sont guidés par les caractéristiques de la personne et son activité. Les besoins psychologiques dépendent également de la personne, de sa perception du monde et de sa construction personnelle. La low-tech ne doit pas seulement répondre au besoin pour survivre mais pour vivre bien dans les limites posées précédemment. La question pourrait être "Qu'est-ce qui me suffit pour m'épanouir ?". Jacques Tiberi dans son ouvrage "Qu'est-ce que la Low-tech ?" exprime la recherche de "bien-être social" et la "volonté de concilier confort et frugalité".

Aussi, pour prospérer collectivement dans un monde contraint, il est nécessaire de négocier chaque aspect, y compris l'expression des besoins et les moyens de répondre à ces besoins. On peut s'appuyer sur les Objectifs de développement durable adoptés en septembre 2015 par les États membres des Nations Unies tout en s'appuyant à la fois sur l'avancée des connaissances et les concertations locales.

La variation en 5 mouvements de la [définition du besoin développée par Gauthier Roussilhe](#) illustre bien les dimensions sociales et politiques dans laquelle la définition du besoin s'inscrit.



S'accorder sur ce qu'est le superflu, n'est pas une façon de restreindre les interventions artistiques ou la recherche du plaisir. En réalité, cette démarche vise à encourager une réflexion

plus approfondie sur ce qui est réellement nécessaire et significatif dans nos actions et nos créations. Identifier le superflu consiste à reconnaître les éléments qui dépassent nos besoins essentiels et qui peuvent être considérés comme excessifs ou accessoires. Cela ne signifie pas nécessairement éliminer tout ce qui est superflu, mais plutôt évaluer de manière critique ce qui ajoute réellement de la valeur à nos vies, à nos œuvres artistiques ou à nos expériences.

Cette prise de recul sur nos modes de vie, nous permet d'identifier et d'écartier ce que le modèle socio-économique nous incite à considérer pour un besoin.

Dans tous les cas, malgré la pression de la société de consommation et la volonté encore majoritaire de développement, **il n'est plus question de fixer un seuil minimum du besoin mais plutôt un seuil maximum compatible avec les ressources mobilisables de façon équitables et la recherche de restriction des impacts.** De plus, dans la détermination des exigences, il est nécessaire également de préciser ce qu'on attend en termes de résilience et de régénération comme ces notions ont été définies ci-avant.

Il en est de même pour les éléments indispensables d'un bâtiment. Plus largement, un bâtiment low-tech répond au plus juste aux besoins des personnes qui y vivent, y travaillent, y étudient, qui l'entretiennent, le maintiennent... Il doit être confortable et apporter une qualité d'usage en cherchant un équilibre des moyens.

L'implication des futurs occupants du bâtiment dès la phase de programmation permet de caractériser leurs besoins. Mais, cette demande est à intégrer dans une dimension beaucoup plus large.

En plus du fait qu'il devrait être pensé par les usagers pour les usagers, il doit prendre en compte également les besoins des êtres vivants non humains présents dans l'environnement du projet et même plus largement les besoins du milieu auquel il appartient et/ou établit des échanges. Il ne peut se satisfaire d'être anthropocentré. D'ailleurs, c'est en se préoccupant également de ces interactions que le bâtiment pourra être régénératif.

Sobriété d'usage et satisfacteur synergique

Une fois le besoin défini, il est nécessaire à la fois de le contenir et de le satisfaire.

Il est nécessaire de revenir aux fondamentaux des usages. Plutôt que de se perdre dans des fonctionnalités ou des options superflues, il s'agit de retourner aux bases, en identifiant ce qui est vraiment nécessaire pour répondre efficacement aux besoins principaux. Cela implique souvent un processus de simplification et de clarification, où l'on cherche à éliminer les éléments qui ne contribuent pas directement à la satisfaction des besoins fondamentaux. En se concentrant sur ces aspects essentiels, on peut concevoir des solutions plus simples, plus efficaces et plus adaptées aux attentes réelles des utilisateurs.

Une illustration simple est de s'interroger sur le chauffage : dans un programme fonctionnel pour un bâtiment, il est couramment indiqué une température recherchée au lieu d'un paramètre de confort recherché. Cela implique de fait, une réponse qui consiste à chauffer le volume d'air des bâtiments avec un triptyque de systèmes : production, émission et régulation. Alors, qu'il y a bien d'autres paramètres qui devraient pouvoir être questionnés et actionnés et conduire à un résultat tout autant satisfaisant : caractéristiques des personnes (âge, activité, nombre...), caractéristiques bâties (volume, apports, type de parois...), moyens de chauffage des corps...

Il est également primordial de hiérarchiser les services recherchés ou les fonctionnalités en fonction de leur importance et de leur valeur pour les utilisateurs, tout en tenant compte de leur niveau d'acceptabilité et du niveau d'implication possible des acteurs. Toutes les fonctionnalités ou tous les services ne sont pas impératifs et même appréciés par les utilisateurs. Chaque nouvelle fonctionnalité génère des nuisances, dont certaines sont parfois très lourdes (impact sur le milieu, coût d'exploitation, contradiction avec d'autres usages...). Pour optimiser l'expérience globale, il faut rechercher une cohérence qui nécessite une prise de hauteur. Ainsi, il n'est pas question de compromis ou de renoncement, puisque cette interrogation du besoin et des usages, nous fait revoir complètement nos attentes et nous ouvre à d'autres perspectives adaptées et tout autant stimulantes. En priorisant les services les plus importants et en ajustant l'offre en conséquence, on peut mieux répondre aux besoins réels des utilisateurs et améliorer la satisfaction globale.

Une illustration simple est de s'interroger sur le besoin d'eau chaude sanitaire, exemple dans un contexte de bureaux, est-il nécessaire et souhaitable d'avoir dans chaque bloc sanitaire de l'eau chaude à disposition ?

Autre exemple dans un contexte de logement, est-il nécessaire et souhaitable d'avoir une réserve d'eau qui plus est conséquentes maintenue à température toute l'année ?

Cette notion d'acceptabilité et la concertation à mener autour du service recherché est clé, car il ne s'agit pas de chercher le minimalisme absolu ou d'imposer un arbitrage radical.

Par ailleurs, dans une recherche de sobriété, il faut s'attacher à combler plusieurs besoins en même temps, selon le concept de satisfacteur synergique formalisé par Max-Neef. C'est une approche holistique qui vise à répondre à plusieurs besoins simultanément, de manière interconnectée et synergique. Plutôt que de traiter chaque besoin de manière isolée, cette approche reconnaît les relations complexes entre les différents besoins et cherche à concevoir des solutions qui peuvent avoir des effets positifs sur plusieurs niveaux.

Par exemple, un poêle à bois qui répond au besoin de se chauffer mais aussi de se réunir donc participe à créer du lien social et crée même une source de lumière, voire de cuisson.

Autre exemple : la récupération d'eau de pluie permet à la fois d'être une source pour l'arrosage donc de participer à l'îlot de fraîcheur, de contribuer au ralentissement et relocalisation du cycle de l'eau, à plus de résilience...

De surcroît, la réponse doit être à la fois très contextuelle mais également la plus générique possible, dans le sens où le besoin et les usagers sont amenés à évoluer, parfois même à court terme. C'est un critère essentiel à retenir pour faciliter l'adaptation et donc la résilience.

Une illustration simple est de s'interroger sur la mutabilité d'un bâtiment, le volume capable, l'accès aux différents réseaux...

En fin de compte, revendiquer la sobriété d'usage ne limite pas la créativité ou la réjouissance, mais permet au contraire de les enrichir en nous encourageant à être plus conscients, réfléchis et responsables dans nos actions et nos créations.

Intensification des usages

Deux moyens clés pour optimiser les ressources disponibles dans une approche low-tech sont d'intensifier l'usage des surfaces et de favoriser la mutualisation des équipements.

Intensifier l'usage des surfaces consiste à tirer le meilleur parti des espaces disponibles en les utilisant de manière polyvalente et multifonctionnelle, en fonction des besoins et des horaires selon le principe de la chronotopie. Cela permet de rationaliser l'utilisation de l'espace disponible et de minimiser les surfaces inutilisées ou sous-utilisées.

Par exemple, une même surface peut servir à la fois de lieu de travail et de lieu d'accueil d'urgence la nuit, un équipement public peut être dédié à la scolarité la journée et mis à disposition des associations les soirs et weekends, un établissement scolaire peut servir de centre de vacances avec hébergement en période estivale...

Favoriser la mutualisation des équipements implique de partager les ressources et les équipements entre plusieurs utilisateurs ou entités, plutôt que de les posséder individuellement. Par exemple, au lieu que chaque ménage possède sa propre machine à laver, une communauté peut investir dans une machine collective qui est partagée entre plusieurs membres ; cela peut être aussi proposer des locaux frais pour conserver les denrées cela réduirait la consommation d'énergie (donc d'émission de chaleur) et de place de réfrigérateurs surdimensionnés. Ou encore, proposer des espaces collectifs aérés pour sécher le linge afin d'éviter l'apport d'humidité dans des logements. De même, des outils de jardinage, de bricolage, des équipements sportifs ou même des véhicules peuvent être mutualisés pour réduire les coûts, minimiser l'encombrement et promouvoir une utilisation plus efficace des ressources.

En combinant l'intensification de l'usage des surfaces avec la mutualisation des équipements, une approche low-tech peut permettre une utilisation plus efficace et durable des ressources, tout en favorisant le partage, la convivialité, la collaboration et la solidarité au sein des communautés. Les Fablab, les Repair Café, ou les Cyclofficines (ateliers d'auto-réparation de cycles) en sont des bonnes illustrations. On peut également citer tout ce qui est lié à l'urbanisme transitoire (initiatives visant à réactiver la vie locale de façon provisoire sur des terrains ou des bâtiments inoccupés) avec des impacts mesurés et qui cherche à promouvoir des synergies locales.

En systématisant le questionnement, l'approche low-tech nous encourage à être inventif, et conter des nouvelles façons de nous approprier des usages, d'occuper l'espace et de nous organiser collectivement. Ils enrichissent nos interactions sociales et nos liens avec l'environnement.

4.1.2. Recherche à renforcer l'existant

Enjeu :

- s'appuyer sur le "déjà-là", ce qui existe déjà, et le compléter ; dès la définition de la commande afin de concevoir la réponse et participer à l'écosystème locale en phase usage

Objectifs et moyens pour y parvenir :

La démarche low-tech permet de repenser la conception et l'utilisation d'un bâtiment de façon systémique. Élargir le champ de vision à l'échelle d'un quartier et même d'un territoire permet de prendre en compte les synergies possibles et les vulnérabilités. Chaque point faible comme le manque de biodiversité, la perte de savoir-faire ou encore la disparition de filières locales est considéré et peut devenir une opportunité d'amélioration dans le cadre du projet. Ainsi, cela dépasse le périmètre administratif du projet et l'actuelle application réglementaire. On peut parler d'ancrage territorial.

Connaître l'existant

La connaissance de ce "déjà-là" est un préambule à tout projet. Cela revient à mener une analyse approfondie du site, en considérant son intégration au territoire et en identifiant ses atouts et contraintes.

L'analyse du contexte réglementaire (SCOT, PLU, situation historique et patrimoniale), l'identification des risques naturels et industriels et nuisances (infrastructures bruyantes, PPRI, zones de carrières, ligne haute tension...), la connaissance de la nature des sols et sous-sols (capacité géotechnique, perméabilité) et de la climatologie (ensoleillement, ombres portées, vent, pluie, températures), l'examen des réseaux (électricité, gaz, réseau de chaleur, eau et assainissement, télécommunication...) et infrastructures liés à la mobilité (transports collectifs, liaisons douces, accès, dessertes...) sont nécessaires mais insuffisants.

Cela implique également de prendre en compte le patrimoine architectural (histoire, morphologie, structure, potentiel bioclimatique et énergétique...) et le patrimoine paysager existant (les différentes continuités écologiques, l'état phytosanitaire et la capacité d'adaptation des espèces arborées) et au-delà de la flore, les enjeux locaux de la faune.

Il s'agit également d'identifier les moyens disponibles : ressources locales et filières existantes ou potentielles (pour leur intérêt dans la construction : biosourcés, géosourcés, issus du réemploi et pour leur apport énergétique) et le métabolisme circulaire (dont la prévention et valorisation des déchets...), savoir-faire existants. La connaissance du tissu associatif local et des autres forces en présence est précieuse. Enfin de façon plus large, il est essentiel de s'imprégner des dynamiques développées sur le territoire de l'opération (le contexte politique, les difficultés sociales...).

Revitaliser / régénérer

Cette vision élargie permet de hiérarchiser les différents sujets en distinguant les risques et faiblesses, des potentiels que le projet peut saisir. En effet, une telle approche permet de comprendre pleinement le contexte dans lequel s'inscrit le projet, favorisant ainsi une conception intégrée qui, en plus de respecter l'environnement existant, contribue au dynamisme du territoire voire, l'aide à retrouver un nouveau souffle.

Par ailleurs, tout **nouveau projet devrait être profitable pour le territoire**. Il peut s'agir du programme accueilli qui peut être complémentaire à l'offre existante, et, si possible englobant. Cela peut également être par exemple dans une approche moins anthropocentrée, cela peut être l'occasion d'une attention aux autres êtres vivants et aux écosystèmes : les bénéfices de nouvelles plantations pour l'accueil de la faune, leur contribution à l'îlot de fraîcheur...

De surcroît, tout projet est une opportunité de mettre en réseau des matières, services, flux et compétences présents sur un territoire. Privilégier les savoir-faire de bâtisseurs ou acteurs du territoire permet de stimuler l'économie locale et c'est un choix également précieux adapté aux enjeux de la construction et de l'aménagement du territoire. S'agissant de pratiques traditionnelles ou d'une maîtrise revisitée, ils ont été éprouvés par le temps et sont adaptés aux conditions locales. Ils permettent une transmission des connaissances. Une technique novatrice qui vise une technicité juste est également une spécificité sur laquelle le projet peut s'appuyer.

Enfin, ce diagnostic fait, c'est une dernière occasion de justifier ou faire évoluer le choix du site au regard de son environnement urbain (cadrage local, voisinage, ...) et des enjeux identifiés (densification...).

Un des leviers essentiels est de favoriser la réutilisation de l'existant bien évidemment en tant que positionnement clé pour réduire l'empreinte écologique de l'intervention. Mais la conservation révèle bien d'autres atouts :

- Elle préserve le caractère unique et l'identité architecturale du lieu, même dans le cas où celui-ci soit modeste et ordinaire.
- Elle peut contribuer à revitaliser les quartiers urbains et à renforcer le tissu social en restaurant des structures abandonnées ou délabrées, qui faisant partie des paysages quotidiens renforcent le sentiment de communauté et d'appartenance.

Bien d'autres avantages peuvent être mis en avant suivant les contextes : capacité de mutation, transmission des traditions et des savoir-faire ancestraux, économies de coûts, gain de temps, lutte contre la déprise urbaine, jalon constitutif de la ville des courtes distances, accessibilité commerciale...

Valoriser la réflexion et l'humain (constructeur, usagers)

Le développement d'un projet axé sur la valorisation de la réflexion, des savoir-faire et de l'aspect humain repose sur plusieurs principes fondamentaux. Tout d'abord, il est essentiel de faire preuve d'une approche inclusive, en faisant équipe avec ceux qui sont déjà présents et en travaillant en harmonie avec le territoire.

Une démarche actuellement encore peu déployée consiste à intégrer les usagers dès le début du projet. Leur participation active à toutes les étapes du développement garantit une meilleure adéquation avec leurs besoins réels. Il est primordial de prendre le temps nécessaire à la concertation (enquête et rencontre auprès des occupants / riverains...) et à la réflexion (atelier de co-programmation et co-conception) pour concevoir des solutions qui surpassent les attentes, visant à faire mieux, voire autant, avec moins de ressources.

Dans le cas où les utilisateurs ne sont pas encore identifiés, faire appel à un groupe miroir : personnes ayant des usages similaires, et laisser, dans le projet, du temps et de la souplesse dans l'aménagement pour intégrer les remarques et avis des futurs utilisateurs lorsqu'ils seront connus. A l'exemple des TMA (Travaux modification acquéreur) dans la promotion de logement. Ainsi, ces temps d'aller-retour avec l'utilisateur et les exploitants devra se poursuivre à l'issue de la réception afin de s'adapter aux besoins en conditions réelles.

L'aspect quotidien de la vie des usagers doit être pris en compte, en laissant de l'espace pour des actions simples qui favorisent l'intelligence pratique. **Mettre l'accent sur la contribution humaine plutôt que sur la technologie et les systèmes est une philosophie qui se traduit par des bâtiments passifs où les usagers jouent un rôle actif.** On s'appuie sur l'appréciation du confort, la force motrice et la capacité de réflexion de l'utilisateur. **Son action permet la gestion des ambiances de nos bâtiments et donc permet de réduire la place de la technologie et la dépendance à l'énergie comme solution compensatrice de son inaction.** Cela contraste avec les bâtiments actifs et automatisés, appelés "intelligents" ("smart building") où les usagers ont tendance à adopter un rôle passif, de façon spontanée, volontaire ou contrariée.

L'idée de placer l'utilisateur au cœur du bâtiment, avec une influence directe sur son environnement, contribue à générer une forte qualité d'usage.

Former des usagers actifs est une étape cruciale pour garantir que ceux qui occupent le bâtiment se réapproprient la gestion de leur environnement

4.2. Durabilité - comment ? Une conception sobre et résiliente : les modalités du projet

4.2.1. S'attache à minimiser ses nuisances sur l'environnement

Enjeu identifié :

- Atténuer les effets sur l'environnement (réduire massivement toute forme de consommation d'énergie, de ressources et de production de déchets, de pollution...) tout en apportant confort, beauté et intensité sociale.

Objectifs et moyens pour y parvenir :

Comme on l'a développé précédemment, il s'agit d'un enjeu qui n'est pas propre à la démarche low-tech. Tous les acteurs du bâtiment doivent en faire une de leur cible. Développons ici les spécificités et atouts de l'approche low-tech pour y répondre.

L'objectif est de trouver le bon équilibre entre des solutions simples et efficaces. Cela implique de retrouver le bon service du bon produit, matériau, mécanisme ou technique. Ces choix doivent être non seulement durables mais aussi utiles pour les usagers, en contribuant à la réduction des consommations et des charges, à l'amélioration du confort de façon générale.

Éco-conception

L'éco-conception privilégie le travail intellectuel sur les ressources matérielles ("favoriser la matière grise plutôt que l'énergie grise"), en accordant suffisamment de temps et de moyens pour élaborer les solutions. Elle témoigne d'une certaine retenue dans la réponse.

Elle cherche à faire mieux avec moins, en s'interrogeant sur le dimensionnement, en minimisant l'emploi des ressources, en adoptant une approche de conception frugale et économe. Elle vise à utiliser la juste quantité ou juste proportion de matériels et de complexité. La recherche de cet équilibre est complexe et s'appuie sur des arbitrages, qui hiérarchisent les multiples objectifs parfois contradictoires (confort, fonctionnalité, émissions de CO₂, y compris ceux de réversibilité et résilience...). L'éco-conception privilégie des matériaux ou des solutions répondant à plusieurs besoins (comme la protection contre l'incendie ou l'amélioration de l'acoustique). Elle choisit des matériaux adaptés à leur durée de vie prévisionnelle ou modalités de maintenance. Dans la continuité, l'enveloppe ou le système est prévu en s'appuyant sur la théorie des couches : indépendance des éléments entre eux et ordre de démontage selon leur durée de vie prévisionnelle.

Il peut s'agir de concevoir des solutions simples et efficaces, s'inspirant des pratiques traditionnelles d'architecture qui ont prouvé leur durabilité et réversibilité au fil des millénaires. S'atteler à définir un volume capable, une distribution claire (circulation et réseaux) apte à recevoir différents usages.

L'accent est également mis sur la sobriété en matière de système, d'énergie et d'eau. Pour le bâti, même existant, la conception bioclimatique est la base de toute réflexion. Elle tire parti des conditions climatiques locales pour réduire la dépendance à la consommation d'énergie et aux systèmes mécaniques. Elle exploite les conditions naturelles (chaleur, fraîcheur, lumière, ventilation) pour optimiser le confort thermique et lumineux des espaces, tout en minimisant la consommation d'énergie. Elle identifie les apports internes et énergie fatale et affine les

modalités d'usage pour en tirer parti (adapter le chauffage d'une pièce en anticipant les apports de chaleur, récupérer des calories sur les eaux grises...).

Pour abaisser la complexité technologique, on privilégie les solutions passives. En complément d'une enveloppe bâtie adaptée, elle priorise des protections solaires extérieures fixes quand c'est possible. Et si ce n'est pas adapté (selon l'orientation, le contexte d'usage...) alors, de façon raisonnée, lors de la conception on définira le mécanisme le plus adéquat le plus simple et pérenne possible. De même pour le renouvellement d'air, hygiénique ou estival, la ventilation naturelle est optimum, éventuellement avec récupération de chaleur, mais selon le contexte, elle pourra être complexifiée.

Les aller-retours avec la programmation sont indispensables et des ajustements sont à mener lorsque les artifices à mettre en place pour contourner un obstacle prennent le dessus et empêchent une conception sobre et vertueuse. A l'exemple d'une salle de réunion sans ouverture sur l'extérieur permettant de décharger les apports caloriques internes ou encore l'exemple de locaux envisagé à toute proximité d'un équipement émissifs en pollution ou bruit. Questionner ce qui peut évoluer : la localisation, le nombre de personnes et d'équipement à réunir ou dans le deuxième exemple la source de nuisance ou l'usage des locaux.

L'éco-conception met à profit les propriétés physiques des matériaux. Par exemple, pour la conception de l'enveloppe : l'inertie, la capacité d'un matériau à gérer la vapeur d'eau, celle à gérer les flux de chaleur... Pour la conception de système, elle peut utiliser la dilatation du métal ou de certaines membranes pour arrêter mécaniquement des systèmes lorsque certaines conditions sont atteintes (consigne de température, hygrométrie...). En complément des études théoriques, la recherche peut également être empirique et expérimentale. Des tests intermédiaires sont prévus pour valider des hypothèses.

Enfin, et pour rappel, il est essentiel de s'appuyer sur les usagers en les impliquant dès le début. Dans le processus de conception, cela garantit une meilleure adéquation entre les solutions proposées et les besoins réels des utilisateurs. Il est nécessaire également de favoriser leur participation à la gestion et à l'entretien des solutions mises en place afin de garantir la durabilité des systèmes. La sensibilité des usagers est d'ailleurs un véritable atout, permettant de remplacer certains capteurs. L'éco-conception encourage les solutions liées à l'usage et à l'utilisateur : chauffer les corps plutôt que l'ensemble des volumes (favoriser un habillement ou une action plutôt qu'un système). De plus, sauf contexte particulier (personne dépendante...) les usagers peuvent actionner eux même les paramètres (mettre un pull, ouvrir des fenêtres, fermer des volets...) en faisant les manœuvres nécessaires et ainsi ajuster au mieux leurs conditions de confort. Cela permet d'éviter des systèmes complexes et consommateurs d'énergie tout en favorisant la réappropriation des utilisateurs à leur environnement.

En dernier lieu, pour les fonctions indispensables pour lesquelles les aménagements passifs ne sont pas suffisants, alors on s'appuiera sur des éléments motorisés ou électroniques. Leur fonctionnement privilégie des systèmes énergétiques simples si possible renouvelables.

Usage des ressources

L'objectif est de restreindre l'usage de matériaux fossiles et métaux rares. Pour ce faire, le choix de chaque matériau ou système doit être réalisé en appréciant son empreinte environnementale (dont le carbone) sur l'ensemble de son cycle de vie.

Cela passe d'abord par les matériaux abondants localement, les matériaux peu transformés, biosourcés, de réemploi. En effet, cela limite l'extraction des matières premières, le besoin en énergie pour leur transformation et transport.

L'emploi de matières géosourcées disponibles localement trouve avantagement sa place en complémentarité des matériaux biosourcés. L'usage de matériaux recyclés lorsqu'ils ne sont pas substituables par des matériaux renouvelables ou réemployés, est intéressant. Il est partie prenante d'une économie circulaire.

La voie vers la résilience et la régénération ouvre des horizons variés et permet de participer à une nouvelle économie. Par exemple pour l'usage des matériaux biosourcés, il est plus profitable de prioriser l'usage de co-produits (paille de blé) voir de déchets (ouate de cellulose). La démarche conduit à se questionner sur le type de culture (choix de plantes peu demandeuses d'intrant et de mécanisation, qualité agronomique) jusqu'au prélèvement (exemple : débardage à cheval pour couper uniquement la ressource sélectionnée en minimisant l'impact sur le milieu). Le choix du matériau est mis en parallèle à la réflexion sur sa mise en œuvre, il est nécessaire d'envisager les possibilités permises en fin de vie du matériau (réutilisable, recyclable, compostable...) suivant à la fois les caractéristiques du matériau, les dispositifs d'assemblage et de pose, les revêtements et traitements ajoutés...

Dans tous les cas, la conception est globale et la conception ne peut se satisfaire d'une juxtaposition de solutions techniques. Le projet mobilise de la ressource mais un choix judicieux de celle-ci participe à produire d'autres bénéfices, sur le projet ou son territoire.

Autre exemple : pour bâtiment à usage d'habitation : mode constructif bloc béton + isolation polystyrène + pompe à chaleur + plaque de plâtre + peinture, on peut substituer le mode constructif par ossature bois + isolation paille + enduit terre crue + enduit chaux + protection solaire ; ainsi, pour le même usage on améliore le confort d'hiver / été + ressenti et qualité d'habitat intérieur : le recours à des matériaux biosourcés local, peu transformé permet de réduire les coûts de transport, de transformation, et favorisant l'économie locale, confort d'été, qualité air, stockage carbone...

Enfin à chaque étape, l'optimisation de la matière est un objectif. La production de déchets est incontournable à chaque étape de fabrication, ainsi, moins un matériau est transformé, moins il génère de phases de production de déchets. En tout état de cause, le déchets ou rebuts doit pouvoir entrer dans un nouveau cycle de valorisation (exemple poussière issue du défibrage du chanvre valorisé en méthanisation).

Pour limiter la production de déchets en chantier, il est crucial d'anticiper le calepinage pour réduire les chutes de matériaux lors de la construction.

D'ailleurs, lors du chantier, les mises en œuvre "à sec" sont souvent pertinentes à la fois pour économiser eau et énergie et matériaux en phase chantier mais également afin de faciliter la démontabilité. Selon les spécificités du site, juger de l'opportunité d'une préfabrication de certaines parties du projet.

De plus, la mise à disposition des restes de chantier, permise par une communication et un entreposage approprié garantit un réemploi immédiat sur d'autres chantiers à proximité, contribue à réduire les déchets et à promouvoir une économie circulaire locale.

Enfin, pour la phase d'usage, la gestion intégrée des déchets organiques, telle que la réintégration des fèces et urines humaines en circuit court dans le cycle de production des nutriments, permet

de valoriser ces déchets comme des ressources précieuses, tout en contribuant à la réduction de la pollution des milieux.

La gestion durable de l'eau constitue également un enjeu majeur dans la conception low-tech. En s'appuyant sur des ouvrages raisonnés et la force hydraulique du gravitaire, elle favorise la gestion locale de cette ressource. Un des objectifs est de ralentir le petit cycle de l'eau. C'est-à-dire de réduire le ruissellement des eaux de surface et d'éviter de conduire cette précieuse ressource dans les systèmes d'assainissements collectifs. Cela permet à la fois d'atténuer les risques d'inondation, d'éviter à cette eau de rejoindre la mer, de remplir les nappes phréatiques, de bonifier le microclimat local, de réduire le chargement en polluant de cette eau et d'alléger la pression exercée sur les réseaux d'assainissement. Cela implique l'intégration de techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle, telles que la retenue de l'eau dans un aménagement pour qu'elle puisse être évaporé par le sol ou transpiré par les arbres, ou s'infiltrer dans le sous-sol, le stockage en vue de la réutilisation... Comme pour les autres enjeux, l'approche low-tech encourage la simplicité autant en construction qu'en usage. Les aménagements à concevoir, lisibles (bassin apparent, mise en scène du fil de l'eau...) servent également de support pédagogique.

De plus, en prônant une sobriété d'usage et au travers d'astuces simples, la réduction de la consommation d'eau potable doit être constamment recherchée (réutilisation des eaux grises, réducteur de pression, appareil hydro-économe).

Projection sur le long terme

Rechercher à minimiser les nuisances sur l'environnement, c'est nécessairement se projeter dans le temps long. Cela implique plusieurs facettes. D'une part, il est important de favoriser les temps d'usage longs afin d'amortir les efforts réalisés. Dans le cas d'usage temporaire, alors cela doit être conçu pour être réutilisable soit en l'état soit par module soit par des éléments démontables remis dans le circuit du réemploi. Une façon de prolonger la durée de vie d'un bâtiment est d'intégrer dès le départ la réversibilité. C'est-à-dire d'envisager différents besoins dans la durée de vie du bâti, voire des changements de programme ou encore une démontabilité du bâti. Cependant, c'est une notion qui mérite d'être développée et contextualisée car il s'agit de rester sobre et simple. C'est certainement le fait de revenir aux fondamentaux de l'architecture et proposer une structure capable, comme beaucoup de notre patrimoine d'ailleurs.

D'autre part, il y a un équilibre à trouver entre la phase construction et la phase usage. C'est-à-dire veiller à ce que la réduction de l'empreinte environnementale de l'enveloppe n'entraîne pas une surenchère sur les systèmes et leur consommation et réciproquement. C'est donc également la question du coût global qui doit être questionnée, y compris dans les cas où le modèle économique du constructeur n'est pas adapté. Les coûts financiers et environnementaux ainsi que les modalités liées à la consommation, maintenance, remplacement... doivent être quantifiés lors de la conception afin de servir d'aide à l'arbitrage. Plusieurs scénarios d'exploitation doivent être envisagés puisque nous entrons dans une ère qui risque d'être mouvementée. Dans tous les cas, la recherche de qualité est évidente, gage de pérennité. Cette réflexion est à mener, tout en s'assurant que la démarche low-tech a une logique d'amélioration continue.

Pour finir, et pour les mêmes raisons, la démarche low-tech doit s'assurer d'un entretien adapté ainsi que de la maintenance et maintenabilité des bâtiments (enveloppe, systèmes, aménagements...).

4.2.2. Recherche la résilience

L'enjeu identifié par la communauté des low-tech est d'assurer une longue durabilité et une plus grande capacité à s'adapter face aux changements d'usage et aux aléas.

Ainsi, on peut définir les objectifs et moyens suivants pour y parvenir :

Pérennité

Des solutions épurées et fonctionnelles minimisent les quantités de matériel installées. La diversité, la qualité des pièces et la variété d'assemblage est adaptée au contexte (intensité de la sollicitation, exposition...). En optant pour des matériaux et pièces disponibles localement, réalisées par les savoirs faire locaux ou suffisamment standardisées, on évite la dépendance à des composants spécifiques difficiles à remplacer. Par ailleurs, en choisissant des composants et assemblages fiables et en anticipant les éventuelles défaillances, la conception assure la durabilité.

La conception même, simple et ergonomique assure la compréhension intuitive et la prise en main des utilisateurs, ainsi, cela évite les dégradations, même non intentionnelles.

Réparabilité et évolutivité

La conception privilégie des solutions modulaires, qui peuvent être facilement mises à jour, substituées ou adaptées aux évolutions technologiques, aux besoins changeants ou éventuellement aux besoins spécifiques de chaque utilisateur. De plus, en anticipant la démontabilité, elle permet un accès aisé aux composants pour la réparation et la maintenance en réduisant les perturbations du fonctionnement global.

Par ailleurs, un bâtiment ou un système low-tech devrait avoir des coûts de maintenance plus faibles eu égard à la simplicité des équipements mis en place. Il nécessite moins d'interventions ou moins de professionnels spécifiques (parce que justement les systèmes sont simplifiés, réparables, évolutifs... et appropriables). L'inverse semble vrai également : un bâtiment qui a des coûts de maintenance faible tout en étant confortable et adapté aux usages et usagers a probablement peu d'équipement ou des équipements simples. Et même conçu sans la conscience et la volonté d'être dans une démarche low-tech, il l'est.

Fonctionnement dégradé envisagé

La low-tech anticipe un mode de fonctionnement dégradé afin de garantir le maintien, ou en tout cas le retour rapide, d'un usage rudimentaire et permettre un niveau de confort minimal même en cas de crise majeure (risque naturel, rupture d'approvisionnement...). Outre la mise en place d'éléments techniques appropriés (sources alternatives d'énergie, systèmes de stockage...), il est essentiel de décrire clairement les modalités de gestion des aléas, en identifiant les scénarios potentiels et en établissant des protocoles d'intervention pour minimiser les impacts sur les occupants. En répartissant les rôles selon les compétences et disponibilités (occupants, techniciens externes...), on assure une coordination efficace des actions à entreprendre en cas de dysfonctionnement, permettant ainsi une réaction rapide et organisée face aux situations d'urgence.

De plus, il convient de prévoir des mesures visant à modifier les comportements et le rapport à l'usage des bâtiments, en sensibilisant les occupants à l'importance de la gestion responsable des ressources et à l'adaptation aux perturbations.

De façon plus large, en valorisant le partage des connaissances, la responsabilité individuelle et collective et la coopération entre les membres de la communauté, la low-tech favorise le développement de communautés résilientes et interconnectées.

4.3. Facilité - qui ? Un usage convivial, émancipateur et approprié

4.3.1. S'applique à être appropriable

L'enjeu identifié par la communauté des low-tech est d'assurer une appropriation par l'ensemble des acteurs (professionnels du bâtiment et usagers). Par simplicité on attribue un rôle à chaque acteur, mais cet effet réducteur ne doit pas occulter qu'il s'agit ici d'individu et d'individualité à considérer et émanciper dans un tout commun.

Ainsi, on peut définir les objectifs et moyens suivant pour y parvenir :

Lisibilité

Pour garantir une appropriation efficace, il est essentiel de rendre les concepts et les développements accessibles à tous. Cela implique de présenter les informations de manière claire et compréhensible, en évitant les termes techniques complexes lorsque cela est possible. Il y a tout un spectre lié à la signalétique et l'éco design sur lequel s'appuyer. Un langage simple et des explications détaillées peuvent contribuer à éliminer les barrières de compréhension.

Il est aussi possible de s'appuyer sur des sciences du comportement et notamment de la théorie du *nudge*, qui fait valoir que des suggestions indirectes peuvent, sans forcer, influencer les motivations et les passages à l'acte. Des mises en scène sous forme de jeu notamment peuvent aider à la sensibilisation.

De plus, pour encourager la réparation par les utilisateurs, voir même la personnalisation, des guides détaillés et des affichages pédagogiques peuvent être fournis, facilitant ainsi le diagnostic et la résolution des problèmes courants.

Enfin, des démarches de suivi après livraison sont indispensables pour vérifier et ajuster les bonnes pratiques.

Reproductibilité

Parallèlement, il est crucial d'encourager un partage ouvert et transparent des connaissances et des expériences entre les acteurs impliqués. Cette transparence favorise l'apprentissage collectif et l'amélioration continue des pratiques et leur duplication.

Cela peut être réalisé en fournissant des instructions claires et gratuites, disponibles pour tous. Des tutoriels, des guides étape par étape et des démonstrations pratiques peuvent aider à clarifier le processus de mise en œuvre. L'idée n'est pas d'enfermer une solution dans un cadre normatif, mais de partager au plus grand nombre un concept éprouvé avec ses ingrédients et sa recette pour permettre qu'il soit reproduit, éventuellement adapté au contexte et même amélioré. Cela garantit une utilisation généralisée des bonnes pratiques développées, tout en laissant suffisamment de flexibilité pour s'adapter aux particularités locales.

De plus, concevoir des solutions qui peuvent être fabriquées à partir de ressources et de moyens locaux disponibles favorise leur diffusion. En limitant les difficultés de mise en œuvre et coûts de

fabrication, on garantit également que les solutions restent abordables pour toutes les communautés.

Partage et plaisir

Concevoir des solutions faciles et agréables à utiliser garantit également que tout le monde s'en saisisse. Cela implique de tenir compte des besoins et des capacités des utilisateurs finaux dès les premières étapes de conception. Impliquer activement les usagers dans le processus de conception et de construction permet de s'assurer que les solutions répondent à leurs besoins spécifiques et à leurs valeurs. En comprenant leurs préférences et en les intégrant dans la conception, on favorise une appropriation durable des solutions.

La low-tech favorise ainsi une approche collaborative et participative. En mettant l'accent sur des **solutions simples**, elle **encourage les communautés à travailler ensemble pour résoudre des problèmes ou aménager des espaces communs**. Cette approche **favorise la cohésion sociale en rassemblant les gens autour d'un objectif partagé, renforçant ainsi les liens interpersonnels et la solidarité**. Que ce soit pour la construction d'un potager partagé, la mise en place d'un système de partage de vélos, ou la création d'un réseau d'énergie solaire communautaire, la création d'un four à pain, les initiatives de low-tech créent des espaces où les gens peuvent se rencontrer, partager des connaissances et des compétences, s'entraider et tisser des liens durables. Le but partagé dépasse les intérêts individuels.

Il y a la notion du soin qui est centrale : l'attention à l'autre et l'attention à l'environnement de façon générale. Le rapport se fait dans une recherche d'harmonie et de complémentarité. Concernant l'humain, la low-tech cherche à l'émanciper, à lui transmettre les atouts. Le [barefoot college international](#) en est une illustration parfaite. Peut-être moins spectaculaire, l'expérience vécue dans les repair cafés ou cycloofficines est tout autant représentative : des personnes novices, prennent le temps (observation, tests...) et, aidées d'un regard bienveillant, elles gagnent de la confiance en eux, ce qui est finalement bien plus précieux que le matériel réparé.

Rapport au temps et à l'environnement

Finalement, mais surtout fondamentalement, nous n'avons pas évoqué dans cette note, ce qui est essentiel. On a commencé par énoncer clairement ce qui a généré la production, l'aménagement et la société de ces dernières décennies : l'accès à l'énergie principalement avec ce qu'elle permet pour prélever les ressources et générer de l'économie. Aussi, en parallèle, voire en opposition, nous avons cherché dans cette description de la low-tech à dessiner d'autres "ressources" possibles. L'impérieuse nécessité de se reconnecter à l'environnement et de faire avec lui. Mais ce qui transparaît ici et qui n'a pas été évoqué c'est le rapport au temps. Oui, les low-tech c'est tout l'inverse : ça demande peu de ressources énergétiques mais ça demande davantage de temps, en conception et en usage. Ça demande également du temps de partage, pour recevoir ou donner de l'aide. Sans assistance de la machine, c'est une autre assistance dont on a besoin. Il y a donc la notion du temps, est-ce qu'on le perd ? Qu'est-ce qu'on y gagne, personnellement et collectivement ? Comment est-ce qu'on peut trouver ce temps dans notre société actuelle ?

Se délester d'assistant technique et énergétique, par exemple en adoptant la mobilité douce, cela contribue à améliorer la qualité de vie. Cela concourt à un sentiment de joie, de satisfaction et de bien-être.

En abaissant le niveau technologique, on revient à des modes de vie plus simples et plus proches de l'environnement physique et immédiat. Ouvrir manuellement ses volets le matin, c'est s'assurer

de prendre un bon bol d'air frais. En retrouvant le plaisir de la marche dans l'escalier, questionné par Gaston Bachelard dans la poésie de l'espace, on peut prendre le temps de souffler et de rêver. La diminution de nos attributs technologiques nous permet également de renouer avec nos perceptions.

4.4. Conclusion, la low-tech comme moteur du bâtiment de demain

Comment la démarche low-tech répond-elle aux enjeux du bâtiment ?

Nous avons identifié les 3 principales stratégies qui s'appliquent sur le bâtiment et plus largement l'aménagement du territoire, qu'il soit existant ou à créer : atténuer, s'adapter et régénérer. Nous avons clarifié ce qui caractérise une démarche low-tech appliquée au bâtiment. Ce qui nous permet de faire les relations suivantes :

- En répondant à la juste nécessité et en cherchant à minimiser son impact sur les écosystèmes, la démarche low-tech contribue indéniablement à l'atténuation
- En ayant pour objectif la résilience et l'accessibilité par tous, la démarche low-tech s'inscrit dans l'adaptation
- Enfin, en privilégiant l'existant et en le complétant, elle prend part à la régénération patrimoniale, économique et naturelle du territoire.

Mais surtout, la low-tech va au-delà des aspects techniques. Il s'agit d'une démarche transversale et systémique. En reprenant conscience de l'environnement, elle développe de nouveaux imaginaires. Elle permet d'innover ou remettre en lumière des actions concrètes. Elle promeut des valeurs telles que la collaboration, la solidarité, la simplicité. Ainsi, elle fédère des communautés capables de rassembler de nombreux enjeux et acteurs. Cette mise en commun de nombreuses réussites participe à un engouement et un enthousiasme, lui-même moteur de l'action.

Aussi, nous pouvons conclure que la démarche low-tech propose un cadre de pensée apte à répondre aux défis contemporains à toutes les échelles de l'aménagement du territoire. Plus elle sera connue et ses bienfaits reconnus, plus elle redeviendra légitime et viendra spontanément. C'est donc tout l'enjeu de ce travail, que la réglementation ne l'arrête pas dans son déploiement et également que la réglementation puisse nous inciter collectivement à nous en saisir.

5. DES CHEMINS POSSIBLES

L'approche low-tech développée par ce groupe transverse doit imprégner et aiguiller les autres groupes de travail afin de favoriser celle-ci dans chacun des thèmes et s'assurer qu'elle est valorisée dans les indicateurs développés par chacun des groupes techniques. Selon les contextes, la réponse low-tech sera jugée comme adaptée et suffisante, dans d'autres cas elle sera complémentaire à une solution classique.

La liste qui suit indique, pour chaque thématique du projet CAP 2030, les orientations qui doivent être prises pour permettre une valorisation des projets et solutions low-tech dans la construction neuve. Parfois des propositions concrètes d'indicateurs ou de travaux sont formulées sous la forme suivante :

→ Proposition d'indicateur ou de travaux

Il est attendu que les groupes techniques s'en saisissent pour produire leurs indicateurs.

5.1. Neutralité Carbone

Le calcul réglementaire évalue la neutralité carbone par le calcul d'indicateurs carbone dont certains sont soumis à des exigences de seuil ($I_{C_{\text{construction}}}$, $I_{C_{\text{énergie}}}$) et d'autres sont simplement informatifs ($I_{C_{\text{chantier}}}$, $I_{C_{\text{composant}}}$, $I_{C_{\text{bâtiment}}}$, $I_{C_{\text{eau}}}$, $I_{C_{\text{projet}}}$ et $I_{C_{\text{parcelle}}}$). Pour aller encore plus loin dans la neutralité carbone, en suivant une approche low-tech, voici quelques propositions qui devraient se trouver reflétées dans les indicateurs qui mesurent la performance d'un projet sur ce plan-ci.

- Concevoir pour proposer des usages mutualisés et/ou mutualisables en vue de réduire globalement les espaces construits.
 - Proposer un bonus mutualisation pour inciter les projets à prévoir des espaces mutualisés (bonus maximum) ou mutualisables (bonus intermédiaire)
 - Proposer un calcul des indicateurs carbone ramenés au nombre d'occupants plutôt que de m^2 , en comptant les occupants de tous les usages
- Concevoir et construire en pensant aux évolutions du bâtiment (changement d'usage, extension, réduction) et à sa fin de vie (démontabilité, réemploi).
 - Proposer un bonus évolutivité pour les projets qui l'intègrent dans leur conception
 - Proposer un bonus fin de vie pour les projets dont l'empreinte en fin de vie sera réduite par leur démontabilité et le réemploi de leurs matériaux
- Optimiser la localisation du bâtiment à construire de façon à limiter le recours aux technologies et matériaux à forte empreinte carbone et non renouvelables pour les fondations.
 - Proposer un bonus dans le calcul de l'indicateur $I_{C_{\text{construction}}}$ ou prendre en compte cet effort par la mise en place d'une exigence sur l'indicateur $I_{C_{\text{chantier}}}$ pour les projets limitant l'impact de leurs fondations
- Recourir de façon prioritaire à des matériaux économes en ressources, nécessitant peu de transformation et peu de transport (matériaux bio ou géosourcés, matériaux de réemploi...) et si possible permettant de séquestrer du carbone.
 - Permettre l'utilisation de matériaux low-tech ne bénéficiant pas de FDES / PEP spécifiques sans être pénalisés : établissement d'un bonus low-tech venant contrebalancer l'effet négatif de l'utilisation de FDES / PEP par défaut ou permettre de réaliser des FDES / PEP simplifiées pour des matériaux low-tech n'en disposant pas, par exemple en s'appuyant sur d'autres bases de données telles que [ecoinvent](#) (Suisse).
 - Faire en sorte que l'hypothèse de fin de vie des matériaux biosourcés dans leur FDES soit plus réaliste que la règle des $\frac{1}{3}$ incinération, $\frac{1}{3}$ décharge et $\frac{1}{3}$ réemploi, ou puisse être modulée dans le calcul carbone
- Recourir de façon prioritaire à des systèmes techniques économes en ressources autant pour leur fabrication que leur usage.

- *Bonifier le calcul forfaitaire sur les systèmes lorsque de tels systèmes sont utilisés*
- *Mettre une exigence sur l'indicateur $I_{c\text{composant}}$ lot par lot*
- Permettre la valorisation des bâtiments construits avec des techniques alternatives low-tech à plus forte intensité sociale et moindre empreinte carbone de mise en œuvre.
 - *Mettre une exigence sur l'indicateur $I_{c\text{chantier}}$*

Dans le calcul réglementaire l'impact carbone se mesure aussi au travers des exigences sur le Cep et Cep, nr qui reflètent l'impact carbone de l'usage du bâtiment. La démarche low-tech offre ici aussi des propositions qui doivent être mises en avant :

- Favoriser les solutions passives pour le chauffage ou le refroidissement des ambiances.
 - *Mettre en place un bonus/malus basé sur la part passive de chaud et froid dans le bilan énergétique*
- Concevoir pour utiliser au mieux les énergies fatales (eaux grises, air vicié) du bâtiment.
 - *Comptabiliser les énergies fatales récupérées dans les apports passifs pour le calcul du bonus/malus passif*

5.2. Mesurer les performances

Ce groupe de travail n'a pas vocation à définir des indicateurs permettant de caractériser les mesures de performances d'un bâtiment pendant son usage mais plutôt les performances qu'il faudra mesurer au moment de sa réception pour en vérifier la conformité réglementaire (par exemple étanchéité à l'air).

Dans ce domaine, le GT low-tech n'a pas de proposition particulière à formuler.

Pour autant, le projet CAP 2030 pourrait étudier les sujets suivants dans le cadre d'une révision de ses objectifs ou une suite, par exemple sur la question du commissionnement mise en avant par le groupe :

- Collecte et traitement de données, pilotage du bâtiment
 - S'assurer de moyens de collecte de données simples et pérennes
 - S'assurer de données intelligibles
 - Supprimer les collectes de données inutiles

5.3. Énergie et réseaux

Dans le domaine du bâtiment qui collabore avec les réseaux, l'approche low-tech qui doit conduire à plus de sobriété va implicitement induire une moindre dépendance aux réseaux d'intrants, que ce soit pour l'énergie ou pour l'eau. Mais un bâtiment conçu avec une approche low-tech peut cependant être producteur d'énergie ou d'eau pour les bâtiments environnants à certains moments, nécessitant alors la collaboration avec les réseaux pour ne pas gaspiller ces productions locales.

Toutefois, l'approche low-tech commande que ces interactions avec les réseaux se fassent dans le respect des principes que nous avons vu précédemment : simplicité, appropriabilité, maintenabilité, réparabilité, ... On rejoint alors les questions liées à la mesure des performances dans le domaine de la collecte et du traitement de données pour le pilotage des réseaux cette fois-ci :

- S'assurer de moyens de collecte de données simples et pérennes avec des protocoles standards et ouverts
- S'assurer de données intelligibles utilisant des formats ouverts
- Supprimer les collectes de données inutiles

Parfois l'approche low-tech prend en quelque sorte le contrepied de l'objectif du GT 3 "Bâtiments qui collaborent avec les réseaux" en diminuant, voire supprimant, ce besoin d'interaction avec des réseaux impliquant des solutions technologiques complexes visant à optimiser l'adéquation entre les fournisseurs et les consommateurs, par exemple avec l'objectif suivant :

- Intensifier les usages au sein d'un même bâtiment pour réduire l'empreinte globale et optimiser les systèmes (mutualisation), permettant d'éviter des systèmes de pilotages énergétiques complexes
 - Définir un indicateur permettant de mesurer la capacité d'un projet à lisser la courbe de charge pour limiter les besoins en infrastructure et pilotage des réseaux

Cette proposition va dans le sens des travaux du GT 3 sur la forme des courbes de charge avec une approche alternative visant à valoriser les projets réduisant le besoin de pilotage par la réflexion sur les usages.

Enfin, s'il reste malgré tout nécessaire de raccorder un bâtiment à un réseau énergétique, il faudrait pouvoir valoriser le fait d'utiliser des réseaux de productions locales, diminuant ainsi le besoin d'extension des infrastructures des réseaux pour exporter les productions excédentaires au-delà du territoire. C'est le cas d'un raccordement à un réseau de chaleur ou de froid, mais aussi celui de l'utilisation de méthane vert produit localement à base de biodéchets récupérés.

- Valoriser l'utilisation de solutions énergétiques basées sur des productions locales (méthanisation par exemple) permettant de limiter les besoins d'extension de réseaux.

5.4. Qualité des Environnements Intérieurs

La Qualité des Environnements Intérieurs (QEI) peut intrinsèquement être apportée par la qualité conceptuelle et constructive du bâtiment. Les travaux du GT 4 portent sur la mesure de ces qualités au travers d'indicateurs quantifiables et ils permettront globalement d'améliorer la qualité des environnements proposés aux usagers de bâtiments neufs. Cependant la QEI perçue peut également être influencée par des aspects non quantifiables et pourtant essentiels pour permettre l'adaptation des usagers. Ces aspects rejoignent les objectifs de la démarche low-tech visant à la résilience du bâtiment par l'appropriation par ses usagers. L'environnement fourni par le bâtiment sera jugé de qualité si l'utilisateur peut se saisir de son propre confort en agissant sur tous les leviers mis à sa disposition par les concepteurs. Nous ne sommes pas ici dans le domaine physique parfaitement quantifiable mais dans celui de l'humain, du sociologique. Voici quelques propositions qui vont dans ce sens :

- Privilégier les manœuvres manuelles et l'action des usagers lorsque ceux-ci peuvent se saisir de leur confort (information, formation, disponibilité, ...) ou à défaut des dispositifs automatisés simples laissant aux usagers la possibilité d'en prendre la main.
- Instrumenter la qualité de l'air lorsque les usages identifiés le justifient, pour permettre l'information des usagers, en privilégiant des dispositifs d'information simples (par exemple des capteurs de CO₂ à trois couleurs).
- Privilégier les matériaux de revêtement intérieur ayant une action positive sur la qualité des environnements intérieurs : régulation de l'hygrométrie, transmission de la chaleur adaptée, faible émission de COV totaux, performance acoustique, facilité de nettoyage (nettoyage / maintenance possible avec des produits peu transformés / émettant peu de COV / ne nécessitant pas d'électricité) ...
 - *Prendre en compte les caractéristiques particulières de ces matériaux dans les calculs réglementaires d'énergie et de confort*
- Permettre l'utilisation de systèmes de ventilation naturelle ou ventilation naturelle assistée.
 - *Permettre la prise en compte de la ventilation naturelle dans les moteurs de calcul*

Ces propositions devront être accompagnées d'actions d'éducation et de formation des utilisateurs : assistance à maîtrise d'usage, éducation à l'utilisation active d'un bâtiment passif, compréhension des principes de fonctionnement des automatismes, affichage à vocation pédagogique, ... Ces actions, bien qu'hors du périmètre du projet CAP 2030, nécessitent un développement au niveau de la puissance publique pour accompagner le déploiement du cadre de référence et de la prochaine réglementation.

5.5. Gestion durable de l'eau

Comme indiqué précédemment, l'approche low-tech qui vise à privilégier des solutions sobres va permettre également de réduire la pression sur la ressource en eau, et notamment l'eau potable, qui tend à se raréfier avec les évolutions de nos modes de vie, de production et de consommation.

Concernant les eaux rejetées ou récupérées sur ou par le bâtiment, l'approche low-tech recherche tous les moyens de limiter leur quantité par un traitement local sur la parcelle ou une réinjection dans ou autour du bâtiment pour un autre usage acceptant une eau de moindre qualité sanitaire.

Ainsi la plupart des objectifs de l'approche low-tech sur la question de la gestion durable de l'eau se trouvent en concordance avec ceux du GT 5, mais ils poussent parfois le curseur un peu plus loin :

- Favoriser la gestion de l'eau pluviale localement, sur la parcelle ou à l'échelle du quartier
- Favoriser les solutions de réutilisation des eaux pluviales
 - in-situ par réinjection dans le bâtiment pour certains usages, par exemple chasse d'eau, nettoyage, machine à laver (en faisant éventuellement évoluer les contraintes réglementaires)

- ou in-situ par utilisation systématique pour l'arrosage en cas de présence d'espaces verts sur le projet ou terrasse (question de la fabrique d'un îlot de fraîcheur)
- ou ex-situ (valorisation à l'échelle du quartier par exemple),
- Favoriser les solutions de traitement des eaux grises par réemploi in-situ (réinjection dans le bâtiment pour certains usages, par exemple chasse d'eau, en faisant éventuellement évoluer les contraintes réglementaires dans le domaine de la réutilisation des eaux grises ; utilisation pour l'arrosage après phyto-épuration en cas de présence d'espaces verts sur le projet) ou ex-situ (valorisation à l'échelle du quartier par exemple).
- Valoriser un faible taux d'imperméabilisation de la parcelle lorsque c'est possible.
- Privilégier les systèmes gravitaires pour l'utilisation de l'eau de façon à éviter le recours à des pompes de relevage, permettant ainsi de diminuer le besoin en énergie et en maintenance de la solution de gestion de l'eau.
- Valoriser les projets prévoyant la réintégration des fèces et urines humaines en circuit court dans le cycle de production des nutriments du sol.

Mais la ressource en eau doit aussi être envisagée dans le choix des matériaux et modes constructifs. On peut illustrer ce point en prenant comme exemple la comparaison de la pollution de l'eau de deux isolants pour un même niveau d'isolation ($R = 9,58 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) :

- paille de blé : $2,80 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- laine de verre : $32,43 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Ainsi dans l'évaluation du bilan environnemental du bâtiment et de sa durabilité, le calcul d'un indice eau, au même titre que l'indice carbone, devrait être réalisé afin de privilégier les matériaux, équipements et modes constructifs ayant le plus faible impact sur la ressource en eau, voire contribuant à en améliorer la qualité.

→ *Mettre en place un indicateur eau basé sur le contributeur pollution de l'eau de la FDES ou du PEP des matériaux et équipements, et une estimation du besoin en eau du chantier selon le mode constructif choisi (filiale sèche vs. filiale humide)*

5.6. Économie circulaire

L'économie circulaire est au cœur de l'approche low-tech qui prône un développement des projets autour du déjà-là, que ce soient des matériaux premiers présents sur le site ou issus de déconstruction in-situ ou proche, ou encore de ressources, savoir-faire et filières économiques locales. En cela les objectifs des deux groupes de travail sont évidemment convergents. On retrouve par exemple des éléments déjà évoqués pour la question de la neutralité carbone ci-dessus :

- Valoriser les projets démontables permettant un meilleur réemploi de ses matériaux et systèmes constituants.
- *Soumettre toute construction neuve à un diagnostic PEMD, afin d'évaluer par anticipation le potentiel réemployable, recyclable, valorisable des produits,*

matériaux et déchets issus de la déconstruction future du bâtiment, en tout ou partie.

- Favoriser l'utilisation de matériaux et systèmes issus de l'économie circulaire.
 - Définir une méthodologie d'établissement de FDES de matériaux et systèmes de réemploi où la composante de la phase production permettrait d'avantager ces matériaux et systèmes
- Favoriser l'utilisation de matériaux et systèmes issus de ressources locales et circuits courts.
 - Mettre une exigence sur les indicateurs de transport A2 et A4 des FDES (par exemple pour deux isolants apportant un même niveau d'isolation de $9,58 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$: $A2+A4 = 1,674 \text{ kg eq. CO}_2/\text{m}^2$ pour la paille de blé et $9,302 \text{ kg eq. CO}_2/\text{m}^2$ pour la laine de verre)
- Systématiser le réemploi par la remise en circulation des "restes de chantier" (matériaux non posés ou chutes ; à réinjecter en réemploi ex-situ par exportation sur d'autres sites).

Mais l'approche low-tech porte aussi des objectifs qui lui sont propres et croisent également d'une certaine manière le champ de l'économie circulaire dans sa dimension cyclique :

- Valoriser les matériaux et systèmes à cycles de vie longs (robustesse, réparabilité, modularité, adaptabilité, facilité d'usage et d'appropriation ...).
 - Étendre l'indice de réparabilité (futur indice de durabilité) aux équipements techniques dans la construction

5.7. Biodiversité

Par les choix qu'elle préconise sur les matériaux et les modes constructifs, l'approche low-tech s'intègre mieux dans un espace permettant l'intégration, la préservation et le développement de la biodiversité. La prise en compte du déjà-là a également pour vocation de préserver et régénérer l'espace naturel dans lequel s'insère le projet de construction :

- Préserver le déjà-là et encourager une conception qui maîtrise/limite les ajouts paysagers du projet (végétaux, sols...).
- Favoriser la végétation dans le sol plutôt qu'hors-sol.

Cependant l'approche low-tech ne s'arrête pas au chantier de construction mais s'intéresse également à l'usage et la maintenance du bâtiment et ses abords :

- Valoriser les méthodes low-tech d'entretien des espaces verts (éco-pastoralisme, génie écologique, permaculture...).

Ces aspects devraient être pris en compte dans les indicateurs développés par le GT 7, notamment l'indicateur bonus de valorisation des bonnes pratiques en matière de biodiversité.

5.8. Adaptation au changement climatique

Dans le domaine des risques naturels, la démarche low-tech prend en compte les questions d'adaptation du bâtiment au changement climatique suivant deux axes. Le premier consiste à anticiper plutôt que gérer, et le second à s'adapter avec des équipements ou systèmes low-tech et sobres plutôt que high-tech et énergivores. Dans le domaine de la prévention qui constitue donc le premier axe, on retrouve :

- Évaluer la résilience ou la vulnérabilité pour mieux préparer le bâtiment à l'adaptation au changement climatique.
- Optimiser la localisation et la conception du bâtiment à construire de façon à limiter le recours aux technologies "de résilience" (exemples : pompes de relevage et capteurs d'inondation dans les zones inondables, etc.).
 - Définir un indice d'anticipation caractérisant le degré d'évitement (non-exposition) des risques naturels du bâtiment

Et sur l'axe du traitement des risques :

- Concevoir en fonction des risques naturels identifiés afin de limiter les interventions curatives (matériaux adaptés, dispositions constructives, architecture adaptée)

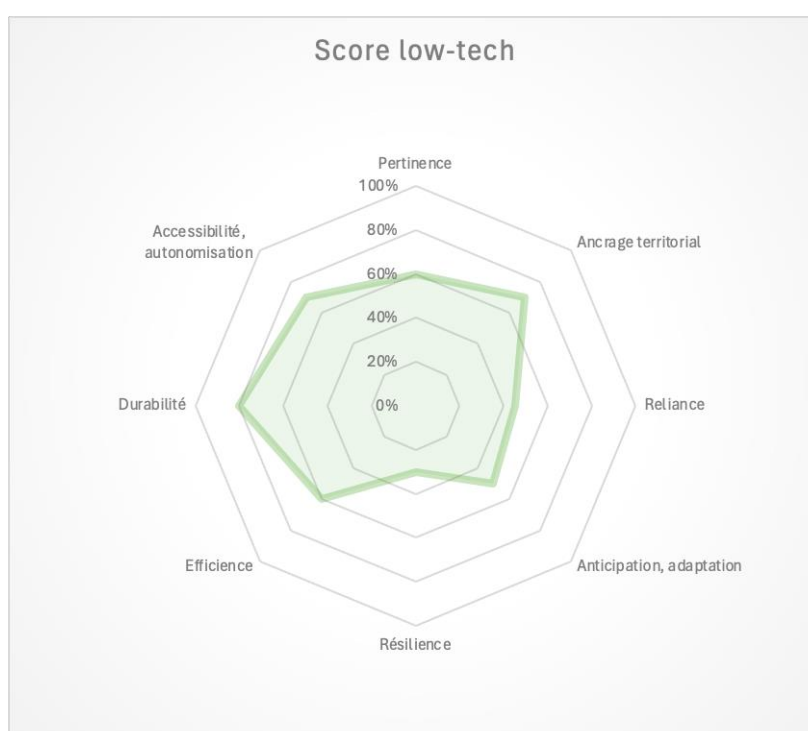
Mais la question de l'adaptation au changement climatique comporte également un volet important lié à l'anticipation des effets de celui-ci sur le confort des occupants, notamment en été. Il semble notamment essentiel de revoir la façon dont les brasseurs d'air sont pris en compte dans la réglementation actuelle, qui ne semble ni cohérente ni justifiée et ne garantit pas l'impact réel positif des produits, induisant de fait un risque important de contre-références qui pourraient nuire au développement de cette solution pourtant sobre et efficace. Et d'autres solutions low-tech de traitement du confort d'été sont également à préconiser ou à renforcer dans la réglementation actuelle.

- Permettre une bonne prise en compte des effets du mouvement d'air sur le confort ressenti pour l'évaluation du temps d'inconfort.
- Partager des indicateurs permettant de valoriser les solutions de rafraîchissement sans système actif (brasseurs d'air, ventilation naturelle nocturne, ...) ou à faible besoin énergétique (free-cooling, rafraîchissement adiabatique, géocooling...), en lien avec le niveau d'inertie des espaces.
- Permettre de mieux prendre en compte les effets des toitures végétalisées d'un point de vue inertie thermique.
- Permettre de mieux prendre en compte les effets de l'évaporation du sol et transpirations des plantes, suivant l'irrigation proposée pour le confort
- Permettre de mieux prendre en compte les effets de l'îlot de chaleur urbain (rejet, revêtement, courant d'air...)

5.9. Un indicateur global de l'approche low-tech : le score low-tech

Il n'existe pas aujourd'hui de moyen objectif de mesurer la performance low-tech d'un projet car les choix sont déterminés par un nombre important de paramètres du contexte du projet et il n'existe pas, comme nous l'avons vu précédemment, de solution low-tech universelle. Pour autant, même si l'exercice paraît compliqué, le GT low-tech pourrait poser les bases du calcul d'un score global traduisant la performance low-tech du projet : son score low-tech. Cela permettrait de donner de la souplesse au projet car tous les indicateurs ne sont pas pertinents dans tous les contextes, et qu'il est constamment question d'arbitrage et de sobriété. Cela permettrait également d'encourager la cohérence du projet, en obligeant le travail sur plusieurs axes complémentaires.

Les caractéristiques principales de la démarche low-tech vues précédemment en détermineraient les axes de mesure que l'on pourrait représenter dans un diagramme de Kiviat (diagramme radar) :



- Indicateur de pertinence de la construction : il est en effet nécessaire d'interroger toute construction neuve, et donc d'évaluer sa pertinence au regard d'autres possibilités (réutilisation de l'existant, intensification des usages, mutualisation...) et vérifier l'adéquation des besoins ; Cet indicateur devra être décrit en plusieurs indicateurs hiérarchisés et pondérés (emplacement, usages...)
- Indicateur d'ancrage territorial : intégration à l'écosystème local
 - capacité à mobiliser les ressources locales : matériaux, énergie, autres...
 - capacité à mobiliser les savoir-faire et la main d'œuvre locale
 - intégration à l'économie locale
 - préservation et régénération de la biodiversité locale
 - intégration et apaisement des schémas de mobilité du territoire
- Indicateur de *reliance*

- co-conception avec les futurs usagers
- capacité de co-construction
- lien du bâtiment avec ses usagers (appropriation)
- Indicateur d'anticipation et d'adaptation
 - évolutivité, flexibilité, capacité de mutation
 - indice d'anticipation et vulnérabilité aux aléas
- Indicateur de résilience
 - vulnérabilité par rapport à une panne, robustesse
 - vulnérabilité en situation d'absence d'alimentation énergétique, autonomie énergétique
 - garantie de maintien des confort
- Indicateur d'efficacité
 - réemploi, restes de chantier
 - empreinte carbone constructive rapportée à la sobriété d'enveloppe atteinte
- Indicateur de durabilité :
 - réparabilité, entretien, maintenance
 - pérennité, durée de vie, garantie
 - démontabilité, effacement du bâtiment, réversibilité en terrain naturel
 - reproductibilité de la construction (transmission du savoir)
- Indicateur d'accessibilité, d'autonomisation
 - capacité de prise en main par les usagers, garantie d'usage : s'assurer que les objectifs prévus sont atteints, indépendamment du moyen (ex du commerce sans climatisation)
 - accompagnement des usagers
 - coût global et accessibilité financière

5.10. Les angles morts du projet CAP2030 ou de la réglementation

Bien que la couverture thématique du projet CAP 2030 soit bien plus étoffée que celle de la RE 2020, il nous semble que certains aspects permettant d'adopter une approche low-tech pour la construction d'un bâtiment neuf n'y trouvent pas leur place. Il faudrait pourtant y travailler et ils sont listés ici pour ne pas les perdre de vue, à défaut de leur trouver un support dans le projet CAP 2030.

- *Valoriser des techniques abordables dans leur mise en œuvre permettant une appropriation plus facile.*
- *Utiliser la bonne technologie au bon endroit, baisser la complexité technologique du bâtiment au service de l'appropriation par les usagers.*
- *Les solutions de systèmes low-tech vont devoir passer par la commission Titre V, il sera judicieux de trouver et imaginer une solution plus rapide et moins coûteuse.*

- *Permettre d'avoir recours à des techniques non courantes et valoriser l'expérimentation dans le calcul carbone (loi ESSOC), par exemple en s'appuyant sur une solution d'effet équivalent (SEE), dispositif permis par la loi ESSOC pour faciliter l'innovation tout en garantissant le résultat.*
- *Permettre de valoriser les systèmes de régulation simples sans multiplication de capteurs/actionneurs.*
- *Inciter à la prise en compte de l'indice de réparabilité pour orienter les choix et permettre de revenir à des technologies plus simples à mettre en œuvre, à programmer et à maintenir.*
- *Résoudre les difficultés à valoriser "le bon sens low-tech" dans certaines exigences (exemple des ventilations mécanisées et intégration des tours à vent).*
- *Permettre l'assurabilité de certaines techniques low-tech non courantes, par exemple par une simplification et un abaissement des coûts des processus de justification par un Atex.*
- *Valoriser les projets co-conçus avec les futurs usagers pour encourager les pratiques d'assistance à maîtrise d'usage.*
- *De la même manière qu'il y a dans les bâtiments neufs des obligations de surfaces dédiées au stationnement, il pourrait y avoir des espaces en communs qui, s'ils ne sont pas programmés au départ, sont un potentiel au service des occupants (par exemple dans du logement un espace pouvant servir d'atelier, de local machine à laver...)*
- *Mettre en place un commissionnement low-tech*

6. AU DELA DE CAP2030, APPROPRIATION DE LA DEMARCHE LOW TECH DANS LE BATIMENT

Listons ici les enjeux de la démarche low-tech pour être pleinement déployée dans le bâtiment.

6.1. Amener à une prise de conscience

La low-tech se pense dans un cadre qui s'appuie sur les potentiels de son territoire tout en ayant conscience des limites planétaires. Elle est donc totalement adaptée aux enjeux. Il est nécessaire de faire comprendre que bien que "non palpables" et difficilement appréciables, nous faisons face à des limites "réelles", et que les bouleversements qui arrivent sont d'une ampleur sans précédent. L'objectif de la partie "contexte" développé ci-avant est de faire prendre conscience de cet état des lieux et du nécessaire changement de paradigme. En effet, c'est cette méconnaissance qui crée le décalage entre l'opinion publique et les idées de la low-tech. Pourquoi me contraindre alors que j'ai tout à disposition ?

Pour les personnes encore aveuglées par les attributs du système occidental actuel, les projets low-tech semblent voués à se cantonner à des sociétés "moins développées" ou à des "occidentaux gâtés" en quête de "sensations".

Cependant, c'est par cette conscience du monde fini que la croyance au techno-solutionnisme pourra être démantelée. Elle apparaît alors plus clairement comme une impasse, elle n'est pas compatible avec la finitude des ressources. Quand bien même des efforts colossaux de recherches permettant le déploiement massif d'ingéniosité seraient faits pour optimiser tous les procédés et développer de nouvelles "technologies".

6.2. Rendre désirable par l'imaginaire

Actuellement la démarche low-tech reste mal comprise et/ou repoussée par un trop grand nombre d'acteurs qui semblent craindre de perdre en confort, en performance ou simplement faire un retour en arrière.

Pourtant, la démarche low-tech a tous les atouts pour parvenir à concilier durablement les qualités sociales, économiques et environnementales du bâtiment et donc susciter le désir. C'est une nouvelle culture à promouvoir qui dépasse le cadre de ce groupe de travail. La low-tech permet à chacun de reprendre le contrôle sur son cadre de vie, du bâtiment, des systèmes. Elle propose un empouvoirement de chacun, qui plus est, en étendant sa sphère d'action elle contribue directement à une amélioration de son environnement physique et social. A l'image du Barefoot collège, école de la low-tech réservée aux femmes des communautés rurales des pays émergents, qui bien que très spécifique, démontre que le résultat est bien plus qu'un enseignement technique, c'est l'émancipation que cela permet.

Un nouvel imaginaire doit être déployé aux yeux de l'ensemble des intervenants, quelque que soit leur fonction : décideurs, maîtrises d'ouvrage, utilisateurs.... Les professionnels de la gestion, comme les syndicats de copropriétés ou gestionnaire de site gagneraient à s'approprier les atouts de la démarche low-tech et à en être de bon ambassadeur : ils peuvent agir de plusieurs façons, autant dans le rôle de pilotage direct (choix des contrats, données de comptage et de pilotages...) que dans leur rôle d'intermédiaire et relai d'informations. Il est également indispensable de sensibiliser les acteurs concernés indirectement comme les assureurs ou les banques et bureaux de contrôles. Enfin, l'ensemble des personnes devrait pouvoir y être sensibilisé : entreprise de travaux, mainteneurs, les différents professionnels indépendamment de leur secteur d'activité et le grand public dans ces différentes fonctions d'utilisateurs et consommateurs.

Ici, l'art pourrait utilement soutenir la démarche low-tech, en la rendant désirable grâce à une prise de conscience et une adhésion par l'imaginaire, individuel et collectif. L'art a cette faculté universelle de réunir les hommes, en exposant l'invisible et en exprimant l'indicible. Mieux que bien des discours mobilisateurs et autres stratégies de communication, l'art est un levier pour accélérer les effets recherchés d'une volonté politique, en faisant vibrer la corde sensible des populations (en provoquant des émotions). L'art agit comme un "soft power", qui peut utilement accompagner les politiques, populariser leurs objectifs et faire évoluer positivement les consciences. Pour lui donner cette place au cœur de l'acte de bâtir, il pourrait être intéressant d'inciter à une création "low-tech art", par la commande d'une œuvre d'art originale à un artiste vivant et à son installation dans l'ouvrage de bâtiment, pour éveiller par l'imaginaire toute la chaîne des intervenants et usagers aux enjeux de la nécessaire démarche low-tech (tout en soutenant la création artistique contemporaine). A cet effet, la manière de procéder pourrait s'inspirer des pratiques liées à l'obligation de décoration des constructions publiques, communément appelée "1% artistique" (dont l'application vient de faire l'objet d'une nouvelle circulaire ministérielle en date du 3 janvier 2024)...

Il paraît également important de montrer et promouvoir la simplicité de certaines opérations pour susciter l'intérêt. Il en est de même pour les retours d'expérience positifs, les témoignages... Cette connaissance permettra d'éveiller la curiosité, puis l'acceptation, avant d'accéder à l'appropriation. Ces initiations peuvent être d'autant plus fertiles qu'elles sont accompagnées de mise en situation, de possibilité d'interaction et d'échange, de partage d'expériences.

Prenons l'exemple de l'usage de la paille dans le bâtiment. Il peine à se déployer alors même qu'elle présente indéniablement de nombreux atouts (ressource abondante sur tout le territoire français, économiquement intéressante, renouvelable, puits de carbone, gestion de l'hygrométrie...). Ce frein n'est pas lié à la réglementation puisque, depuis 2012, de nombreuses mises en œuvre sont admises dans le champ réglementaire. On peut certainement en partie envisager qu'il s'agit d'un manque d'imaginaire, de connaissance, d'appropriation de ce matériau. On peut parier que s'il y a un changement de regard, engendrant une demande forte, alors, la filière évoluera et se consolidera. Cela accélèrera alors son développement : augmentation du nombre de professionnels formés, maîtrise des coûts, expérimentation de nouveaux procédés... On pourrait faire la même interprétation en prenant d'autres matériaux comme la terre crue.

De la même façon, un immeuble de bureau ou un commerce non équipé de climatisation trouvera plus difficilement preneur. On peut supposer que c'est par craintes d'inconfort mais également pour répondre à l'image supposément attendue par les clients. Aussi, il est important de définir un objectif de confort factuel afin de rassurer sur l'atteinte de cet objectif. Il est également nécessaire de déconstruire cette association entre programme et caractéristiques. On peut questionner la définition d'un logement décent, qui décrit l'obligation d'avoir un moyen de chauffage, alors que pour assurer la protection de l'occupant, il faudrait plutôt décrire le confort attendu.

6.3. Rendre désirable par le levier économique

L'approche économique peut aussi être un levier de conviction dans certains cas. En effet, en démontrant par le coût global que c'est une façon d'économiser à long terme tout en s'assurant du confort et de la résilience. **Le mot "économie" est à prendre au sens propre, dans son aspect financier, mais également au sens premier, dans le but de s'épargner de difficultés à venir en termes d'exploitation et de renouvellement.**

Quel que soit le montage de l'opération, elle doit être réfléchie en coût global, c'est-à-dire, en étudiant plusieurs scénarios d'investissement en anticipant le coût d'exploitation, entretien et maintenance associés. Cet outil d'aide à la décision pourrait aussi servir à l'administration de contrôle qualité, et de pertinence des solutions proposées au regard des spécificités du projets et de la situation planétaire à venir.

Nous savons que nous avons déjà passé l'apogée en matière d'extraction de ressources (matière et énergie) et nous devinons également par différents signaux évoqués ci-avant que nos marges de manœuvre se réduisent. Enfin, nous ne pouvons ignorer l'instabilité à venir liée à la perte d'habitabilité de la planète. Ainsi, nous nous dirigeons vers une régression plus ou moins sévère de notre développement économique.

Ainsi, l'étude en coût global utilisera un taux d'actualisation pour anticiper cette contraction. Cette perspective est indéniable, qu'elle soit choisie ou subie, anticipée ou inopinée. Les seuls

doutes concernant son échéance et sa vitesse. Et c'est cela qui déterminera l'étendue des conséquences.

Aussi, il est intéressant, voire primordial, d'utiliser les moyens actuels, énergétiques et financiers, pour œuvrer à une adaptation à des conditions bien moins favorables, ainsi qu'à une régénération du milieu. Cela pourrait être un critère à mettre en avant dans l'étude. À l'image de l'ACV dynamique utilisée pour la mesure de l'impact carbone (en différenciant le poids de la matière mise en œuvre et son impact carbone à court terme, dans un moment où "chaque degré compte", c'est-à-dire où l'on sait qu'il faut impérativement réduire les émissions du moment, et où les impacts liés à l'usage sont nuancés car il est en effet considéré qu'ils seront d'une part étalés dans le temps (pendant la durée de vie du bâtiment) et d'autre part susceptibles d'être réduits en fonction des progrès dans la décarbonation des mix énergétiques).

Le coût global questionne également sur la durabilité et la résilience du bâtiment et de ses organes.

Pour aller plus loin : on peut aussi s'appuyer sur l'ouvrage "économie de la frugalité". Une économie frugale génère une plus grande valeur –et des valeurs– pour toutes les parties prenantes d'un écosystème d'une manière très efficace, socialement inclusive et éco-durable, en utilisant moins de ressources naturelles et d'énergie et sans polluer.

6.4. Déconstruire les préjugés sur la low-tech

Une façon de démystifier la notion low-tech pourrait consister en une description à contre-jour.

Cette illustration avec humour et recul pourrait prendre à contre-pied les principaux arguments déployés pour décrédibiliser cette démarche. Cela permettrait de démanteler les descriptions infondées et donc de contribuer à sa popularité. Il existe déjà des exemples de caricature de cela mais dont la diffusion reste imperceptible.

6.5. Être encouragé par la puissance publique

La puissance publique a la capacité de faire évoluer les règles du jeu pour tout le monde et ainsi ne pas mettre hors de la course économique les entreprises pionnières. Ce levier majeur est celui de la réglementation. Un des objectifs de CAP 2030 est de décrire les obstacles réglementaires à ce changement et de soumettre des alternatives via le dispositif de concertation de ce projet. Certains freins identifiés dépassent cependant le cadre d'une réglementation environnementale.

Dans la continuité du Permis d'expérimenter, le Permis d'innover est une ouverture intéressante à pérenniser et élargir. Concernant les mixités d'usages et une réversibilité, le premier permis d'innover « sans destination » dont le premier a été obtenu à Bordeaux en 2023, est une réelle avancée. Cependant, il ne s'agit pour l'instant que d'une démarche dérogatoire vis-à-vis des règles de construction. Aussi, les distinctions faites entre la destination des bâtiments dans le Code de l'urbanisme, des catégories d'usage dans le Code de la construction et de l'habitation et encore du classement dans la réglementation sécurité incendie. Une plus grande flexibilité réglementaire, y compris dans le contexte de la réhabilitation, pourrait permettre l'adoption de solutions innovantes tout en garantissant un niveau élevé de sécurité.

D'autres leviers réglementaires comme le code du travail qui actuellement ne permet pas au travailleur de réparer lui-même les équipements, ne serait-ce que le changement d'une ampoule.

Pourtant, en encourageant cette pratique, et en mettant en place une formation adéquate pour garantir leur sécurité, les travailleurs peuvent apprendre des compétences utiles, réduire les coûts de réparation et prolonger la durée de vie des équipements.

Un autre levier à la disposition de l'administration est celui des achats publics qui permettent par un fort volume, qui plus est répartis sur l'ensemble du territoire de contribuer à orienter les efforts d'innovation et de soutenir des filières en mutation.

Enfin, d'autres incitations à différents niveaux d'implications peuvent être utiles et mériteraient d'être développées : de l'utilisateur (à l'exemple du spot publicitaire de l'ADEME à l'occasion du Black Friday 2023) à la multinationales (moyennant ou pas une contrepartie).

D'autres suggestions liées aux taxes ou plus largement au modèle économique sont défendues par différents acteurs et pourraient être bénéfiques à la low-tech. Citons par exemple le fait d'inverser le modèle de prélèvement actuel : de taxer l'énergie et les machines plutôt que la main d'œuvre. Cela permettrait de générer un autre équilibre économique et donc de promouvoir la durabilité environnementale tout en préservant les emplois et en renforçant le tissu social. Dans la continuité, baisser la TVA (Taxe sur la valeur ajoutée) sur les matières premières biosourcées et géosourcées et de réemploi permettrait de les rendre davantage compétitifs et donc d'orienter les arbitrages des commanditaires.

Un autre exemple d'organisation de la société est la mise en place de la semaine en 4 jours : en encourageant une meilleure conciliation entre vie professionnelle et vie personnelle. Ce nouveau rapport au temps entre dans la démarche low-tech. En offrant plus de temps libre, elle favorise la pratique d'activités manuelles, de loisirs créatifs, de réparation et le renforcement des liens communautaires. Elle permet également de réduire l'empreinte écologique en limitant les déplacements pendulaires, les consommations d'énergie et d'espace associées au travail.

6.6. Mobiliser les usagers en tant qu'acteur du bâtiment

Une des caractéristiques singulières de la low-tech est de s'appuyer sur l'implication des usagers. En effet, en opposition aux bâtiments appelés "intelligents", la réduction ou l'absence de systèmes automatisés nécessite en contrepartie une implication des usagers plus forte.

Ces propositions devront être accompagnées d'actions d'éducation et de formation des utilisateurs : assistance à maîtrise d'usage, éducation à l'utilisation active d'un bâtiment passif, compréhension des principes de fonctionnement des automatismes, ...

Ce point est essentiel, car encore perçu comme une faiblesse et un frein au développement des démarches low-tech dans notre société occidentale actuelle. En effet, notre rapport à notre cadre de vie et à l'autre est basé sur la croyance erronée de l'accès à l'énergie illimitée. Cet artifice a progressivement substitué l'utilisateur par le consommateur, passif et individualiste.

Ce ressort identifié, la démarche Low Tech se nourrit de l'implication des usagers et de la place centrale qu'elle accorde à la convivialité, et au lien entre les personnes et leur environnement. Selon le penseur Ivan Illich, la convivialité est "L'ensemble des rapports autonomes et créateurs entre les personnes d'une part, et des rapports entre les personnes et leur environnement d'autre part" (Tools for conviviality, 1973). Ainsi, c'est cette clé de voûte qui en fait son attractivité et sa robustesse sur notre planète aux ressources finies et promises à des contractions et difficultés de toutes sortes. C'est une des conditions de la résilience. Aussi, il est nécessaire de préciser à l'utilisateur les enjeux de sa contribution et ainsi redéfinir avec lui son rôle et l'embarquer sans

retenue dans cette nouvelle fonction. Son engagement peut éventuellement se faire par palier pour faciliter sa "prise de poste". Cependant, il semble que le temps à notre disposition, nous engage à mettre en place rapidement un dispositif soutenable adapté.

6.7. Responsabilité des constructeurs

Pour garantir la durabilité à long terme des projets de construction, il est crucial d'intégrer systématiquement le coût global d'une opération, même lorsque le modèle économique du maître d'ouvrage ne semble pas favoriser cette approche ou n'est pas adapté. Par exemple dans le cadre de la promotion immobilière qui peut orienter des arbitrages vers des objectifs de rentabilité à court terme. Mais également de façon tout aussi pertinente, pour les collectivités ou pour les gestionnaires de patrimoine, lorsque les budgets et modalités de financement scindent les frais d'investissement et ceux des charges... Une vision plus large qui intègre les coûts tout au long du cycle de vie d'un bâtiment permet de prendre en compte les bénéfices à long terme, tels que les économies d'énergie, les coûts d'entretien réduits et l'impact environnemental moindre, l'amélioration de la qualité de vie des occupants, la création de quartiers plus résilients... Il permet d'aligner les intérêts économiques avec les objectifs de durabilité, offrant ainsi des bénéfices à la fois économiques, environnementaux et sociaux.

7. CONCLUSION

En considérant que l'approche low-tech est porteuse de frugalité (simplicité, sagesse, modération), ce poème d'Yves PERRET, architecte, synthétise bien les enjeux et objectifs du low-tech :

Si l'architecture écologique frugale est :

Orientée vers un développement durable, soutenable, moins gaspilleur,

Attentive à ses conséquences dans la longue durée,

Soucieuse de l'éphémère disponibilité de certaines ressources,

Motivée par l'utilisation de matières renouvelables,

Favorable à la proximité, aux circuits courts,

Intéressée par le réemploi, le recyclage, la cueillette,

Curieuse des matériaux cultivés et de la valorisation des déchets,

Cherchant la douceur des gestes,

Présente à la fécondité des milieux,

Économe des énergies matérielles,

Réparable,

Transformable,

Simple, autant que faire se peut,

Elle est aussi pour nous :

Inventive,

Innovante,

Amusante,

Émouvante,

Sensible,

Frémissante,

Joyeuse,

Créative,

Belle,

Bourrée de générosité,

Déclencheuse de fierté pour les humains qui la réalisent,

Vectrice d'échanges de vie à vie,

Puisque déployer des moyens doux à notre planète ne peut se faire sans une « réflexion-méditation » collective alimentant un sens partagé...

La beauté est l'âme frémissante de la frugalité...

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie, dans un format non académique, est regroupée [dans ce lien en ligne](#).

Cette liste n'a pas vocation à être exhaustive, elle est surtout là pour recenser les éléments incontournables (définitions, acteurs, mouvements...) pour nos travaux liés à la démarches low-tech et ses déclinaisons et "applications" dans le secteur du bâtiment.

Pour s'y retrouver dans cette masse de travaux, nous proposons des classements possibles par "pertinence", "catégorie" et "support", c'est une première étape de tri.

Vous retrouverez ces filtres dans les lignes 2 à 19, avant d'accéder au contenu dès la ligne 20.

Pour l'instant seule la première feuille "ressource" est renseignée.

ANNEXES

Annexe 1 : Définitions existantes

L'appropriation de la démarche "low-tech" et cette terminologie par différents acteurs fait éclore plusieurs définitions.

Philippe Bihoux proposait dans son ouvrage "L'Âge des low tech" les 7 commandements low-tech suivants :

- **Remettre en cause les besoins**
- **Concevoir et produire réellement durable**
- **Orienter le savoir vers l'économie des ressources**
- **Rechercher l'équilibre entre performance et convivialité**
- **Relocaliser sans perdre les bons effets d'échelle**
- **« Démachiniser » les services**
- **Savoir rester modeste**

La fabrique écologique définit la low-tech dans la note ["Vers des technologies sobres et résilientes – Pourquoi et comment et développer l'innovation « low-tech » ?"](#)

« Ce terme formé par antonymie avec le high-tech, au contour encore flou, désigne des innovations durables (produits ou services) prenant mieux en compte les contraintes sur les ressources, se focalisant sur les technologies sobres, agiles et résilientes. »

Selon l'OID, dans la synthèse qu'elle a publiée en avril 2020 sous le titre ["LOW-TECH, Quelles traductions à l'échelle de la ville et du bâtiment de bureaux ?"](#) :

« La démarche Low-tech s'articule autour de trois principes : la sobriété, l'accessibilité et la durabilité. Elle peut s'appliquer aussi bien aux objets, aux techniques, aux services, au savoir-faire qu'à des systèmes plus complexes. Elle a pour objectif de cibler les besoins essentiels et d'y répondre grâce à des techniques durables, réparables et moins dépendantes des énergies non renouvelables et son objectif principal est de "réduire massivement toute forme de consommation d'énergie, de ressources et de production de déchets". »

Même si le propos porte ici sur la ville et les bâtiments de bureaux, on peut en élargir la portée à tout type de bâtiment et on voit bien en quoi cette démarche répond aux enjeux de la construction énoncés ci-dessous.

Le groupe PROFEEL a travaillé sur cette thématique dans le cadre de la rénovation, pour autant les résultats de ces travaux s'appliquent tout autant à la construction neuve. [Les low-tech sont ici](#) vues comme

"un ensemble de techniques et de savoir-faire simples qui prennent en compte le « déjà-là », mobilisent des ressources locales, accessibles et renouvelables en matériaux et énergie et font appel à des savoir-faire transmissibles pour une mise en œuvre, une maintenance et un usage peu coûteux et accessibles à tous"

Mais on revient cependant très rapidement à la notion de démarche, et surtout il est introduit et argumenté l'importance de s'appuyer sur des ressources humaines et matérielles locales :

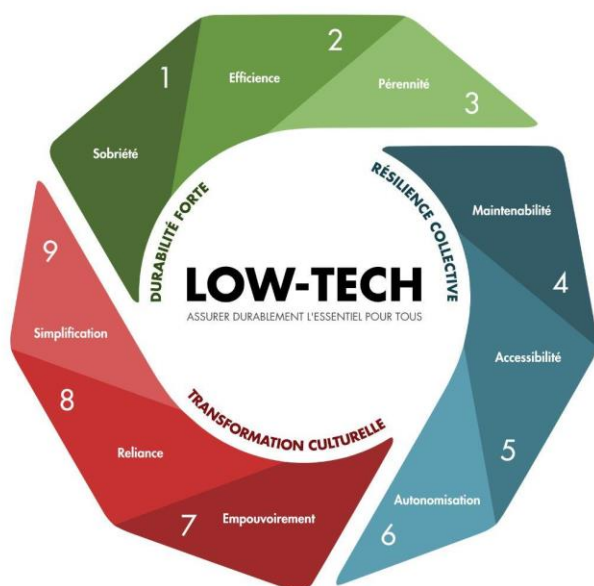
“La démarche low-tech mobilise des ressources locales, accessibles et renouvelables en matériaux et en énergie. Celle-ci fait appel à des savoir-faire locaux et transmissibles pour une mise en œuvre, un usage et une maintenance simples, durables et accessibles à tous. Le low-tech permet au maître d’ouvrage de valoriser son patrimoine avec un bâtiment robuste, un entretien facilité et réalisable par des artisans locaux sans matériel sophistiqué (souvent produit hors du territoire et rapidement obsolète).”

De son côté, Arthur Keller, ingénieur spécialiste des risques systémiques et des stratégies de résilience, définit les low-tech comme :

« une catégorie de produits, de services, de procédés [...] ou autres systèmes permettant, via une transformation technique, organisationnelle et culturelle, le développement de nouveaux modèles de société intégrant, dans leurs principes fondamentaux, les exigences de durabilité forte et la résilience collective. »

En 2022, il élabore avec Émilien Bournigal une infographie de toute “démarche d’innovation low-tech”. L’association de la low-tech avec le terme “innovation” peut être vue comme un pied de nez pour les esprits qui associeraient la low-tech à quelque chose d’ancien et dépassé. Les mots clés sont posés, il s’agit “d’assurer durablement l’essentiel pour tous”. 9 critères décomposés en 3 groupes sont développés, en prenant soin d’utiliser des mots francisés de termes qu’on entend plutôt couramment en anglais.

- Durabilité forte comprenant Sobriété, Efficience (en consommation d’énergie et de ressources) et Pérennité
- Résilience collective comprenant Maintenabilité, Accessibilité et Autonomisation (dans le sens ressources locales)
- Transformation culturelle comprenant Empouvoirement, Reliance et Simplification de la société



LES CRITÈRES DE TOUTE DÉMARCHE D'INNOVATION LOW-TECH :

DURABILITÉ FORTE

1 Sobriété

Recentre sur l’essentiel et tend vers l’optimum technologique : plus basse intensité et plus grande simplicité technologiques permettant d’assurer les besoins avec un haut niveau de fiabilité

2 Efficience

Minimise la consommation d’énergie et de ressources, depuis l’extraction des matières premières jusqu’à la fin de vie en passant par la production, la distribution et l’utilisation

3 Pérennité

Présente une viabilité technique, fonctionnelle, écologique et humaine maximale à court, moyen et long terme

RÉSILIENCE COLLECTIVE

4 Maintenabilité

Peut être entretenu et réparé par les utilisateurs eux-mêmes autant que possible, avec des pièces et matériaux standards

5 Accessibilité

Offre une simplicité d’utilisation maximum

6 Autonomisation

Est fabriqué à partir de ressources exploitées et transformées le plus localement possible

TRANSFORMATION CULTURELLE

7 Empouvoirement

Facilite l’appropriation par le plus grand nombre, confère du pouvoir aux citoyens et aux territoires

8 Reliance

Favorise le partage de savoirs et de savoir-faire, la coopération, la solidarité, la cohésion sociale et les liens entre collectivités

9 Simplification

Décomplexifie la société aux niveaux socio-économique et organisationnel à partir d’une réflexion sur les besoins et les vulnérabilités

Conception et réalisation : Arthur Keller et Émilien Bournigal

sous la licence CC BY-SA

Annexe 2 : Exemples de standardisation

Alors que chaque programme est l'opportunité d'inventer une stratégie contextualisée donc adaptée, la standardisation a fait qu'un certain nombre de réponses, programmatiques ou conceptuelles, sont déjà admises et de fait restreignent les imaginaires pourtant indispensables dans la conception du cadre de vie. À titre d'illustration, on peut lister qu'il est admis :

- que les réseaux d'évacuation des eaux de pluie sont souterrains, que l'on fait ses besoins dans de l'eau potable et qu'un système collectif évacue et traite ces volumes souillés ; que les jardiniers passent arroser les jardinières - d'ornement - puisqu'elles sont pour la plupart déconnectée du sol et du cycle de l'eau.
- que chaque logement est équipé d'un réfrigérateur électrique faisant office de garde-manger toute saison, d'une machine à laver le linge utilisée quelques heures par semaines ; les salles d'eau sont dans les logements collectifs au centre du bâtiment donc elles nécessitent d'être éclairées artificiellement et ventilées mécaniquement ; les cloisonnements sont en plaque de plâtre, en panneaux multicouche ou au mieux posés sur rail permettant d'y disposer une fine couche d'isolation acoustique ; dans le meilleur des cas, le logement est pourvu de volets roulants occultants en guise de "protection solaire" ...
- que les bureaux ont des façades les plus vitrées possibles et que les inconforts thermiques et visuels seront éventuellement réglés par des systèmes, que l'essentiels des salles de réunions, là où on s'attend à produire de l'intelligence collective et des décisions réfléchies sont confinées, mal régulées thermiquement, souffrent d'un renouvellement d'air médiocre et qui plus est souvent coupées de l'environnement extérieur ; que des faux-plafonds sont systématiques pour cacher la tripaille alors que l'accès à l'inertie de la dalle majoritairement en béton aurait pu être bénéfique à la régulation du confort thermique...
- que les utilisateurs prennent les ascenseurs en priorité, donc les escaliers peuvent être déclassés à l'unique fonction d'issue de secours, et donc sont désormais majoritairement privés de qualité spatiale, acoustique et d'éclairage naturel...
- que la hauteur sous plafond du logement est classiquement de 2m50 ce qui a façonné le format des plaques de plâtre, mais également, les gabarits des PLU (Plans locaux d'urbanisme) qui pour la plupart d'entre eux ont ensuite figé les modalités constructives (puisque le gabarit a défini de fait l'épaisseur des dalles de planchers, souvent reflet de la construction béton plutôt qu'une surépaisseur liée à de la structure bois par exemple).
- qu'une chambre dans un Ehpad (Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes), dont le programme résulte de l'accumulation de plusieurs requêtes administratives, financières et réglementaires inflexibles : une surface déterminée, une salle d'eau privative, un rafraîchissement actif... concourant de fait à un cadre de conception réduit et un modèle de production conventionnel, peu personnalisable et fort consommateur de ressources (matériaux, énergie, foncier...).

Annexe 3 : Exemples de notre dépendance aux réseaux

À titre d'illustration, développons ici quelques exemples :

- la forte augmentation des coûts de l'énergie se répercute sur l'ensemble des actions en dépendant : transformation (suivant la puissance nécessaire et les étapes de transformation...), transport (augmentation des coûts pour faire venir une pièce ou le mainteneur, augmentation des coûts pour les usagers pour atteindre le bâtiment si bâti en zone d'extension urbaine plutôt que dans le centre-ville, augmentation des coûts de chauffage si on se fait livrer en fioul, en bois énergie...)...
- une coupure d'électricité pendant plusieurs jours peut conduire si il n'y a pas d'alternatives à : perdre les vivres du réfrigérateur et congélateur, ne pas pouvoir démarrer la chaudière gaz ou à pellet, ne pas pouvoir faire fonctionner le circulateur d'eau chaude, ne pas avoir de solution pour réchauffer ses aliments (bouilloire, plaques de cuisson, micro-onde notre équipement ménager est de plus en plus dépendant de l'électricité), ne plus pouvoir ventiler un bâtiment dont les fenêtres ne s'ouvriraient pas, ne pas pouvoir lever ses rideaux électriques pour profiter des apports solaire ou d'une réconfortante vue, ne plus pouvoir redescendre de l'étage de sa maison en étant dépendant d'un monte-personne le long de son escalier, ... sans parler de dégâts plus conséquents liés à l'aléa initial.
- l'absence d'eau potable dans le bâtiment rend généralement inutilisables l'ensemble des systèmes de plomberie alors que beaucoup d'usages de l'eau ne nécessitent pas d'eau potable (chasse d'eau, machine à laver, réseau de chauffage central hydraulique, arrosage, nettoyage intérieur, nettoyage extérieur, nettoyage véhicule...)
- une rupture dans un maillon de la longue et lointaine chaîne de fabrication et distribution met en difficulté, au moins la ralentie, l'ensemble de la chaîne sur tous les continents

Annexe 4 : Choix du vocabulaire

Proposer une alternative au terme low-tech relève à la fois en français de l'appropriation de la langue et d'une précision des finalités du terme. C'est aussi l'occasion de ne pas rejeter la complexité des connaissances qui pourraient être associées au high-tech. En tout cas, ce n'est pas de la technophobie mais de la techno-réfléchie ! C'est ainsi qu'on pourrait remplacer le terme low-tech par celui de technologies appropriées ou juste technologie, juste tech ou encore juste nécessité, conceptions basse technologie.

Le terme "**basse technologie**" qui peut sembler la traduction la plus proche de "low-tech" n'est pas retenue car elle ne reflète pas la valeur que peut apporter celle-ci mais la cantonne à un rôle subalterne par rapport à la haute technologie, traduction courante de high-tech dans notre imaginaire collectif.

Cependant on peut retenir le terme "**lower-tech**" employé en 2023 dans l'ICEB café sur cette thématique. La langue anglaise nous permet d'introduire la dynamique de la démarche low-tech par le simple suffixe "er" qui sous-entend une recherche de réduction de la technologie et complexité, le niveau à atteindre étant celui adapté au contexte, ou optimum technologique : plus basse intensité et plus grande simplicité technologiques.

Les technologies appropriées visent plutôt un usage. Celui-ci pouvant venir aussi bien de savoirs simples que de savoirs complexes. Une technologie appropriée doit continuer à stimuler, notre compréhension profonde du monde, malgré son apparente simplicité.

Dans cette tentative de définition, la technologie "appropriée" aurait une double dimension :

- elle est **appropriée aux limites planétaires** : elle préserve voire régénère les ressources dans la conscience des limites planétaires : le changement climatique, l'érosion de la biodiversité, la perturbation des cycles de l'azote et du phosphore, le changement d'usage des sols, le cycle de l'eau douce, l'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère, l'acidification des océans, l'appauvrissement de la couche d'ozone et l'augmentation de la présence d'aérosols dans l'atmosphère...
- elle est **appropriée par l'usager** : la technologie est à la portée de l'utilisateur pour en garantir l'usage (elle sert), éviter le mésusage (surconsommation ou effet rebond), l'évolution, la réparabilité, le coût (de fonctionnement et de maintenance).

Les technologies appropriées seraient donc une proposition de positionner la sphère technologique sous la contrainte de soutenabilité de l'écosystème planétaire et dans la perspective d'un usage socialement bénéfique. Celui-ci incluant à la fois l'appropriation sociale de l'usage et les savoirs faire de sa fabrication, de son entretien, de sa maintenance et de son amélioration.

Cependant, le terme "technologie appropriée" peut sembler réducteur en suggérant une solution ou un système plus qu'une démarche.

Par exemple : une enveloppe en torchis est une enveloppe réparable à l'infini avec des matériaux locaux disponibles qui a une performance correcte et soutenable mais qu'on doit continuer à étudier pour comprendre son fonctionnement et qui nécessite la diffusion d'un savoir-utiliser pour la pratiquer au quotidien et d'un savoir-faire pour l'entretenir.

On peut également parler de **techno-discernement** qui est une notion relative car elle se considère au travers du prisme des besoins essentiels, par typologie d'usage, et revient à optimiser le niveau de technologie (le plus bas possible) au vu des objectifs de confort d'usages définis. Ainsi, un même système peut être considéré comme Low Tech ou High Tech selon le contexte dans lequel il est considéré. Cependant, on sent trop "tech/ techno" donc c'est trop réducteur.

L'ADEME y accole également la notion de démarche et/ou de discernement technique mais on observe que les limites du terme "low-tech" et la [définition "low-tech"](#) a fait l'objet de longues discussions également.

Le terme sobriété qui revient souvent, qualifie davantage une "quantité" et n'est pas assez exhaustif pour englober la démarche low-tech.

En poursuivant, avec certainement plus de hauteur de vue, on s'interroge sur le terme "Frugalité", qui a été remis au goût du jour et défini autour du Manifeste puis du mouvement de la Frugalité Heureuse et Créative. En effet, la frugalité a rapport avec la qualité. Elle est empreinte de sagesse, de simplicité, de modération. Un bâtiment frugal doit être conduit selon des objectifs d'éco-conception, d'éco-construction, avec une certaine retenue pour répondre au plus juste au besoin énoncé, aux ressources disponibles, y compris lors de l'usage, et au territoire qui l'accueille. Il est clair que l'approche low-tech partage les attributs de la frugalité, adaptés au contexte, mais elle est davantage englobante. Le terme à retenir a vocation à être utilisé par le plus grand nombre, et aussi, bien que pertinent, le terme frugalité semble encore trop peu compris, l'imaginaire qu'il porte. Bien qu'il soit adapté aux enjeux contemporains, il ne semble pas assez consensuel et rassembleur. Ainsi, il risque de ne pas rencontrer l'accueil escompté par l'ensemble des professionnels.

Enfin, que l'on parle de *low-tech*, de *démarche low-tech*, de *technologies appropriées*, de *techno-discernement* ou encore de frugalité tous ces termes et expressions désignent un même processus d'acculturation et de collaboration de toute la chaîne des acteurs de la construction, jusqu'à l'utilisateur, avec un objectif commun d'efficacité basée sur la sagesse et la modération, afin de consommer moins, de consommer mieux, plus longtemps et de fonctionner autrement (atténuation, adaptation, satisfaction).

Pour conclure, on pourrait proposer de remplacer le vocable *low-tech* qui présente le double inconvénient d'être un anglicisme et de stigmatiser une opposition aux *high-tech* qui n'est ni souhaitable ni réelle, par celui d'**approche techno-discernante**, qui recouvre bien les deux notions essentielles de démarche globale et de recherche systématique de l'adéquation optimale au contexte du projet mais elle ne nous semble pas encore satisfaisante !