



**PRÉFET
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

L'économie circulaire pour (re)penser la ville durable

L'exemple des
matériaux biosourcés

1. Préambule p3

2. L'économie circulaire pour penser l'aménagement opérationnel durable p7

- 2.1**  p8 **L'économie circulaire, vers un modèle économique durable**
- 2.2**  p10 **Les piliers de l'économie circulaire illustrés par des exemples d'aménagement inspirants en région Auvergne-Rhône-Alpes**
 - 2.2.1  p15 Approvisionnement durable
 - 2.2.2  p17 Eco-conception
 - 2.2.3  p22 Ecologie industrielle et territoriale (EIT)
 - 2.2.4  p25 Economie de la fonctionnalité et consommation responsable
 - 2.2.5  p28 Allongement de la durée d'usage : réemploi et réutilisation
 - 2.2.6  p30 Valorisation des déchets

3. Des matériaux sobres et efficaces pour l'aménagement durable p32

- 3.1**  p32 **Des matériaux biosourcés, vers une transition durable de la construction**
- 3.2**  p35 **Les matériaux biosourcés et géosourcés, des exemples inspirants**
 - 3.2.1  p38 Mettre en œuvre un urbanisme favorable à la santé pour assurer un cadre de vie sûr et sain (engagement n°8)
 - 3.2.2  p40 Valoriser le patrimoine naturel et bâti, l'histoire et l'identité du site (engagement n°10)
 - 3.2.3  p45 Contribuer à un développement économique local, durable équilibré, social et solidaire (engagement n°11)
 - 3.2.4  p48 Optimiser l'utilisation des ressources et développer les filières locales et les circuits courts (engagement n°13)
 - 3.2.5  p50 Viser la sobriété énergétique, la baisse des émissions de CO2 et la diversification des sources au profit des énergies renouvelables et de récupération (engagement n°17)
 - 3.2.6  p53 Limiter la production de déchets, développer et consolider des filières de valorisation et de recyclage dans une logique d'économie circulaire (engagement n°18)
 - 3.2.7  p54 Préserver, restaurer et valoriser la biodiversité, les sols et les milieux naturels (engagement n°20)

4. Comment agir ? p55

Répondre aux enjeux de la transition écologique implique la mobilisation de tous, pour lutter contre le changement climatique, préserver la biodiversité et les ressources naturelles et accroître notre résilience.

Les territoires sont, à de nombreux égards, des acteurs clés pour répondre à ces enjeux. Sur le plan méthodologique, la prise en compte de la pluralité de ces enjeux passe par l'adoption d'une approche systémique et transversale des politiques conduites. Les projets d'aménagement sont particulièrement propices à la mise en place de ces approches car ils poussent à appréhender des problématiques variées telles que la consommation des ressources, la préservation du foncier, la production de déchets, la lutte contre les îlots de chaleur tout en assurant la qualité de vie.

Afin d'inciter les territoires à s'inscrire dans cette dynamique, l'Etat poursuit un objectif de construction de la ville durable. La démarche EcoQuartier a construit en 10 ans un dialogue entre l'Etat, les collectivités et les acteurs de l'aménagement opérationnel. Un référentiel EcoQuartier en faveur des villes et des territoires durables structure la démarche¹. Des formations, visites et diverses actions d'accompagnement des porteurs de projets complètent le dispositif dans le cadre du plan ville durable, sur les territoires. Les programmes importants de revitalisation des centres et d'aide aux projets des petites villes s'inscrivent dans le développement de la ville durable et le référentiel EcoQuartier est l'un des outils qui y contribue.

Un des enjeux de la transition écologique et solidaire est l'économie circulaire. Il s'agit en effet d'une approche inspirée du vivant, qui propose une vision intégrée et transversale de nos modes de production et de consommation. Au travers de sept leviers d'actions², elle offre une grille de lecture des projets, qui invite à interroger les manières de concevoir, d'anticiper la fin de vie, de réaliser et plus tard de vivre au sein d'un aménagement. Cette nouvelle grille de lecture facilite la mise

¹ Ce référentiel illustré guide les collectivités et leurs opérateurs vers une démarche d'aménagement durable en conjuguant 20 engagements dans le cadre de quatre dimensions pour appréhender l'aménagement durable dans une approche intégrée.

² La définition de l'ADEME de l'économie circulaire liste les 7 leviers suivants : approvisionnement durable, écoconception, écologie industrielle et territoriale, économie de la fonctionnalité et consommation durable, allongement de la durée d'usage, recyclage.
<https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>

en œuvre de certains principes de la ville durable, portés par la démarche EcoQuartier. En effet, le modèle de l'économie circulaire a pour objectifs de :

- Réduire et optimiser la consommation des ressources ;
- Diminuer les quantités de déchet produits, ce qui permet de diminuer les impacts environnementaux générés par l'élimination des déchets ;

Dans un projet d'aménagement, un des enjeux de l'économie circulaire est la consommation des matériaux de construction nécessaires à la réhabilitation ou à la construction de bâti. Nous avons donc souhaité approfondir ce sujet, au travers des solutions offertes par les matériaux biosourcés et géosourcés, qui s'inscrivent au cœur des logiques d'économie circulaire en privilégiant des ressources locales, renouvelables, recyclables et pourvoyeuses d'emplois locaux.

Ce livret a pour ambition d'illustrer comment l'économie circulaire peut répondre aux enjeux de la transition écologique en matière d'aménagement des territoires.

Afin de guider le lecteur, les différents engagements du référentiel EcoQuartier sont croisés avec les leviers d'action de l'économie circulaire pour permettre la revitalisation des centres ou l'aménagement d'un quartier.



De même, des exemples illustrent comment les qualités des matériaux biosourcés peuvent contribuer à la construction ou à la réhabilitation d'un bâtiment, la rénovation d'un centre-ville conformément aux objectifs d'un EcoQuartier.

2. L'économie circulaire pour penser l'aménagement opérationnel durable

L'économie circulaire est un modèle économique reposant sur les principes de sobriété et de lutte contre les gaspillages. Ce modèle définit à travers sept leviers, de nouveaux modes de production et de consommation. Il invite à s'interroger sur les ressources locales disponibles, sur l'optimisation des usages des aménagements, sur l'offre de services à proposer et ainsi à repenser la ville durable.

Pour mettre en œuvre une consommation sobre et responsable des ressources naturelles dans vos projets d'aménagement, ce livret propose des exemples inspirants et des ressources pour aller plus loin.

2.1 L'économie circulaire, vers un modèle économique durable

Le modèle économique linéaire actuel atteint ses limites, car nous consommons au-delà des ressources de la planète. Ce mode de production et de consommation consiste à extraire des ressources, à les transformer, à les consommer, puis à les jeter.

Il engendre :

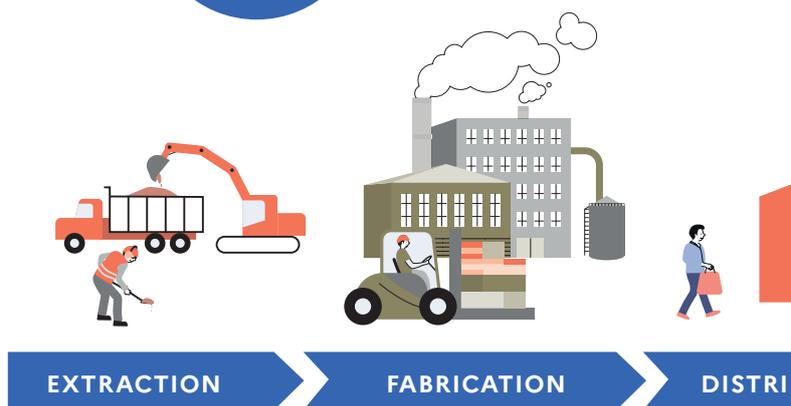
- une raréfaction de la disponibilité de certaines matières premières (ressources minérales³ par exemple),
- une dégradation rapide de la qualité de certaines ressources (milieux naturels, air, eau).

L'économie circulaire décrit un modèle économique **sobre et plus efficient dans l'utilisation des ressources**. Il doit contribuer à réduire les pressions sur l'environnement et contribuer à un développement durable. L'objectif de transition vers une économie circulaire est traduit dans le Code de l'Environnement.

Appliqué à un projet d'aménagement, ce nouveau mode de fonctionnement, de production de biens et de services, permet d'optimiser la consommation des ressources à la fois en phase de construction ou de réhabilitation, en phase d'usage et en fin de vie d'un aménagement. Ces ressources concernent aussi bien les matériaux de construction, que le foncier, l'énergie, l'eau, les métaux ou la biomasse.

La démarche EcoQuartier, grâce à un référentiel national, a pour objectif d'aider la maîtrise d'ouvrage à s'interroger sur les objectifs et les actions constituant le projet à ses différentes étapes (émergence, programmation, réalisation...). Elle rejoint l'approche transversale portant sur l'ensemble du cycle de vie proposée par l'économie circulaire. Celle-ci invite à changer les

*Le modèle
linéaire atteint
ses limites*



processus d'aménagement opérationnel. Ses concepts transforment les modes d'actions des acteurs de l'aménagement et de la revitalisation, par exemple :

- en privilégiant la rénovation du bâti existant, plutôt que la démolition/ reconstruction (allongement de leur durée de vie) ;
- en anticipant la modularité des bâtiments et les espaces à usage partagé (éco-conception, écologie industrielle et territoriale) ;
- en privilégiant la réhabilitation de friches industrielles pour limiter la consommation du foncier (valorisation de matière, approvisionnement durable) ;
- en privilégiant la proximité, les échanges locaux (approvisionnement durable, consommation responsable) ;

Ce que dit la Loi

La transition vers une économie circulaire et les différents leviers pour l'atteindre est définie par le code de l'environnement (article L110-1-1 complété par l'article L110-1-2).

La hiérarchie d'usage des ressources est définie ainsi :

- 1. prévenir**
l'utilisation des ressources
- 2. consommer**
sobrement des ressources
- 3. privilégier**
les ressources issues du recyclage
ou de ressources renouvelables
- 4. utiliser**
des ressources recyclables
circulaires.



Le saviez-vous ?

La date à laquelle l'humanité est supposée avoir consommé les ressources que la planète est en capacité de régénérer en une année est dépassée toujours plus tôt

LE 29
JUILLET
EN 2019

●
LE 22
AOÛT
EN 2012

●
LE 1^{ER}
NOVEMBRE
EN 2000

●
LE 7
DÉCEMBRE
EN 1990

- en favorisant les coopérations entre acteurs pour l'échange de ressources (écologie industrielle et territoriale, économie de la fonctionnalité, consommation responsable).

- en recyclant les déchets de la construction.

Une économie circulaire conduit à créer des boucles locales d'utilisation des ressources. Elle favorise la création de réseaux économiques et sociaux entre la ville et sa périphérie, entre les bourgs et les territoires ruraux qui les entourent. Ce modèle économique contribue ainsi à dynamiser l'économie locale et à renforcer l'identité⁴ d'un territoire.

³ Les matériaux géosourcés faiblement transformés tels que la terre crue et la pierre sont entièrement recyclable et réutilisables à l'infini, et n'ont pas la disponibilité à court terme des ressources non renouvelables comme l'eau et le sable. L'énergie nécessaire à leur extraction et leur transformation restent moindres par rapport à des produits hautement transformés comme les laines minérales et le béton.

⁴ Exprimée par l'usage des ressources locales pour le patrimoine bâti et le maintien voire le renouveau de savoir-faire ancestraux.

2.2 Les piliers de l'économie circulaire illustrés par des exemples d'aménagement inspirants en région Auvergne-Rhône-Alpes

De nombreuses initiatives mettant en œuvre les principes de l'économie circulaire existent sur le territoire régional. Ce livret vise à partager quelques exemples inspirants, souvent issus d'aménagements labellisés EcoQuartiers.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

3 domaines / 7 piliers

VALORISATION
MATIÈRE & ÉNERGÉTIQUE
engagements
6, 17 et 18



Séchoir à noix réhabilité en four à pain communal, La Rivière - 38.



Manufacture d'armes devenue École de Design, Saint-Étienne - 42.



APPROVISIONNEMENT DURABLE

engagements
1 et 13



ÉCO-CONCEPTION

engagements
3, 17 et 19



ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE & TERRITORIALE

engagements
13, 14 et 17



ÉCONOMIE DE LA FONCTIONNALITÉ

engagements
6 et 11



CONSOMMATION RESPONSABLE

engagements
6 et 11



ALLONGEMENT DE LA DURÉE D'USAGE

engagements
6 et 18



Les acteurs s'interrogent, La Rivière - 38.



Le saviez-vous ?

Le référentiel EcoQuartier invite les acteurs de l'aménagement opérationnel à se poser des questions pour que le projet réponde aux enjeux du territoire, de la transition écologique et énergétique. Cette méthode est mise à la disposition des collectivités sans obligation de candidater au label. Il est composé de **20 engagements articulés** autour de **quatre grandes dimensions** :

- DÉMARCHE ET PROCESSUS (ENGAGEMENTS N°1 À 5)

- CADRE DE VIE ET USAGE (ENGAGEMENTS N°6 À 10)

- DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL (ENGAGEMENTS N°11 À 15)

- ENVIRONNEMENT ET CLIMAT (ENGAGEMENTS N°16 À 20)



Document "Référentiel Ecoquartier"



engagements 1 et 13

2.2.1

Approvisionnement durable

L'approvisionnement durable recouvre les modes d'extraction et d'exploitation des ressources ainsi que les achats durables. Il vise à ce que l'exploitation des ressources soit efficace c'est-à-dire limite les pertes et les impacts sur l'environnement.

En matière d'aménagement, la mise en œuvre de l'approvisionnement durable concerne particulièrement les phases de construction (bâtiments, voiries, espaces publics) et d'usage des espaces (consommation des habitants et des entreprises). Plus particulièrement, il fait écho aux engagements 1 et 13 du référentiel EcoQuartier.

L'engagement 1 invite ainsi à s'appuyer sur les ressources du territoire pour réaliser le projet. Cela peut, par exemple, se traduire par le recours à des matériaux de construction issues de ressources locales (bois, terre crue, paille, matériaux recyclés,...).

L'engagement 13 concerne l'optimisation de l'utilisation des ressources et le développement de filières locales et de circuits courts. Cela peut se traduire par l'alimentation des solutions de chauffage en biomasse locale comme par l'achat de produits alimentaires locaux et issus de l'agriculture biologique pour les cantines.

INITIATIVES INSPIRANTES :

En phase de construction, à La Rivière (38), la mairie a fourni le bois de charpente issu des forêts communales pour deux bâtiments du projet.

En phase d'usage, La Rivière (38) a mis en place une chaufferie bois alimentée par des agriculteurs de la commune et la forêt communale.

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Pour connaître le projet de La Rivière, **un film** présente le projet, et retrace comment et pourquoi l'équipe d'élus et de concepteurs ont utilisé les ressources locales. Pour aller plus loin, contacter le CAUE 38 qui a accompagné le projet dans sa conception

D'autres beaux exemples dans le livre suivant : **« Des EcoQuartiers en milieu rural ? Aménager durablement les petites communes »**, publié par le CEREMA. Il propose un accompagnement des porteurs de projets dans leur réflexion et leur démarche d'aménagement, à travers une analyse de retours d'expériences de petites communes.



engagements 3, 17 et 19

2.2.2

Eco-conception

L'éco-conception est une démarche qui vise à prendre en compte, pour la production d'un bien ou d'un service, l'ensemble du cycle de vie, avec pour objectif de minimiser les impacts environnementaux tout au long de ce cycle.

En matière d'aménagement, l'écoconception peut s'appliquer à la construction d'un bâtiment comme d'espaces publics. Plus particulièrement, des synergies sont à trouver avec *les engagements 3, 17 et 19* du référentiel EcoQuartier.

L'engagement 3 consiste à adopter une approche en coût global, c'est-à-dire qui tient compte du cycle de vie des constructions et des coûts financiers engendrés par chaque phase du projet (construction, fonctionnement et maintenance, fin de vie de l'aménagement).

Les engagements 17 et 19 visent respectivement la sobriété énergétique et une gestion qualitative et économe de la ressource en eau, ce qui implique d'anticiper la phase d'usage des bâtiments.



INITIATIVES INSPIRANTES :

En phase de construction, l'aménagement du Quartier Desjoyaux, Saint-Étienne (42) a par exemple conduit à une modification du PLU, afin d'optimiser l'ensoleillement des bâtiments et de diminuer ainsi les besoins de chauffage.

En phase d'usage, le bâtiment de l'école du quartier de la Motte, Meys (69) a été conçu pour limiter sa consommation d'énergie (bioclimatique) et d'eau (grâce à la récupération d'eau de pluie pour l'alimentation des WC).

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Lors de la journée interrégionale du Club EcoQuartier, des exemples d'écoconception ont été présentés : le centre du village de Coudoux (05) ou celui de la Duchère Lyon (69). De plus en plus de bureaux d'études et d'architectes travaillent sur ces aspects. Il est essentiel de le prévoir dès la conception du projet, pour obtenir des effets plus importants à un coût modéré. Les surcoûts peuvent être importants lorsque cette ambition n'est pas prise en compte à la conception. Les présentations sur le bioclimatisme, présentées lors de la journée peuvent être consultées **sur le site de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes.**



Le saviez-vous ?

L'Etat en Auvergne-Rhône-Alpes porte la stratégie Eau-Air-Sol, qui a pour ambition de "maintenir les conditions du développement économique et humain de la région Auvergne-Rhône-Alpes tout en préservant ses milieux naturels [...] et invite à considérer le coût global de tout projet d'aménagement à long terme, au-delà de ses effets à court terme, en particulier en tenant compte des externalités négatives induites." Cette stratégie fixe un certain nombre d'objectifs, de résultats chiffrés, à court terme (2027) et à long terme (2040) et décline les orientations législatives nationales et européennes.

L'un de ses axes de travail concerne les exercices de planification, qui "conditionnent la mobilisation de la ressource en eau, déterminent l'affectation et l'usage des sols et ont un effet sur la qualité de l'air." Ces exercices de planification constituent également des moments clés pour repenser l'organisation et le fonctionnement des territoires. L'État, à chaque étape de l'élaboration des documents d'urbanisme, veille à la préservation des ressources (eau espace agricole...). C'est aussi l'ambition du SRADDET de la région Auvergne-Rhône-Alpes⁵.

Concernant la prise en compte de la gestion alternative des eaux pluviales et les réseaux de chaleur dans les opérations d'aménagement, deux études ont été publiées par le Cerema. Les rubriques ressources rassemblent des présentations très illustrées et pédagogiques :

- sur la gestion alternative des eaux pluviales : www.cerema.fr/fr/actualites/approche-cout-global-gestion-integree-eaux-pluviales
- sur les réseaux de chaleur : www.cerema.fr/fr/actualites/approche-cout-global-reseaux-chaleur-operations-amenagement

L'approche en coût global

(selon le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie et du Développement Durable) vise à anticiper les contraintes de fonctionnement, d'exploitation, de maintenance et de déconstruction lors de la construction d'un ouvrage. L'analyse en coût global, s'appuie sur la norme ISO 15686-5 et facilite la traduction économique de l'efficacité environnementale et énergétique. Il s'agit d'une aide à la décision permettant d'arbitrer entre les différents postes de coûts.

La DREAL PACA a réalisé en 2019 une étude, avec le développement d'un outil sur le coût des espaces publics. Cet outil d'évaluation du coût global dans les phases « amont » de projets d'espaces publics a été construit pour :

- le calcul simplifié du coût global
- la comparaison de scénarii.

Cet outil a été développé sur la base des ratios de coûts recueillis lors de l'étude et de documentation externe.

⁵ Lien de consultation du SRADDET



engagements 13, 14 et 17

2.2.3

Ecologie industrielle et territoriale

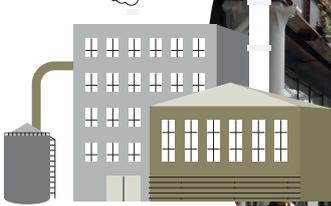
L'écologie industrielle et territoriale décrit un mode d'organisation entre acteurs économiques, caractérisé par des échanges de ressources (énergie, bois...) ou la mutualisation de la réponse à des besoins (service commun de gestion de bio-déchets, équipements partagés).

En matière d'aménagement, l'écologie industrielle et territoriale peut se traduire par la conception de bâtiments ou d'espaces ouvrant des possibilités de mutualisation. Il peut également se décliner avec la mise en place d'un réseau de chaleur alimenté par un data center, ou un site de production industrielle. Plus particulièrement, l'écologie industrielle et territoriale partage l'objectif de *l'engagement 13* et les pistes d'action promues par *les engagements 14 et 17*.

L'engagement 13 vise l'optimisation de la consommation des ressources, dans une logique de proximité. Cela s'incarne dans l'EIT qui favorise l'échange de ressources en acteurs d'un même territoire. Les déchets et sous-produits des uns sont les matières premières des autres.

L'engagement 14 peut faire écho à l'EIT à travers l'offre de transports collectifs et alternatifs qu'il promeut. En effet, cela peut se traduire par une mutualisation du besoin de mobilité, donnant lieu à la création d'une desserte de transport collectif pour un nouveau quartier ou la mise en place de services comme l'auto-partage.

L'engagement 17 vise notamment à favoriser la récupération d'énergie. Celle-ci peut provenir d'activités industrielles, pour alimenter un réseau de chaleur urbain par exemple.



INITIATIVES INSPIRANTES :

En phase de construction, La ville d'Ugine (73) a mis en place un réseau de chaleur alimenté par le l'énergie de récupération, issue du processus de production de l'industriel Ugitech.

En phase d'usage, l'EcoQuartier Novaciéries de Saint-Chamond (42) a mutualisé certaines ressources et services (énergie, cantine, espaces de Co-working..), permettant d'optimiser l'usage des ressources.

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Les installations industrielles, les data centers, les usines d'incinération des ordures ménagères notamment génèrent de la chaleur dans le cadre de leur fonctionnement. Celle-ci peut être récupérée et exploitée sous forme de chaleur thermique ou d'électricité, pour alimenter des bâtiments, des infrastructures, par exemple via un réseau de chaleur. Cela permet ainsi d'économiser des ressources en énergie.

Lors d'un projet d'aménagement, si un gisement de chaleur fatale est identifié, une étude permettra de déterminer les conditions de valorisation de cette énergie et sa faisabilité. Le guide de l'ADEME donne des clés pour approfondir ce sujet.



engagements 6 et 11

2.2.4

Économie de la fonctionnalité et consommation responsable (EIT)

L'économie de la fonctionnalité privilégie l'usage à la possession. Du point de vue du vendeur, il s'agit de concevoir un service global autour d'un bien plutôt que de vendre ce produit. Ce levier de l'économie circulaire peut faire écho à la consommation responsable, qui se place du point de vue du consommateur. Elle vise quant à elle, à prendre en compte, lors de l'acte d'achat, les impacts environnementaux à toutes les étapes du cycle de vie du produit (biens ou services).

En matière d'aménagement, la consommation responsable peut être un levier d'action lors de la construction d'un bâtiment, comme lors des achats relevant du fonctionnement de la ville durable. Plus particulièrement, ce levier s'inscrit en cohérence avec *les engagements 6 et 11* du référentiel EcoQuartier.

L'engagement 6 vise à travailler en priorité sur la ville existante. Cela concerne notamment la gestion économe du foncier.

L'engagement 11 vise à contribuer à un développement économique local, durable, équilibré, social et solidaire. À travers l'acte d'achat, chacun peut agir en faveur d'une telle économie, en privilégiant l'achat de produits locaux, l'utilisation de matériaux issus de filières locales ou encore de biens durables ou réparables.

INITIATIVES INSPIRANTES :

En phase de construction, un projet peut intégrer la mise en place de services mutualisés par exemple des stations vélo/véhicules en libre service, ou des parkings mutualisés et des voitures en partage.

En phase d'usage, des espaces partagés de buanderie, d'ateliers, de salles et terrasses ont été créés dans le quartier Desjoyaux, Saint-Étienne (42) pour mutualiser les équipements et les lieux où recevoir des proches

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Lors de la conception d'un aménagement, il est souhaitable d'anticiper l'offre de services à mettre en place pour mutualiser les usages. La mobilité locale est un secteur où une grande diversité de solutions permettent déjà d'optimiser la consommation des ressources. Ainsi, d'après l'ADEME, en moyenne une voiture est utilisée 4% du temps, sur toute sa durée de vie. Pour optimiser son usage, une collectivité peut par exemple, favoriser le co-voiturage en aménageant quelques places de parking dédiées, mettre en place un service d'auto-partage qui permet d'améliorer le taux d'utilisation d'un véhicule, optimiser la desserte en transport en commun.

Au-delà de ces solutions d'optimisation, elle peut également faciliter la diminution des déplacements. S'agissant des déplacements domicile-travail, cela peut passer par une planification qui favorise la proximité entre l'habitation et l'activité économique et commerciale, comme y incitent les programmes de revitalisation de centres-villes.



engagements 6 et 18

2.2.5

Allongement de la durée d'usage : réemploi et réutilisation

Le réemploi ou la réutilisation constituent des moyens pour allonger la durée de vie des biens, avant leur mise au rebut ou leur éventuel recyclage. Il s'agit d'une étape clé dans l'objectif d'économie des ressources.

En matière d'aménagement, le réemploi et la réutilisation peuvent concerner la réutilisation de matériaux sur sites (terres excavées par exemple), la réhabilitation de bâtis existants. En phase d'usage, cette pratique peut être favorisée par la mise en place d'une ressourcerie. Plus particulièrement, réemploi et réparation font échos aux *engagements 6 et 18* du référentiel EcoQuartier.

L'engagement 6 consiste à travailler en priorité sur la ville existante. L'enjeu de réemploi du foncier est au cœur de cet objectif, afin d'éviter l'artificialisation des terrains naturels ou agricoles.

L'engagement 18 vise notamment à limiter la production de déchets, cet objectif peut concerner la phase de chantier puis le fonctionnement du quartier (déchets ménagers). Il peut également s'agir de concevoir des bâtiments modulables, dont la fonction peut évoluer dans le temps.



Conseil

Penser réhabilitation avant démolition !

La maîtrise d'ouvrage demandera à la maîtrise d'œuvre de proposer au moins deux scénarios (une réhabilitation et une démolition/reconstruction). Ces deux scénarios devront être étudiés selon une analyse en coût global à l'aune des critères de l'économie circulaire.



La Métropole de Lyon soutient par exemple la Société de coopération d'intérêt collectif (SCIC) Iloé, spécialisée dans la valorisation des encombrants. Cette plateforme réunit des collecteurs et gestionnaires de déchets ainsi que des structures qui valorisent ces déchets. Inauguré fin 2019, cette plateforme se fixe pour objectif de valoriser 80% des déchets collectés.

Le réemploi des matériaux de chantier offre également des pistes pour diminuer l'empreinte environnementale des bâtiments. Envirobat propose des fiches pratiques à destination du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre et des entreprises du BTP. Le CEREMA propose un accompagnement des porteurs de projets dans leur réflexion et leur démarche d'aménagement, à travers une analyse de retours d'expériences de petites communes.

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Le soutien aux acteurs de l'économie social et solidaire (ESS), qui jouent le rôle d'intermédiaire entre les acteurs en possession de biens qui souhaitent s'en séparer et ceux qui souhaitent acquérir des biens de seconde main, favorise le réemploi et la réutilisation. Ce soutien peut concerner des recycleries, qui collectent et mettent à disposition du grand public des produits ; ou des acteurs plus spécialisés, par exemple sur les déchets du bâtiment ou les encombrants.

L'ancienne halle
centrale de Monistrol
sur Loire (43)



Le saviez-vous ?



INITIATIVES INSPIRANTES :

En phase de construction, le projet de reconversion d'une caserne militaire, sur le site du quartier de Bonne, Grenoble (38), a privilégié la réhabilitation du bâti existant, moins impactant qu'une construction nouvelle.

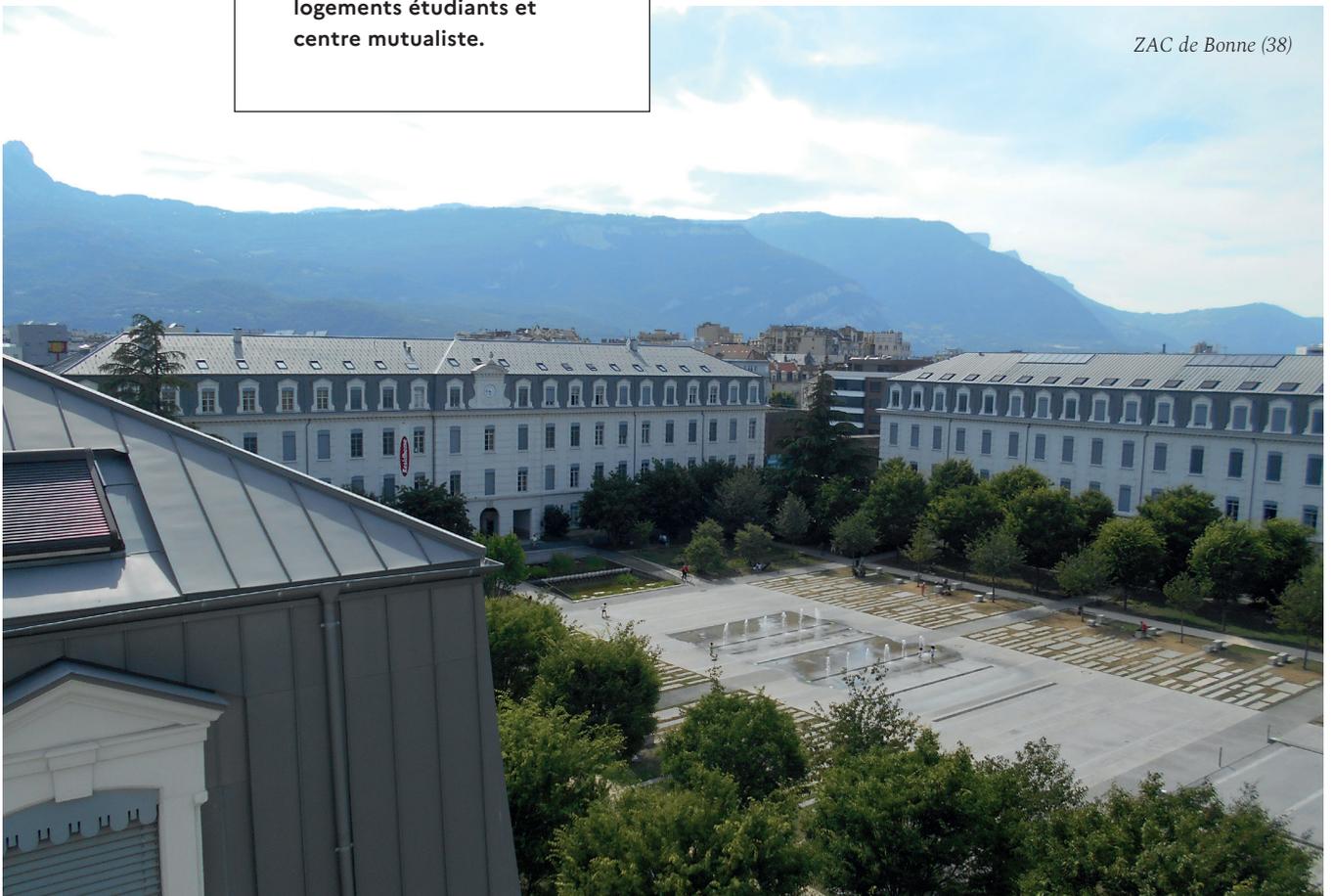
En phase d'usage, La plupart des EcoQuartiers transforment l'usage d'anciens bâtiments industriels pour que d'autres activités y trouvent leur place. L'ancienne halle centrale de Monistrol sur Loire (43) est par exemple réutilisée en logements étudiants et centre mutualiste.

Le ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a fixé un objectif de Zéro Artificialisation Nette à 2040, dans le Plan Biodiversité de 2018. Au sein d'un projet d'aménagement, il se décline notamment par :

●
LA RÉUTILISATION
DES FRICHES, ÉVENTUELLEMENT
À LA SUITE D'UNE OPÉRATION
DE DÉPOLLUTION

●
LA LIMITATION
POUR LA CONSTRUCTION
AUX ZONES DÉJÀ
IMPERMÉABILISÉES

ZAC de Bonne (38)



Les biodéchets

Les biodéchets représentent un tiers des poubelles résiduelles des Français. Plutôt que d'éliminer ces déchets par incinération, le code de l'environnement⁶ favorise aujourd'hui leur valorisation organique ou énergétique à travers l'obligation de collecte séparée des biodéchets. Plusieurs solutions de valorisation peuvent être mises en œuvre en fonction des spécificités du territoire: la méthanisation qui permet une valorisation énergétique de ces déchets, le compostage individuel ou collectif.



INITIATIVES INSPIRANTES :

En phase de construction, les quartiers Limouzin, Monistrol sur Loire (43) et Bouchayer-Viallet, Grenoble (38) ont été aménagés sur le site d'une friche industrielle lourdement polluée. Ils ont permis de valoriser ce foncier en entrée de ville et d'éviter l'artificialisation de foncier nouveau.

En phase d'usage, le quartier de la Duchère (Lyon 69) a sensibilisé les habitants au tri, mis en place une politique de réutilisation des déchets verts en compost ou paillage et a soutenu la mise en place d'un jardin partagé.

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Le recyclage des déchets du BTP et leur valorisation au sein de nouvelles infrastructures est soumis aux performances techniques de ces matériaux. Plusieurs études de caractérisation environnementale des matériaux alternatifs ont permis de définir les conditions dans lesquelles y recourir.

Le centre de ressources des fédérations professionnelles du TP mettent à disposition les guides en faveur du recyclage et de la valorisation.



engagements 6, 17 et 18

2.2.6

Valorisation des déchets

La valorisation des déchets vise à utiliser les matières premières issues de déchets, en substitution à des matières premières vierges.

En matière d'aménagement, le recyclage peut concerner les déchets de chantier, puis en phase d'usage les déchets des ménages ou des activités économiques. Plus particulièrement, *les engagements 6, 17 et 18* du référentiel EcoQuartier s'appuient cet objectif de valorisation des déchets.

L'engagement 6 consiste à travailler en priorité sur la ville existante. Il peut conduire au traitement puis à la réutilisation de friches industrielles.

L'engagement 17 vise la diversité des sources énergétiques, notamment au profit d'énergie de récupération. Il peut s'agir par exemple d'énergie issue de déchets (combustibles solides de récupération), d'énergie captée sur les processus industriels.

⁶ Mesure introduite par la loi de transition énergétique pour la croissance verte et dont l'échéance a été avancée à 2023 par la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire de février 2020



3. Des matériaux sobres et efficaces pour l'aménagement durable

Améliorer la qualité de vie, s'appuyer sur les richesses et les ressources locales pour rénover ou construire des logements, préserver les ressources (matériaux, eau, foncier, terres agricoles...), ainsi que les paysages et la biodiversité, contribuer à la transition énergétique et à la lutte contre le changement climatique, sont des points clefs, auxquels les matériaux biosourcés et géosourcés peu transformés apportent de véritables solutions.

Ce livret propose un état des lieux du développement de ces matériaux en France, ainsi que des exemples régionaux inspirants, qui illustrent quelques possibilités de mise en œuvre, aussi bien en réhabilitation qu'en construction neuve.

3.1

Des matériaux biosourcés, vers une transition durable de la construction

En France, le secteur de la construction, bâtiment et travaux publics, est le premier consommateur de ressources et le premier producteur de déchets (227,5 millions de tonnes pour le BTP dont 42,2 Mt pour le secteur du bâtiment à l'échelle nationale). Par ailleurs, le secteur du bâtiment représente à lui seul 30% des émissions de gaz à effet de serre de l'hexagone⁷. Les matériaux biosourcés utilisés en rénovation comme lors de la construction permettent de diminuer ces émissions de gaz à effet de serre à la fois en phase de construction et d'usage des bâtiments.

IL EST DONC URGENT ET NÉCESSAIRE...

...de repenser les modes constructifs pour diminuer les impacts de ce secteur, en explorant de nouveaux modes de construction qui permettent de :

économiser la matière première,

réduire les déchets et minimiser l'enfouissement de déchets,

trouver des alternatives à l'extraction des matières premières non renouvelables.

Parmi les modes constructifs pouvant répondre aux enjeux de sobriété et d'efficacité dans l'utilisation des ressources, tels qu'évoqués précédemment dans la définition des principes de l'économie circulaire, il existe les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés. Ces matériaux sont fabriqués à partir de ressources telles que : la terre, le bois, la paille de céréales, le chanvre, le lin, le roseau, l'osier, le papier recyclé, le textile recyclé...



Matériaux de structure

Pisé, bois (ossature, poteau-poutre, panneaux CLT, lamellé collé, croisé...)



Revêtements intérieurs

(terre, chaux, pierre naturelle, linoléum, bois massif...)



Enduits et revêtements

(chaux, chaux-chanvre, terre-paille, bardage, bois...)



« Le bois est léger, rapide à mettre en œuvre, isolant, esthétique. La paille ou le béton de chanvre isolants à forte densité, peuvent venir renforcer l'acoustique et l'inertie des bâtiments bois »

Maxime Baudrand.⁸

La majorité de ces ressources ont été utilisées dans la construction depuis des millénaires et sont emblématiques de notre patrimoine bâti : le pisé, la bauge, le torchis, les structures en colombages, les toits de chaume en sont des témoins. Ces différents modes constructifs ont été réintégré et pour certains, revisités, afin de répondre aux exigences modernes de confort et de performances techniques du bâtiment (thermique, acoustique, mécanique, sécurité incendie, comportement sismique).

Les filières biosourcées ont été officiellement identifiées en 2010 par le Commissariat Général au Développement Durable comme des filières vertes à fort potentiel de développement, permettant de :

- diminuer notre consommation de matière première d'origine fossile,
- limiter les émissions de gaz à effet de serre,
- créer de nouvelles retombées économiques en privilégiant la proximité, les échanges.

En effet, ces matériaux présentent de nombreuses caractéristiques permettant de répondre aux objectifs de transition bas-carbone pour le secteur de la construction. De plus, ils apportent des solutions aux enjeux en-

vironnementaux, sociétaux et économiques du XXI^{ème} siècle : précarité énergétique, vagues de canicules, désertification des territoires ruraux, dégradation du patrimoine vernaculaire, pollution des milieux naturels, acidification des sols, transition des pratiques agricoles, meilleure rémunération des agriculteurs... Ces matériaux sont ainsi à intégrer à tout projet d'aménagement durable, et répondent à de nombreux engagements du référentiel EcoQuartier.

Les matériaux biosourcés et géosourcés sont utilisés, en fonction de leurs caractéristiques, comme éléments de structure, isolants, mortiers, bétons, panneaux, ou encore dans la chimie du bâtiment (peinture, colles...). Leurs applications pour la construction neuve et la rénovation sont donc nombreuses et peuvent être associées. Il existe une complémentarité structurelle entre la terre crue, le bois, tous deux utilisés davantage dans la structure des bâtiments, et les autres matériaux biosourcés employés pour la partie « enveloppe ». Il s'agit, pour chaque projet, de s'appuyer sur les performances de chacun de ces matériaux et de jouer sur des associations intelligentes.

⁷ <http://www.carbone4.com/article-batiment-snbc/>

⁸ <https://www.club-oui-au-bois.com/les-articles/bois-et-materiaux-biosources-des-solutions-constructives-davenir-pour-le-batiment/>

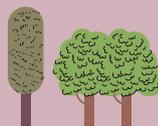


Les matériaux biosourcés

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE POUR (RE) PENSER LES VILLES ET TERRITOIRES DURABLES



● ADAPTÉS À LA RÉNOVATION DU BÂTI ANCIEN



● VALORISENT DES SOUS-PRODUITS ET DES DÉCHETS de l'agriculture, de l'industrie papetière et de l'industrie du textile



● PRÉSERVENT DES SAVOIR-FAIRE, des techniques ancestrales et le patrimoine favorables l'activité touristique



● SONT FABRIQUÉS À PARTIR DE RESSOURCES disponibles et abondantes sur l'ensemble du territoire

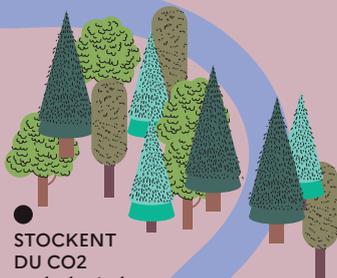


● SE SUBSTITUENT ET PRÉSERVENT des ressources naturelles rares (minerais, pétrole)



● CRÉATEURS DE FILIÈRES ÉCONOMIQUES sur l'ensemble du territoire favorisant les synergies entre les secteurs du bâtiment, de l'agriculture et de la sylviculture

● SONT EN CIRCUIT COURT favorisant le développement de l'économie locale et minimisant le transport de matière



● STOCKENT DU CO2 sur la durée de vie du bâtiment

● RECYCLABLES VOIRE BIODÉGRADABLES* qui réduisent les quantités de déchets du BTP enfouis ou incinérés en fin de vie

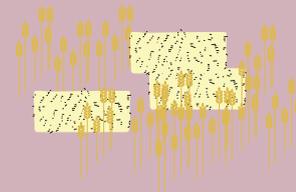


● LIMITENT LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE en phase de conception et de fabrication des matériaux

● LIMITENT LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE en phase d'usage du bâtiment en réduisant la consommation énergétique



● PROPOSENT UNE NOUVELLE VALORISATION DE RESSOURCES (paille, terre) en alternative à l'enfouissement ou l'incinération



● SONT ÉGALEMENT VALORISABLES DANS D'AUTRES SECTEURS INDUSTRIELS (cosmétique, automobile) sans conflit d'usage avec le secteur de l'alimentation

● PERFORMANTS POUR L'ISOLATION thermique et acoustique



● FABRIQUÉS À PARTIR DE RESSOURCES QUI NÉCESSITENT PEU D'INTRANTS CHIMIQUES, ils favorisent ainsi la qualité des sols, de l'eau et la biodiversité



Le saviez-vous ?

Le recours aux matériaux biosourcés est encouragé par **la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.**

Elle a confirmé l'intérêt d'utiliser ces matériaux dans le secteur du bâtiment, en précisant notamment que « l'utilisation des matériaux biosourcés concourt significativement au stockage de carbone atmosphérique et à la préservation des ressources naturelles » et « qu'elle est encouragée par les pouvoirs publics lors de la construction ou de la rénovation des bâtiments ».

3.2 Les matériaux biosourcés et géosourcés, des exemples inspirants

Les matériaux biosourcés sont un levier pour répondre à la transition écologique de l'aménagement des territoires, à travers sept grands thèmes⁹ repris dans les engagements du référentiel EcoQuartier :

- Viser la sobriété énergétique, la baisse des émissions de CO2 et la diversification des sources au profit des énergies renouvelables et de récupération.
- Mettre en œuvre un urbanisme favorable à la santé pour assurer un cadre de vie sûr et sain.
- Valoriser le patrimoine naturel et bâti, l'histoire et l'intensité du site.
- Contribuer à un développement économique local, durable équilibré social et solidaire.
- Optimiser l'utilisation des ressources et développer les filières locales et les circuits courts.
- Limiter la production de déchets, développer et consolider des filières de valorisation et de recyclage dans une logique d'économie circulaire.
- Préserver, restaurer et valoriser la biodiversité, les sols et les milieux naturels.

⁹ Thèmes issus des engagements du référentiel EcoQuartier

Les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés :

- *Assurent un confort d'été et d'hiver en tant qu'isolant thermique*
- *Sont adaptés pour l'isolation acoustique*
- *Favorisent des intérieurs sains et confortables*



3.2.1

Mettre en œuvre un urbanisme favorable à la santé pour assurer un cadre de vie sûr et sain

Exemple d'opération mixte bois-terre-paille à Miribel (26)

Le groupe scolaire de Miribel-Valherbasse (26) est une opération associant plusieurs systèmes constructifs : une structure bois en épicéa, des murs en pisé, un plancher bois (CLT) et une isolation en paille. La maîtrise d'ouvrage a porté beaucoup d'attention au confort et à la qualité sanitaire de ce bâtiment destiné à la petite et grande enfance. Une bonne qualité de l'air via des revêtements bruts n'émettant ni polluants ni COV, l'isolation et la correction acoustique via des matériaux absorbants, le déphasage thermique via des matériaux à forte inertie ont été des paramètres clefs débouchant vers l'utilisation de matériaux biosourcés (bois¹⁰, paille) et le pisé.

¹⁰ <https://www.panoramabois.fr/projets/4498>





Groupe scolaire
Miribel (26)
©NAMA Architecture.



ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Des matériaux assurables

Les matériaux biosourcés sont avant tout des matériaux de construction répondant aux exigences du code de la construction et de l'habitat.

Des évaluations et des documents techniques permettent de garantir un niveau de qualité aux ouvrages et de sécuriser toute la chaîne d'acteurs impliqués dans l'acte de construire. Une grande partie d'entre eux font l'objet de règles professionnelles, d'Atec ou d'Atex les classant dans la catégorie des matériaux reconnus par l'Agence qualité de la construction (AQC). Ces documents attestent des qualités techniques des matériaux (réaction au feu, durabilité, résistance mécanique...) et garantissent l'assurabilité des bâtiments dans lesquels ils sont mis en œuvre.

Des matériaux performants

Grâce à leur déphasage thermique et à leurs propriétés perspirantes, les matériaux biosourcés présentent des performances reconnues tant sur le plan de l'isolation thermique, que sur celui du confort hygrométrique et acoustique :

- Les matériaux biosourcés sont en effet d'excellents isolants, tout aussi performants que les isolants considérés comme plus conventionnels (laine de verre, laine de roche, polystyrène,...). Par exemple, le bois est un matériau peu conducteur et 12 fois plus isolant que le béton à épaisseur égale.
- Les matériaux biosourcés sont particulièrement bien placés pour gérer l'hygrométrie, c'est-à-dire le taux d'humidité, car la plupart ont l'avantage d'être hygroscopiques. Grâce à leur capacité à absorber l'humidité et à la restituer, ils contribuent à améliorer le confort des usagers aussi bien en été quand l'air est sec, qu'en hiver quand l'air est plus humide. En revanche, il est essentiel que les enduits, les revêtements et films d'étanchéité restent perspirants pour que les transferts d'humidité aient bien lieu.
- Les matériaux biosourcés à forte densité et la terre crue présentent également la capacité de déphaser et d'atténuer les augmentations de température. Leur capacité de déphasage contribue à l'adaptation au changement climatique des bâtiments, dans un contexte d'augmentation des périodes de chaleur plus fréquentes et intenses.
- Les propriétés d'insonorisation des matériaux biosourcés constituent également un atout technique supplémentaire garantissant une bonne qualité de vie pour les usagers et les habitants des bâtiments.

Des matériaux sûrs et sains

Par ailleurs, les matériaux biosourcés et géosourcés, sans adjuvants chimiques comme les bottes de paille, la terre crue, la chènevotte en vrac, le béton de chanvre, le bois massif, la pierre naturelle, la chaux contribuent fortement à ne pas détériorer la qualité de l'air intérieur. Nous passons en moyenne 85% de notre temps dans un espace clos et les multiples polluants auxquels nous sommes exposés dans ces espaces proviennent notamment des matériaux qui composent le bâtiment, des revêtements de sols, murs et plafonds, du mobilier et des équipements.

¹¹ Déphasage thermique : capacité d'un matériau composant l'enveloppe d'un bâtiment à ralentir les transferts de chaleur. Très utile en été pour empêcher la pénétration de l'énergie du rayonnement solaire le jour et rejeter cette énergie la nuit quand l'air extérieur est plus frais. Un bon déphasage (entre 10h et 12h) peut s'obtenir avec des matériaux denses (laine de bois, béton de chanvre, ouate de cellulose, liège, paille).

Les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés sont :

- *Complètement adaptés à la rénovation du bâti ancien*
- *Utilisés depuis des millénaires, caractéristiques de notre patrimoine bâti*
- *Des solutions vernaculaires adaptés à l'architecture contemporaine*



engagement 10

3.2.2

Valoriser le patrimoine naturel et bâti, l'histoire et l'identité du site



Exemple de la Maison Pour Tous (38)

La Maison Pour Tous est un excellent exemple d'architecture contemporaine s'appuyant sur une technique ancestrale en terre crue : le pisé. En effet, le pisé est une des techniques traditionnelles de l'ex région Rhône-Alpes, avec plus d'un million de bâtiments recensés. La commune de Four (38) comprend un patrimoine considérable en pisé avec des édifices de plusieurs niveaux, sans enduit, sans grand débord de toiture et présents depuis bientôt plus de 150 ans pour la plupart¹². Ce bâtiment communal destiné aux associations locales¹³, a été édifié avec des murs structurels en pisé porteur et isolé avec de la fibre de bois. Dans une logique d'approvisionnement local, la terre utilisée est issue d'une carrière située à une quinzaine de kilomètres du chantier. Certains éléments ont été préfabriqués aux Grands Ateliers de Villefontaine, à 6 km du chantier. Enfin, la toiture a été conçue avec un débord allant jusqu'à 1,70 m, afin d'éviter les projections d'eau de pluie sur les murs en pisé.





Maison pour tous
Four (38)
©Laurianne Lespinasse



Pôle culturel La Boiserie
Mazan (84)
©DE-SO architectes





ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

L'histoire et l'identité d'un site, via l'utilisation des ressources locales, peuvent aussi être mises en valeur via une architecture contemporaine. Ce à quoi contribue le concours international FIBRA Awards des architectures contemporaines en fibres végétales, en valorisant de nombreux bâtiments associant ressources et savoir-faire locaux, mesures bioclimatiques et architecture contemporaine. Ces projets prouvent que les matériaux biosourcés sont tout à fait adaptés pour la réalisation de bâtiments et équipements contemporains. Ils rendent possible une grande diversité architecturale, respectueuse de l'histoire des territoires. Un temps cantonnés à l'auto-construction, **les matériaux biosourcés font leur preuve dans les bâtiments de taille significative et complexes** : logements collectifs, collèges, bureaux, équipements sportifs, ouvrages d'art,...



¹² <https://www.timurersen.com/la-maison-pour-tous-commune-de-four-2018-lotpis>

¹³ <https://edu.univ-grenoble-alpes.fr/le-projet-idex/news-et-medias/actus-formation/la-maison-pour-tous-de-four-un-projet-etudiant-mene-a-l-ensag-767158.htm>

Les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés sont :

- *Créateurs de filières économiques sur l'ensemble du territoire en favorisant les synergies entre les secteurs du bâtiment, de l'agriculture et de la sylviculture*
- *Créateurs de nouveaux métiers qualifiés sur l'ensemble du territoire*
- *Préservent des savoir-faire, des techniques ancestrales et le patrimoine favorables l'activité touristique*



3.2.3

Contribuer à un développement économique local, durable équilibré, social et solidaire

Exemple de la réhabilitation de la maison Boisseau à Saint-Germain-Laval (42)

Une bâtisse du milieu du 16^{ème} siècle dans le style Renaissance, rénovée avec des enduits à base de chanvre et de chaux, permet de respecter les caractéristiques hygrothermiques des parois sans en dénaturer l'aspect. Cette réhabilitation a bénéficié du soutien de la Fondation du Patrimoine¹⁴. Elle permet de mettre en valeur cet élément patrimonial et d'enrichir l'attractivité du centre-bourg tout en offrant de nouveaux usages à cette bâtisse remarquable pour l'activité des habitants, des associations et structures locales.

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Des filières pour l'emploi !

La France présente un très fort potentiel de développement des filières vertes dans le bâtiment notamment parce qu'elle est :

CHANVRE

1^{ER} CULTIVATEUR D'EUROPE

2ND PRODUCTEUR MONDIAL, AVEC

6 CHANVRIÈRES, USINES DE TRANSFORMATION, EN FRANCE

1400 EXPLOITATIONS AGRICOLES

BOIS

4^{ÈME} SURFACE FORESTIÈRE D'EUROPE

425 000 EMPLOIS DONT

43 548 EMPLOIS EN RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES DONT

15 000 EMPLOIS POUR LA CONSTRUCTION BOIS ET LA MENUISERIE

PAILLE

PIONNIÈRE EN EUROPE POUR LA CONSTRUCTION EN PAILLE¹⁶ AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES COMME RÉGION MOTEUR. DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION, CETTE FILIÈRE REPRÉSENTE

700 EMPLOIS

Une étude réalisée en 2016 par la DRIEA¹⁷ révélait que **3 000 à 4 000 emplois directs** ou indirects avaient été créés sur les cinq années précédentes grâce aux matériaux biosourcés. Par ailleurs, les filières des matériaux biosourcés permettent de maintenir et d'assurer la continuité de savoir-faire de différents métiers du bâtiment et de l'aménagement (charpentier, menuisier, murailler,...) rattachés à notre patrimoine et de créer de nouvelles spécialisations innovantes.

¹⁴ La Fondation du patrimoine met à disposition des porteurs de projets privés et publics plusieurs dispositifs d'aide à la restauration du patrimoine. www.fondation-patrimoine.org

¹⁵ <http://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/fr>

¹⁶ <http://cncp-feuilleite.fr/construire-en-paille/>

¹⁷ http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Le_label_Batiment_biosource_2016.pdf

Le saviez-vous ?

Le bâti ancien (construits avant 1948 et selon des techniques et matériaux traditionnels) présente des spécificités constructives et hygrothermiques qu'il est indispensable de préserver pour ne pas mettre en péril le bâtiment ni causer de désordres irréversibles liés à l'humidité.

Dans le cadre d'une économie circulaire sobre en ressources et face aux enjeux d'économie d'énergie, la réhabilitation et la rénovation sont des scénarios à favoriser et le choix des matériaux est donc essentiel quand il s'agit d'un bâtiment ancien. Les matériaux biosourcés, les enduits à base de terre, de chaux et de fibres végétales sont les solutions à adopter pour respecter ces spécificités.

Soutenu par le programme ministériel PACTE, la **plateforme CREBA¹⁵** (Centre de Ressources pour la Réhabilitation responsable du Bâti Ancien) s'adresse à tout acteur impliqué dans un **projet de réhabilitation, de rénovation énergétique ou de restauration d'un bâtiment ancien.**

Elle propose de nombreux outils et recommandations pour aider à mettre en œuvre une approche globale de la réhabilitation durable du bâti ancien.

Les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés :

- *Proposent une nouvelle valorisation de ressources (paille, terre) en alternative à l'enfouissement ou l'incinération,*
- *Sont en circuit court favorisant le développement de l'économie locale et minimisant le transport de matière,*
- *Sont fabriqués à partir de ressources disponibles et abondantes sur l'ensemble du territoire,*
- *Sont également valorisables dans d'autres secteurs industriels (cosmétique, automobile) sans conflit d'usage avec le secteur de l'alimentation.*



3.2.4

Optimiser l'utilisation des ressources et développer les filières locales et les circuits courts



Exemple de l'espace rural de Marsac-en-Livradois (63)

Lauréat du Prix d'architecture de la Première œuvre 2013 et du Prix national d'architecture en terre crue 2013 délivré par l'association AsTerre, l'espace rural de services de proximité de Marsac-en-Livradois a été conçu par l'architecte Boris Bouchet¹⁸ pour le compte de la municipalité.

Au cœur du Parc Livradois-Foréz, cet espace accueille un commerce de proximité et comprend des cabinets médicaux. Dans le cadre d'une démarche de valorisation des techniques locales, ce bâtiment a été réalisé à partir d'un socle en pisé et d'une structure en bois local pour l'étage. Le douglas et le mélèze sont les deux essences issues du Parc Livradois-Foréz qui ont été utilisées pour l'ossature, la charpente et le bardage. Pour préserver les qualités esthétiques et hygrothermiques du pisé tout en assurant l'isolation du bâtiment, les murs ont été conçus avec trois différentes couches : 40 cm de pisé porteur, 20 cm d'isolation en liège, 25 cm de pisé en façade. De cette façon, le recours au liège, matière naturellement imputrescible avec un coefficient de transmission hygrométrique proche de celui du pisé, permet d'éviter une isolation classique avec pare-vapeur à l'intérieur (une aberration puisqu'elle constituerait une barrière hygrométrique et conduirait à se priver des qualités d'inertie de la terre) mais aussi d'éviter l'isolation par l'extérieur avec enduit qui rendrait le pisé invisible. Les ouvertures ont été pensées de manière à ce que les rayons du soleil puissent chauffer le mur en pisé, capable de restituer la chaleur dans les intérieurs grâce à son inertie.

¹⁸ <http://borisbouchet.com/?realisation=espace-rural-de-proximite-marsac-en-livradois>

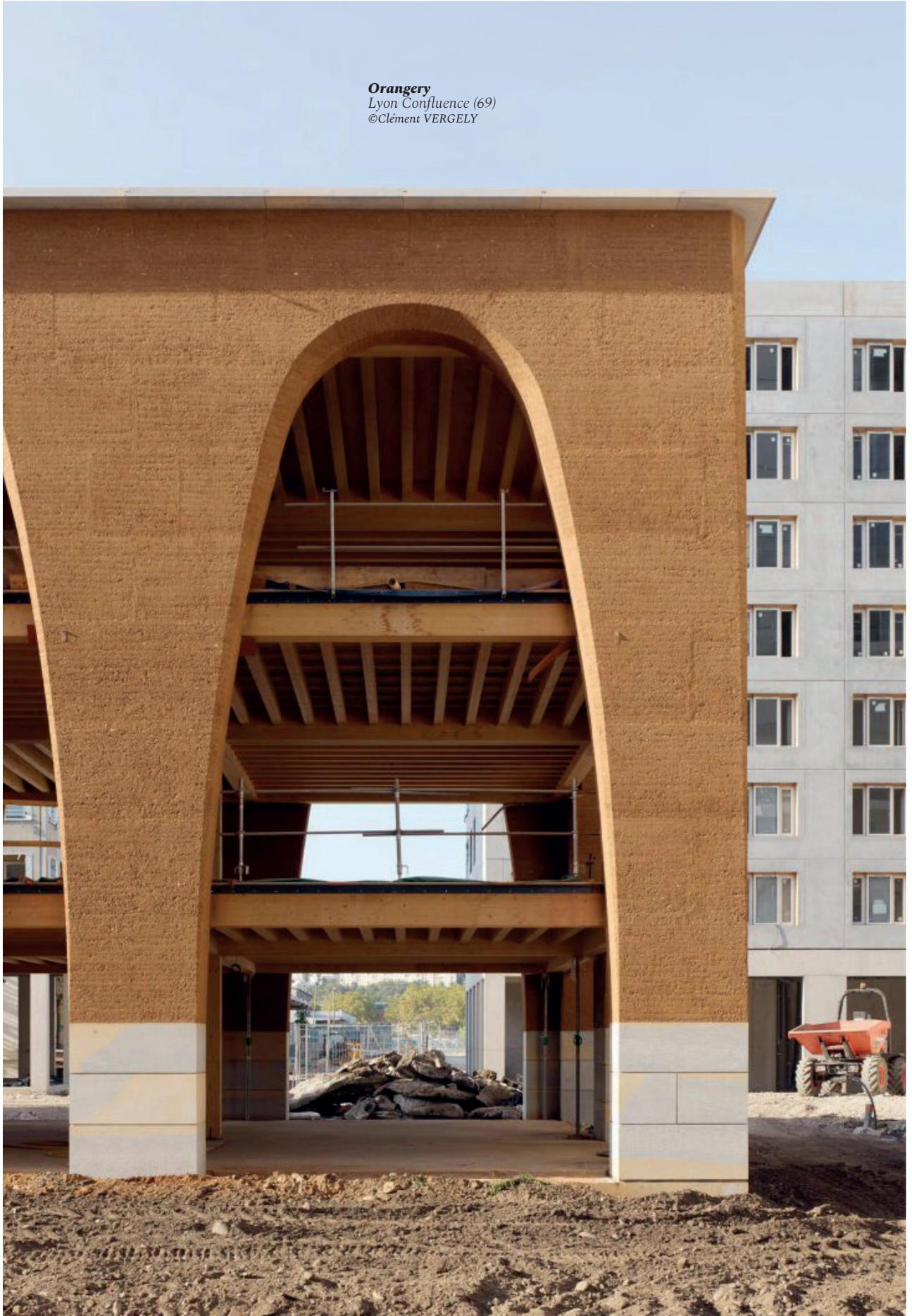


« Un des enjeux importants de l'aménagement des territoires ruraux est l'invention d'une architecture locale, caractéristique des lieux qui la portent, à l'opposé des constructions génériques qui uniformisent aujourd'hui de plus en plus les bourgs. Le projet s'inscrit dans ce mouvement par la mise en valeur des techniques de constructions et des matériaux locaux associée aux formes contemporaines. »

Boris BOUCHET Architectes.

Espace rural de proximité
Marsac-en Livradois (63)
©Benoît Alazard

Orangery
Lyon Confluence (69)
©Clément VERGELY



ENVIE D'ALLER PLUS LOIN AVEC L'EXEMPLE DE LA TERRE CRUE ?

La terre est un matériau millénaire et le principal matériau de construction dans le monde. Elle est utilisée sur tous les continents selon une grande diversité architecturale et type d'usage : la mosquée de Djenné, certaines sections de la Grande Muraille de Chine, les maison-tours de Shibām. Plus d'un tiers des habitations dans le monde sont en terre crue et 175 sites, intégralement ou partiellement bâtis avec ce matériau, sont classés par l'Unesco au patrimoine mondial de l'humanité, soulignant la pérennité de ce mode de construction.

Après son extraction, la terre (constituée d'argile, de limon, de sable et éventuellement de graviers et de cailloux) peut être transformée en matériau de construction selon les quatre modes vernaculaires ou plus contemporains suivants :

- La terre compactée, non saturée en eau : pour réaliser des murs en pisé et des blocs de terre comprimée (BTC).
- La terre empilée ou moulée à l'état plastique : pour réaliser des murs en bauge (terre empilée) et des adobes.
- La terre allégée (à l'état visqueux) grâce à des fibres végétales : pour réaliser du torchis (en remplissage d'une structure porteuse en bois), de la terre-paille ou de la terre-chanvre, etc.

Afin d'optimiser les temps de chantier et améliorer la viabilité/équilibre économique de ces modes de construction, de nombreux procédés peuvent être mécanisés ou préfabriqués en atelier.

Une vraie alternative au béton ?

Longtemps cantonnée à des projets architecturaux individuels, la terre crue constitue une excellente alternative au béton pour les bâtiments en R+2 et R+3 même en zone sismique.

Des projets innovants en région ont émergé tels que l'Orangery, un immeuble de bureau en pisé sur 3 niveaux, situé dans le quartier de la Confluence.

Sans oublier les quelques centaines de bâtiments en pisé de Lyon¹⁹, dont les immeubles dit « Canuts » qui se situent sur les pentes et le plateau du quartier de la Croix Rousse, et qui peuvent atteindre jusqu'à cinq étages. Ces bâtiments en pisé passent souvent inaperçus dans le centre urbain de la Métropole Lyonnaise à cause de la couche d'enduit qui recouvre les murs de pisé.

Quels atouts environnementaux du matériau « terre crue »

Trop souvent considérée comme un déchet, la terre d'excavation est généralement entassée dans des carrières ou sur d'anciens terrains agricoles. Ces pratiques contribuent à la raréfaction du foncier et à une dégradation des espaces naturels. Pourtant, la terre non polluée, peut être une ressource constructive, qui présente de nombreux atouts environnementaux et sanitaires, en plus de ses performances techniques :

- entièrement biodégradable
- recyclable à l'infini tant que la terre n'est pas stabilisée par de la chaux ou du ciment,
- inerte et sans aucun composé organique volatil, polluant émis par les adjuvants et traitements techniques, ce qui contribue à favoriser une meilleure qualité de l'air intérieur,
- excellent régulateur intérieur d'humidité,
- excellent régulateur de température car présente une bonne inertie thermique.

¹⁹ Coordonné par l'architecte Emmanuel Mille et soutenu par la Métropole de Lyon, la Ville de Lyon, le laboratoire CRATERRE-ENSAG, l'association Patrimoine Aurhalpin, et le CAUE Rhône Métropole, un inventaire participatif du pisé urbain de l'agglomération lyonnaise a été mis en place en 2016 : <http://patrimoine-terre-lyonnais.patrimoineaurhalpin.org/>

Les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés :

- *Se substituent et préservent des ressources naturelles rares (minerais, pétrole)*
- *Limitent les émissions de gaz à effet de serre en phase de conception et de fabrication des matériaux,*
- *Limitent les émissions de gaz à effet de serre en phase d'usage du bâtiment en réduisant la consommation énergétique*
- *Stockent du CO₂ sur la durée de vie du bâtiment*



3.2.5

Viser la sobriété énergétique, la baisse des émissions de CO2 et la diversification des sources au profit des énergies renouvelables et de récupération

Exemple de la Huchette à Paris : Le béton de chanvre dans tous ses états !

La Huchette²⁰ est un bâtiment du XVIII^{ème} siècle, au cœur du Paris historique, ayant fait l'objet d'une réhabilitation et d'une extension pour la création de 10 logements. Afin de respecter les propriétés intrinsèques à ce bâti ancien d'intérêt patrimonial, en particulier les propriétés hygrosopiques des matériaux d'origine et la perspirance des parois, le recours au béton de chanvre et à un enduit chaux-chanvre se sont imposés.

²⁰ www.rehabilitation-bati-ancien.fr/fr/espace-documentaire/la-huchette-paris-rehabilitation-et-extension-dun-immeuble-de-logements-0





Avant



Après

**Réhabilitation
en béton de chanvre**
La Huchette (75)
©Cyrille WEINER



« La nature hygroscopique du chanvre dote les parois d'une respiration saine et naturelle, évitant l'effet « boîte étanche », et l'inertie apportée par les transferts hygrothermiques au sein de la paroi améliore les confort d'été et d'hiver. Le béton de chanvre permet d'atteindre les objectifs énergétiques les plus ambitieux, sans surenchère particulière au niveau de l'épaisseur des parois. De plus ses performances dépassent actuellement les critères réglementaires d'évaluation des performances thermiques. »



**Cabinet Dumont Legrand
Architectes.**



ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

Les biomasses végétale et animale sont des ressources renouvelables. Parce que ces ressources sont renouvelables, les matériaux biosourcés issus de ces matières premières permettent de préserver les ressources minérales (roches, graviers, sables) et fossiles menacées d'épuisement et dont les procédés d'extraction peuvent générer des nuisances et pollutions environnementales importantes (forages, dragages,...). La vitesse de renouvellement de la biomasse varie d'une ressource à une autre. Elle est généralement plus rapide pour les matières issues de l'agriculture et plus longue pour le bois et autres matières issues de la sylviculture. Par exemple²¹, pour :

- le chanvre et le lin, il s'agit de quelques mois de culture,
- le liège, il faut environ 9 ans de croissance des chênes liège,
- le bois de structure, il faut entre 20 et 30 ans de croissance de l'arbre.

Quel matériau biosourcé privilégier ?

Les temps de renouvellement des ressources sont une donnée essentielle pour les comparer et arbitrer entre elles. Ces données soulignent qu'il est essentiel de jouer sur la complémentarité des matériaux pour ne pas faire pression sur un milieu, notamment la forêt qui joue aussi un rôle environnemental et récréatif indispensable. La grande diversité d'usage des matériaux de construction biosourcés permet d'avoir recours à différentes ressources et de créer des associations intelligentes et performantes. La mixité des matériaux et le recours à des certifications (FSC, PEFC, Bois des Alpes,...) sont donc à privilégier.

Le stockage carbone des matériaux biosourcés

En plus d'être issus de matière renouvelable, les matériaux biosourcés présentent également une capacité de stockage de carbone, un atout considérable. En effet, tout matériau de construction biosourcé stocke du carbone du fait de la photosynthèse de la biomasse végétale. Via la réaction de photosynthèse, les végétaux (biomasse végétale) transforment le CO₂ (dioxyde de carbone) de l'atmosphère en carbone, aussi appelé carbone biogénique.

La photosynthèse se caractérise par l'équation suivante :
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Ainsi, la transformation chimique opérée lors de la photosynthèse induit la création de dioxygène, qui va être réémise dans l'atmosphère, mais aussi la formation de glucose (C₆H₁₂O₆), qui va permettre à la plante d'opérer sa croissance. Le carbone présent dans ce composé fait partie intégrante de la plante. Ce carbone dit « biogénique » est donc le carbone constitutif du végétal, provenant du processus de photosynthèse à partir du CO₂ présent dans l'air. La photosynthèse permet donc de diminuer le stock global de CO₂ de l'atmosphère, et de diminuer la quantité de gaz à effet de serre.

Une fois placé dans le bâtiment, ce carbone est stocké pendant toute la durée de vie du matériau ou du bâtiment, donc sur plusieurs décennies.

C'est autant de carbone de moins dans l'atmosphère qui ne contribue donc pas au réchauffement climatique.

La future réglementation environnementale des bâtiments neufs (RE2020) devra notamment répondre à cet objectif, à savoir diminuer l'impact sur le climat des bâtiments neufs en incitant à des modes constructifs peu émetteurs ou qui permettent de stocker du carbone.

Venant en complément d'une réglementation RT2012 qui a significativement fait progresser les bâtiments neufs en matière de consommation d'énergie et de développement des énergies renouvelables, la RE2020 comportera une dimension environnementale et climatique explicite, en incitant les bâtiments neufs à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre sur leur cycle de vie via un indicateur « Carbone ». Ainsi la singularité des matériaux de construction biosourcés pourrait faire l'objet d'une valorisation dans la future réglementation environnementale RE2020 via des coefficients de pondération sur les émissions de CO₂ puisqu'ils :

- retirent de la circulation atmosphérique du carbone lors de leur croissance par la photosynthèse,
- fixent ce carbone pendant leur durée de vie à l'intérieur des bâtiments, avant de rendre partiellement ou totalement ce carbone à l'atmosphère en fin de vie.

²¹ Trachte, Sophie. *Matériau, matière d'architecture soutenable*. Prom. : De Herde, André

Les matériaux biosourcés et géosourcés faiblement transformés :

- *Valorisent des sous-produits et des déchets de l'agriculture, de l'industrie papetière et de l'industrie du textile*
- *Recyclables voire biodégradables* qui réduisent les quantités de déchets du BTP enfouis ou incinérés en fin de vie*
- *Favorisent des intérieurs sains et confortables*



3.2.6

limiter la production de déchets, développer et consolider des filières de valorisation et de recyclage dans une logique d'économie circulaire



Exemple du gymnase Alice Milliat (69)

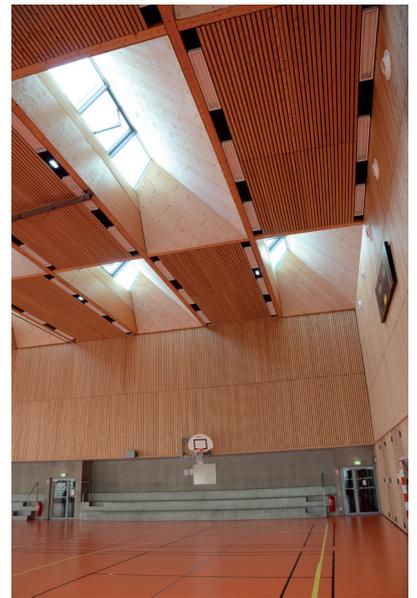
Il existe 5000 bâtiments en paille en France²² dont de nombreux ERP (crèches, écoles, bureaux, gymnases,...). Grâce à la validation des Règles professionnelles de la construction en paille encadrant les règles de mise en œuvre et permettant l'assurabilité de l'ouvrage, le nombre de bâtiment en paille ne cesse de croître. La filière paille française est la plus dynamique d'Europe, on estime à 500 le nombre de nouvelles constructions chaque année.

Réalisé pour le compte de la ville de Lyon dans la ZAC du Bon Lait, le gymnase Alice Milliat²³ en est un exemple. Pensé dans le cadre d'une conception bioclimatique par les cabinets d'architecture Dietrich I Untertrifaller Architectes et Têkhnê Architectes, cet équipement sportif au volume simple est une opération mixte qui associe ossature bois, isolation paille et structure en béton.

Les différents éléments composant la structure, la charpente et les menuiseries intérieures sont en épicea. Les revêtements et les menuiseries extérieures sont quant à elles en mélèze pré-grisé. Les lames d'épicéa ajourées en revêtement intérieur ainsi que l'isolation en bottes de paille intégrés dans l'épaisseur des trames structurelles en bois (caissons d'ossature) contribuent au confort acoustique de ces importants volumes. Les nombreuses ouvertures (grande baie vitrée au RDC, ouvertures en forme de pyramide au niveau de la toiture) permettent à la lumière naturelle d'illuminer sans éclairage direct ces grands espaces et de mettre en valeur le recours aux bois selon des formes atypiques tout en évitant l'éblouissement des occupants.

²² <http://cncp-feuillette.fr/construire-en-paille/>

²³ https://www.dietrich.untertrifaller.com/wp-content/uploads/2018/10/2018_09_ecologik-59_lyon_lp.pdf



Gymnase omnisports
Alice Milliat ZAC Bon Lait
©Dietrich Untertrifaller Architectes



ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

La botte de paille est un matériau aux nombreuses qualités, exploitées depuis plusieurs décennies en France et en Amérique du Nord. Utilisée comme prototype au début du XX^{ème} siècle en France, la "maison Feuillette" à Montargis (45) est restée intacte et représente la plus vieille bâtisse isolée en bottes de paille. Elle fêtera ses 100 ans en 2021 attestant du caractère pérenne de ce mode constructif. Parmi les raisons qui font de la paille un excellent matériau, il est possible de citer les suivantes :

- **Un budget raisonnable** du fait du faible prix de la paille (en moyenne 2 euros le ballot),
- **Une construction simple et rapide en voie sèche,**
- **La paille est un excellent isolant** thermique et phonique du fait de la densité des bottes (densité comprise entre 80kg/m³ et 120kg/m³ assurant une résistance thermique soit de 5,8m².K/W soit de 7,1m².K/W selon que la botte est posée sur chant ou à plat²⁴),
- **La paille, un matériau sain** qui ne dégage ni fibres irritantes ni de composés toxiques (classée A+ pour l'étiquetage des émissions en polluants volatils),
- **La paille ne se décompose pas** si le taux d'humidité lors de la pose est respecté (entre 15 et 20%),

- **Un matériau adapté à la préfabrication** : la construction et l'isolation avec des bottes de paille peut faire l'objet de préfabrication, ce qui permet à la fois d'obtenir un niveau de détail et de finition élevé, de protéger les éléments préfabriqués des intempéries sur chantier et enfin de ne pas générer de nuisances sonores pour le voisinage,

- **Un matériau assurable** : grâce aux travaux du Réseau français de construction en paille (RFCP), ce mode de construction dispose depuis le 28 juin 2011 de règles professionnelles²⁶ approuvées par la Commission Prévention Produit (C2P) de l'Agence Qualité Construction, lui permettant d'être assurable dans des conditions normales et de bénéficier de la garantie décennale notamment. Il est indispensable que la conception et la mise en œuvre respectent les conditions préconisées dans les règles professionnelles avec des professionnels qualifiés ayant suivi des formations spécifiques²⁷ auprès d'organismes accrédités.

- **Une bonne résistance au feu de la paille** : la boote de paille offre une bonne résistance au feu à condition que les bottes utilisées soient correctement compactées (classée B-s1-d0 pour la réaction au feu selon la norme EN 13501-1). L'ensemble des rapports d'essais²⁵ attestant des propriétés (réaction et résistance au feu) sont disponibles sur le site du Réseau français de construction en paille (RFCP),

²⁴ <https://www.rfcp.fr/caracteristiques-techniques/>

²⁵ <https://www.rfcp.fr/recherche-developpement-pv-dessais/>

²⁶ <https://www.rfcp.fr/librairie/regles-professionnelles-de-construction-en-paille-v3/>

²⁷ https://www.rfcp.fr/formations-propaille/?doing_wp_cron=1592208925.2794580459594726562500



*Les matériaux biosourcés et géosourcés
fabriqués à partir de ressources qui ne nécessitent peu
d'intrants chimiques favorisant ainsi la qualité
des sols, de l'eau et la biodiversité...*



Lézard ocellé
©PNR Monts d'Ardèche



3.2.7

Préserver, restaurer et valoriser la biodiversité, les sols et les milieux naturels

Exemple de la pierre sèche: La pierre sèche, une niche écologique !

Un mur en pierre sèche avec une bonne cohésion entre chaque pierre aura entre 16% et 25% de vide. Par conséquent, du fait de ces multiples anfractuosités, un mur en pierre sèche constitue un habitat idéal pour de nombreuses espèces végétales et animales : fourmis, araignées, escargots, papillons, abeilles, reptiles, hérissons, campagnols, chauves-souris et même des oiseaux²⁸. Cette propriété, favorable à la biodiversité, a conduit la commune de Saint-Etienne-de-Serres à réaliser, avec l'appui du Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, un aménagement en pierre sèche pour protéger une espèce emblématique : le lézard ocellé, le plus grand lézard européen, devenu très rare et menacé d'extinction. Des gîtes pour le lézard ocellé ont été inclus au mur en pierre sèche, occupé dès les premières semaines suivant le chantier. Cette technique d'aménagement de gîtes dans des murs en pierres sèches était d'ailleurs utilisée autrefois pour les ruches.

²⁸ Claire CONRU, « Pierre Sèche et Biodiversité », Catalogue 1^{ère} Assises Régionales de la Pierre Sèche Auvergne-Rhône-Alpes [En ligne], http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/catalogue_arps.pdf

ENVIE D'ALLER PLUS LOIN ?

La protection et le maintien de la biodiversité ne sont pas les uniques avantages clefs des constructions en pierre sèche. Pour découvrir tous les atouts de la pierre sèche, vous pouvez consulter le catalogue des assises régionales de la pierre sèche en Auvergne-Rhône-Alpes qui se sont tenu le 7 mars 2019, préparé par la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes en collaboration avec l'École Centrale de Lyon, la Fédération Française des Professionnels de la Pierre Sèche, le CAUE du Puy de Dôme et le PNR des Monts d'Ardèche.



« la pierre sèche est partout et répond tant aux préoccupations viticoles, oléicoles et pastorales, qu'aux préoccupations environnementales – lutte contre le ruissellement rapide, système anti-érosif pour le maintien des terres, niches à biodiversité, pertinence économique au regard de leur coût global : autant de vecteurs favorables pour un développement durable. »

Claire Cornu.



4. Comment agir ?

Après avoir présenté des exemples de mise en œuvre des principes de l'économie circulaire, ce livret conclut en vous proposant quelques points essentiels à prendre en compte pour élaborer vos futurs aménagements sobres et durables.

Au delà des exemples inspirants, l'économie circulaire est avant tout une manière de questionner les modalités de programmation, conception et réalisation des projets, avec comme objectif d'éviter le gaspillage de ressources.

L'économie circulaire est indissociable d'une approche en coût global du projet. Cette approche, à adopter dès la programmation, prend en compte l'investissement initial, la gestion, la maintenance et la fin de vie d'un projet. Elle permet d'optimiser la performance économique tout au long de la vie des bâtiments et des espaces publics tout en minimisant l'impact environnemental. C'est une aide à la décision pour élaborer les cahiers des charges des projets.

Si les solutions restent à inventer, en fonction des spécificités de son territoire, l'intégration de l'économie circulaire à la ville durable doit intervenir dès les phases de diagnostic et de programmation et se poursuivre tout au long du projet. Elle fait partie des grands objectifs d'un quartier durable.

Concrètement :

en amont à la rédaction du cahier des charges et du dépôt du permis de construire :

- réaliser un diagnostic de l'existant et des ressources disponibles sur site et localement,
- identifier les filières locales de matériaux de construction biosourcés et géosourcés,

- prendre contact avec les filières de la construction pour anticiper les conditions techniques d'utilisation des matériaux et les intégrer au cahier des charges,
- identifier les acteurs à mobiliser pour la mise en place de circuits courts et d'une offre de services visant à allonger la durée d'usage des biens (réparateurs, recyclerie...),
- identifier les besoins en consommation collaborative pour mettre en place les services associés (auto-partage, conciergerie...),
- associer les acteurs locaux, les habitants et les usagers,

dans le cahier des charges :

- intégrer des dispositions relatives à l'économie circulaire avec des dispositions telles que la conservation du bâti existant, la mutualisation des espaces et services, la modularité des aménagements et leur adaptabilité dans le temps, des références aux labels et certifications (label d'Etat « Bâtiment biosourcé »,...).

Auteurs

Anissa BEN YAHMED
Nadège DONDEZ
Marie-Jeanne DUROUSSET

**Remerciements
pour leurs contributions**

Catherine JACQUOT
Les services CIDDAE,
HCVD,
MAP et la mission
Communication
de la DREAL
Auvergne-Rhône-Alpes
La DHUP - QC2
Laure TRANNOY
La DHUP - AD4
Thomas ZAMANSKY
et Céline GUICHARD
La DREAL Bretagne
Isabelle LE CORGUILLE
La DREAL Grand Est
Stéphane GUIDAT
La DREAL Hauts-de-France
Romain HANNEDOUCHE

Crédits photos

Arnaud Bouissou
Christophe Camus
Claire Cornus
Thierry Degen
Sylvain Guiguet
Julien Lanoo
Laurianne Lespinasse
Robert Maréchal
Patrick Miara
Cyrille Weiner
Clément Vergely
CAUE Isère
DESO Architecture
Dumont Legrand Architectes
FIBOIS Auvergne-Rhône-Alpes
Moyne Tradition
NAMA Architecture
PNR des Monts d'Ardèche
Ville et Aménagement Durable



OURS



L'économie circulaire, pour (re)penser la ville durable

DREAL Auvergne-Rhône-Alpes

