

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université ABOU BAKR BELKAID Tlemcen

Faculté de technologie

Département d'architecture



## **Polycopié**

Matière : AH916 :

Performance environnementale et innovations technologiques dans le  
bâtiment

**MASTER 2 ARCHITECTURE**

Par

Oussadit Hasna Imene

2023



# Table des matières

Avant-propos .....	
Introduction .....	
<b>Chapitre I : Changement climatique et protection de l'environnement .....</b>	<b>1</b>
1. <i>Introduction</i> .....	1
2. <i>Les causes du changement climatique</i> .....	1
3. <i>Les conséquences du changement climatique</i> .....	3
1. <i>Les changements observés ou prévus sur la planète :</i> .....	3
2. <i>Les changements observés ou prévus sur la société</i> .....	4
3. <i>Les changements observés ou prévus sur l'économie</i> .....	4
4. <i>La lutte contre le réchauffement climatique : c'est quoi ? Comment faire ?</i> .....	5
5. <i>L'empreinte écologique</i> .....	6
6. <i>Les enjeux du développement durable : construire une société plus durable</i> .....	8
7. <i>Conclusion</i> .....	9
<b>Chapitre II : L'urbanisme durable : vers une nouvelle gouvernance urbaine.....</b>	<b>11</b>
1. <i>Introduction</i> .....	11
2. <i>Quelles sont les conséquences actuelles de la croissance urbaine ?</i> .....	11
3. <i>Quelques dates pour fixer les bases d'une « ville durable »</i> .....	13
4. <i>Le développement urbain durable : enjeux et pratiques</i> .....	14
1. <i>Aménagement urbain durable : stratégies, actions et outils opérationnels</i> .....	15
5. <i>La ville dans la transition énergétique</i> .....	19
1. <i>Les réseaux énergétiques :</i> .....	20
2. <i>Les sources d'énergie renouvelables :</i> .....	20
6. <i>L'ilot de chaleur urbain</i> .....	24
1. <i>Définition</i> .....	24
2. <i>Facteurs qui influent sur l'ilot de chaleur urbain</i> .....	25
3. <i>Les conséquences des ilots de chaleur :</i> .....	25
4. <i>Solutions pour lutter contre les ilots de chaleur urbain :</i> .....	25
7. <i>L'éco gestion des ressources naturelles et des déchets dans les villes durables</i> .....	27
1. <i>L'éco gestion de l'eau dans les villes</i> .....	27
2. <i>L'éco gestion des déchets dans les villes</i> .....	29
8. <i>Conclusion</i> .....	32
<b>Chapitre III : Les écoquartiers, une nouvelle façon de concevoir la ville durablement..</b>	<b>33</b>
1. <i>Introduction</i> .....	33
2. <i>Définition</i> .....	33

3. <i>Les objectifs des quartiers durables :</i> .....	34
4. <i>Principes fondamentaux des écoquartiers</i> .....	35
1. <i>Echelle de l'agglomération</i> .....	35
2. <i>Echelle du quartier</i> .....	36
3. <i>Echelle de la rue :</i> .....	36
4. <i>Echelle du bâtiment</i> .....	37
5. <i>Conclusion</i> .....	38
<b>Chapitre IV : L'écoconstruction dans le bâtiment.....</b>	<b>39</b>
1. <i>Introduction</i> .....	39
2. <i>Définition</i> .....	39
3. <i>La pensée cycle de vie :</i> .....	40
4. <i>Les caractéristiques d'une écoconstruction :</i> .....	41
1. <i>Le chantier</i> .....	41
2. <i>L'utilisation des énergies renouvelables :</i> .....	43
3. <i>Le choix des matériaux de construction :</i> .....	43
4. <i>Utilisation des équipements</i> .....	46
5. <i>Les types d'habitation écoconstruction :</i> .....	48
1. <i>La maison BBC :</i> .....	48
2. <i>La maison HQE :</i> .....	48
3. <i>Le bâtiment passive :</i> .....	49
4. <i>La maison positive :</i> .....	50
5. <i>La maison bioclimatique :</i> .....	51
6. <i>Conclusion</i> .....	62
<b>Bibliographie.....</b>	<b>63</b>

## Table des illustrations

<b>Figure 1</b> : Répartition des émissions mondiales de gaz à effet de serre par secteur. Source des données : GIEC, 2014. Source de l'infographie : FAO.....	2
<b>Figure 2</b> : ACV du bâtiment .....	2
<b>Figure 3</b> : Biocapacité et empreinte écologique par région,2005. Rapport planète vivante 2008. Source WWF.....	7
<b>Figure 4</b> : ce qui pèse le plus dans l'empreinte écologique belge .....	7
<b>Figure 5</b> : Graphique : Évolution de l'empreinte écologique mondiale, de 1961 à 2050 (en milliards d'hectares globaux). Source <a href="http://www.le-cartographe.net">www.le-cartographe.net</a> .....	8
<b>Figure 6</b> : Schémas illustrant des noyaux de croissance. D.PRUDENTE, Densité, urbanité, durabilité. Consolidation et construction d'une forme urbaine compacte en marge des centralités. Source URBIA .....	16
<b>Figure 7</b> : Finger plan de COPENHAGUE .....	18
<b>Figure 8</b> : Le solaire photovoltaïque.....	20
<b>Figure 9</b> : Le solaire thermique.....	21
<b>Figure 10</b> : Exemples d'éoliennes à axe vertical.....	22
<b>Figure 11</b> : Principes de fonctionnement de la géothermie .....	23
<b>Figure 12</b> : Schématisation du phénomène d'îlot de chaleur.....	24
<b>Figure 13</b> : Températures issues du guide « Aménager avec la nature en ville » publié par l'ADEME. ....	27
<b>Figure 14</b> : Importance du tri sélectif .....	31
<b>Figure 15</b> : Exemples de bacs à compostage.....	31
<b>Figure 16</b> : trois piliers à la base d'un quartier durable. Source auteur.....	35
<b>Figure 17</b> : Exemples d'aménagements piétons.....	36
<b>Figure 18</b> : Exemples de marquage pour les cyclistes.....	37
<b>Figure 19</b> : Aménagements des espaces extérieurs.....	38
<b>Figure 20</b> : les principales composantes de l'écoconstruction. Source auteur .....	40
<b>Figure 21</b> : Pensée « Cycle de Vie » pour un produit fictif (« cradle to cradle »).....	40
<b>Figure 22</b> : Quelques panneaux de signalisation temporaire .....	41
<b>Figure 23</b> : Principes de base d'un chantier propre. Source <a href="http://www.ffbatiment.fr">www.ffbatiment.fr</a> .....	42
<b>Figure 24</b> : Le tri sélectif dans les chantiers .....	43
<b>Figure 25</b> : L'isolant métisse.....	44
<b>Figure 26</b> : La membrane derbipure .....	45
<b>Figure 27</b> : La brique silico calcaire .....	45
<b>Figure 28</b> : Le parpaing en bois .....	45
<b>Figure 29</b> : La température idéale par espace .....	47
<b>Figure 30</b> : Quelques exemples de maisons BBC .....	48
<b>Figure 31</b> : schéma d'une maison passive.....	50
<b>Figure 32</b> : Principes maison à énergie positive.....	51
<b>Figure 33</b> : principes de base d'une conception bioclimatique.....	52
<b>Figure 34</b> : Répartition des espaces d'une habitation dans une maison bioclimatique.....	53
<b>Figure 35</b> : Stratégie de captage et de distribution de la chaleur .....	54
<b>Figure 36</b> : En haut : Schéma de principe d'un mur trombe, En bas : d'un mur ou façade double peau .....	55
<b>Figure 37</b> : Fonctionnement d'une dalle active.....	56
<b>Figure 38</b> : Fonctionnement d'un puits canadien et provençal .....	56
<b>Figure 39</b> : Quelques exemples de serre bioclimatiques .....	57

<b>Figure 40:</b> Les étagères à lumière dans les bâtiments .....	57
<b>Figure 41:</b> Exemples de façades végétalisées.....	58
<b>Figure 42 :</b> De gauche à droite : façade végétalisée enracinée dans le sol, façade végétalisée reliée au mur, mur végétal.....	58
<b>Figure 43 :</b> Exemples de toitures végétales .....	59
<b>Figure 44 :</b> L'éclairage zénithale dans les maisons .....	59
<b>Figure 46 :</b> Un conduit de lumière pour toiture en pente et toiture plate .....	60
<b>Figure 47:</b> Les types de stores intérieurs .....	60
<b>Figure 48:</b> <i>De gauche à droite : brises soleils verticaux et horizontaux</i> .....	61
<b>Figure 49 :</b> Quelques types de stores extérieurs .....	61
<b>Figure 50 :</b> Photo de panneaux coulissants.....	61
<b>Figure 51 :</b> Façade faite de protection escamotable.....	62
<b>Figure 52 :</b> Des protections naturelles faites d'arbres .....	62

## **Avant-propos**

Le présent document représente un support pédagogique du cours intitulé « performance environnementale et innovations technologiques dans le bâtiment » administré aux étudiants de master 2 en architecture, option Architecture, Environnement et Technologies.

Ce polycopié aborde l'importance des enjeux environnementaux, sociaux mais aussi économiques auxquels fait face de nos jours la planète, se trouvant au cœur de nos modes de productions et de vie. Il permet d'acquérir toutes les données et les informations nécessaires à l'élaboration d'une connaissance cohérente et riche dans la thématique du développement durable et sa relation avec l'urbain et le bâtiment, en sensibilisant les étudiants aux nouveaux apports des innovations technologiques à l'architecture.

Il a pour objectifs donc de :

- Proposer des définitions des différents concepts liés au thème du réchauffement climatique, développement durable, des villes durables et des écoconstructions.
- Prendre conscience et d'intégrer une méthodologie spécifique à chaque projet en matière de durabilité dans les bâtiments.
- Initier les étudiants aux nouveaux matériaux et à la performance énergétique des bâtiments.
- Disposer des connaissances nécessaires afin de respecter d'avantage notre environnement.

## Introduction

Nous ne pouvons aborder aujourd'hui le thème de l'architecture, sans aborder l'écologie et tous les enjeux environnementaux, sociaux et économiques que cela engendre. En effet, depuis toujours l'architecture est considérée comme l'art de concevoir et de construire des édifices tout en respectant des règles de construction, en favorisant l'intégration harmonieuse des bâtiments à leurs environnements. Cette intégration à l'environnement se doit de valoriser avant tout le bien être, la santé et le confort des occupants. Cette tendance à réunir architecture et nature est une réalité dont fait face de nos jours bâtiments mais aussi villes ; dont l'objectif principal est d'arriver à comprendre et à intégrer l'espace comme élément architectural supplémentaire.

Intégrer la dimension durable dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme est la responsabilité de tous les acteurs ; architectes, urbanistes, élus, économistes, sociologues, scientifiques mais aussi citoyens, se doivent aujourd'hui de promouvoir des solutions et des gestes en harmonie avec les considérations économiques, sociales, environnementales et culturelles qui définissent l'ouvrage durable.

Pour mieux répondre aux attentes de la société et aux enjeux généraux de la planète, cette symbiose entre architecture et développement durable, doit concilier entre exigences des individus et contraintes collectives d'une part, et rôle du bâti et contraintes de l'environnement et de l'économie d'une autre part, en prenant en compte les préoccupations des générations futures. En ce sens, c'est ce qu'estime Stéphanie Chastel, architecte fondatrice de Mudd Architects<sup>1</sup>, et considère que « *le retour aux besoins fondamentaux des gens peut nous donner des indices pour améliorer l'architecture actuelle* ».

---

<sup>1</sup> **MuDD** architects propose des solutions pour l'architecture durable, les rénovations de façades, les systèmes de logement durables utilisant des matériaux naturels locaux et de nouvelles technologies, y compris les drones.



# Chapitre I : Changement climatique et protection de l'environnement

## 1. Introduction

La planète terre cours aujourd'hui un grave danger, plusieurs signes inquiétants apparaissent et cela depuis la période de la révolution industrielle à nos jours. L'ampleur des problèmes écologiques et environnementaux auxquels on assiste, est intimement liée au processus de développement économique et social des pays du monde. En effet, la croissance et l'activité économique d'un pays sont profondément liées aux consommations d'énergie ; Il est donc indispensable de « maîtriser la consommation énergétique » dans les pays industrialisés afin de palier à ce changement climatique auquel on assiste. A cela s'ajoute, la surexploitation des mers et océans, la surexploitation forestière, la surexploitation des réserves d'eau douce, mais aussi les transports routiers, le chauffage et les activités agricoles qui sont devenus les principaux responsables de la pollution de l'air.

La notion de « développement durable » est celle qui définit cette nécessité de transformation et de changement dont a besoin notre planète et ses habitants vers un monde plus équitable, en favorisant la gestion optimale des ressources humaines, naturelles et financières et tout en respectant l'environnement.

## 2. Les causes du changement climatique

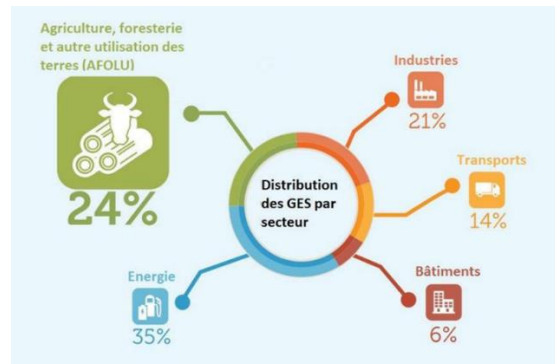
Le réchauffement climatique, ou réchauffement planétaire, est le phénomène d'augmentation des températures moyennes océaniques et atmosphériques, du fait d'émissions de gaz à effet de serre excessives. Il correspond donc, à une modification durable des paramètres statistiques du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux<sup>2</sup>, définition donnée au changement climatique. Lorsque les scientifiques abordent le thème du réchauffement climatique, ils parlent surtout de l'augmentation des températures liées à l'activité industrielle et notamment à l'effet de serre : on parle donc parfois du réchauffement climatique dit "d'origine anthropique". Ce sont donc principalement les émissions de gaz à effet de serre (ou GES) d'origine humaine qui influencent le climat et le réchauffement climatique.

L'effet de serre est ce phénomène naturel de la basse atmosphère, qui contribue à retenir une partie de la chaleur solaire reçue à la surface de la Terre et à maintenir l'équilibre thermique de la planète, donc essentiel à la vie sur terre. Malheureusement aujourd'hui, le taux élevé des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère d'origine humaine (dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, Méthane CH<sub>4</sub>, Protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O) piège les rayons infrarouges réfléchis et les emprisonnent dans l'atmosphère ce qui entraîne le réchauffement de la planète. Le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> représente 2/3 des émissions des GES (essentiellement par la combustion des énergies fossiles), et son taux a augmenté de 30% depuis le début de la révolution industrielle.

---

<sup>2</sup> Isabelle Roussel, Helga-Jane Scarwell. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE.  
<https://books.openedition.org/septentrion/15016?lang=fr>

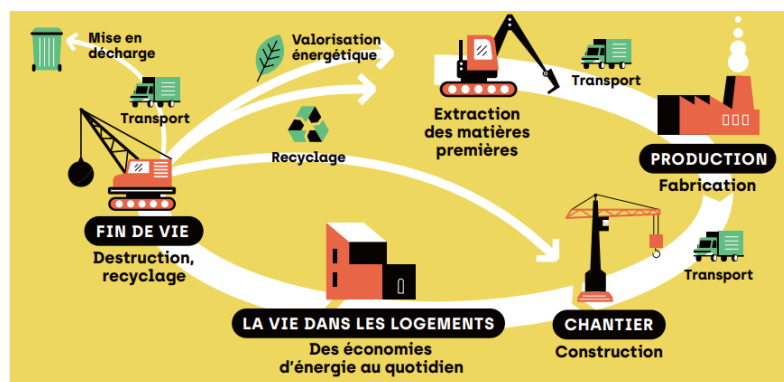
C'est en consommant des énergies comme le charbon, le gaz ou le pétrole pour produire de l'électricité ou de la chaleur, ou alimenter les moteurs de nos voitures, de nos machines et de nos moyens de transport qu'on contribue aux émissions du CO<sub>2</sub>, et participent ainsi au réchauffement de la planète.



*Figure 1 : Répartition des émissions mondiales de gaz à effet de serre par secteur. Source des données : GIEC, 2014. Source de l'infographie : FAO*

Le bouleversement des écosystèmes est aussi source d'émissions de CO<sub>2</sub> : la déforestation, l'acidification des océans, ou encore l'élevage, l'agriculture et les cultures en milieux humides comme la riziculture, sont des activités qui ne font qu'augmenter les émissions des gaz à effet de serre. Par exemple, lorsque l'on coupe des arbres, comme dans les forêts vierges, on affaiblit le potentiel des écosystèmes à stocker du CO<sub>2</sub> et on favorise ainsi le réchauffement climatique. Nous polluons aussi les océans par le CO<sub>2</sub> qu'on rejette dans l'air, ce qui provoque le changement de la composition chimique de l'eau et donc la diminution de son PH.

A cela vient s'ajouter la consommation énergétique dans le secteur des bâtiments résidentiels, des immeubles collectifs et tertiaires, qui génèrent un taux important de gaz à effet de serre, que se soit dans la construction neuve ou dans la rénovation. Le vrai défi à relever de nos jours, est d'arriver à décarboner le secteur du bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie ; de l'extraction des matières premières, en passant par le transport ou la distribution, le chantier ou la construction, jusqu'à l'exploitation, et enfin la fin de vie ou la démolition. C'est dans cette même optique et afin de lutter contre le réchauffement climatique qu'il est désormais nécessaire d'analyser **le cycle de vie du bâtiment dans sa globalité**, et d'évaluer les impacts environnementaux sur tout son cycle de vie.



*Figure 2 : ACV du bâtiment*

### *3. Les conséquences du changement climatique*

On fait face aujourd'hui à une hausse des températures (maximales et minimales), qui se fait sentir dans les quatre coins du globe. Cette augmentation bouleverse les conditions climatiques et perturbe les écosystèmes ainsi que les équilibres naturels qui peuvent engendrer de nombreux risques pour l'espèce humaine et toutes autres formes de vie sur terre. Les risques liés au changement climatique dépendent de :

- L'ampleur et la vitesse du réchauffement.
- L'emplacement géographique.
- Les niveaux de développement et de vulnérabilité de chaque zone.
- La mise en œuvre de stratégies d'adaptation et d'atténuation.

En nous basant sur les trois dimensions principales abordées dans la démarche du développement durable<sup>3</sup>, on peut classer les conséquences du réchauffement climatique en trois parties :

#### *1. Les changements observés ou prévus sur la planète :*

- Modification de l'équilibre thermique de la terre : Les journées chaudes ainsi que les vagues de chaleur se multiplient, on remarque aussi une hausse des températures minimales.
- Evènements climatiques extrêmes : vagues de chaleur, cyclones, sécheresses, feux de forêts...
- Changements dans les précipitations : plus les océans se réchauffent plus le taux d'humidité augmente, plus les vents se renforcent et plus les précipitations torrentielles s'accroissent.
- La fonte des glaciers : la cryosphère (glaces et neiges continentales et montagneuses) fond progressivement diminuant les surfaces de haute réflectivité solaire et amplifiant ainsi le réchauffement, d'après le rapport de GIEC<sup>4</sup> la surface de la Banquise s'est diminuée de 11% sur les 30 dernières années.
- élévation du niveau de la mer et montée des océans : la fonte des calottes glaciaires a pour conséquence l'élévation du niveau des mers ; certaines régions littorales pourraient être submergées.
- Une destruction et une diminution des écosystèmes : La biodiversité est la variabilité dans les écosystèmes ; Le but c'est la préservation et la sauvegarde de l'évolution des espèces dans l'espace et dans le temps. Avec le dérèglement climatique, on observe l'extinction de certaines espèces végétales et animales, dont la survie se voit menacée.

---

<sup>3</sup> L'intégrité de l'environnement, L'équité sociale, L'efficacité économique.

<sup>4</sup> Le GIEC ou Groupe International d'Experts sur le Climat, est créé en 1988 avec pour objectif d'étudier l'évolution du phénomène de réchauffement climatique et ses conséquences. Le GIEC rend son premier rapport en 1990, puis plusieurs autres périodiquement jusqu'à son dernier rapport en 2014.

## 2. *Les changements observés ou prévus sur la société*

- La pénurie alimentaire et les crises d'eau : et donc des problèmes d'approvisionnement en nourriture, qui s'explique par le changement climatique et les phénomènes météorologiques extrêmes.
- Explosion de la pauvreté : Les catastrophes d'ordre météorologiques peuvent causer la destruction de maisons et donc de moyens de subsistance, ou comme la chaleur qui peut rendre le travail difficile en extérieur.
- Une forte pression migratoire ou les réfugiés climatiques : Chaque année, les catastrophes liées aux conditions météorologiques entraînent le déplacement de 23 millions de personnes et les rendent encore plus vulnérables à la pauvreté<sup>5</sup>, ce qui engendre une instabilité géopolitique dans certaines zones.
- Recrudescence de pandémies (paludisme, maladies diarrhéiques...) : le changement climatique constitue une menace pour la santé humaine ; résultant des contaminations des eaux, ou encore de la qualité de l'air et de l'ozone.
- Vulnérabilité des infrastructures : chaussées fissurées, ouvrages d'art et routes détruits par des crues... Avec les changements climatiques actuels, notre réseau de transport, basé sur des systèmes de construction et des données climatiques anciennes, est vulnérable et susceptible de se dégrader dans les années à venir.

## 3. *Les changements observés ou prévus sur l'économie*

- La productivité et la viabilité de tous les secteurs économiques se verra perturber par les changements climatiques : comme pour le secteur de l'agriculture ou du tourisme.
- L'industrie de l'assurance se voit aussi touché par les dérèglements climatiques, où les pertes assurées ont explosé pour augmenter de 15 fois en terme réel.
- Certaines entreprises ou PME devraient être touché conséquence d'activités commerciales perturbées, chaînes d'approvisionnement affectés, ou routes dégradées.
- L'énergie : les phénomènes météorologiques extrêmes pourront avoir un impact sur les réseaux de distribution énergétique aérienne, mais aussi les sous-stations ou les transformateurs.

Aujourd'hui la démographie, la demande croissante en ressources énergétiques, les différentes pollutions de l'air et de l'eau, ainsi que la perte et la dégradation de la biodiversité mènent à une détérioration de la qualité de vie des populations, et à une disparition massive des espèces végétales et animales.

---

<sup>5</sup> <https://news.un.org/fr/story/2021/04/1094462>

#### *4. La lutte contre le réchauffement climatique : c'est quoi ? Comment faire ?*

Face à toutes ces perturbations que nous vivons, ces conflits, ces changements climatiques et ces inégalités croissantes, il faut réagir et chercher un nouveau mode de développement alternatif, ainsi qu'une nouvelle voie de croissance qui garantira la préservation des ressources naturelles tout en visant une amélioration de la qualité de vie des populations. Aujourd'hui, de plus en plus d'Etats dans le monde ont pris conscience de la nécessité d'agir pour lutter contre le réchauffement climatique. À la COP21 en 2015, la quasi-totalité des pays de la planète se sont mis d'accord pour mettre en place un plan de lutte contre le réchauffement climatique<sup>6</sup>. C'est logique, puisque ce sont ces émissions qui induisent le réchauffement climatique. Moins d'émissions de CO<sub>2</sub>, c'est donc moins de réchauffement climatique. C'est donc le principal moyen dont nous disposons pour trouver une solution à ce problème ; il est donc crucial de s'attaquer avant tout aux causes du changement climatique en maîtrisant les émissions nettes des GES.

Il est nécessaire aussi de s'adapter à ce changement climatique et aux changements déjà engagés, afin de limiter les effets sur les activités socio-économique et sur la nature, et ainsi anticiper les impacts et limiter les dommages éventuels. Un programme de développement durable à l'horizon 2030, a été mis en place par les Nations Unies en vue de favoriser la dignité, la paix et la prospérité des populations et de la planète aujourd'hui et dans le futur. Certains pays ont commencé à concrétiser ce plan d'action mondial par le biais de stratégies et de plans nationaux de développement<sup>7</sup>.

Il est également temps de changer de modèles de sociétés, et de mode de vie pour aller vers plus de sobriété ; ce qui implique de changer nos habitudes de consommation vers une consommation plus durable, plus écologique et plus responsable. De faire évoluer nos politiques de transport, et de les inscrire à long terme, vers des transports plus respectueux de l'environnement et moins polluant. Il faut aussi privilégier une économie locale et donc les circuits courts, c'est ainsi qu'on limitera l'empreinte carbone, et participera au dynamisme d'une région. L'unique solution reste donc de changer nos modes de consommation et d'alimentation, de transport et enfin de production ; il existe aussi des gestes simples et quelques actions du quotidien afin de lutter contre le réchauffement climatique et baisser ainsi notre empreinte carbone.

---

<sup>6</sup> La **COP** est une conférence internationale sur le climat qui réunit chaque année les pays signataires de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC). L'édition 2015 (COP21) a été organisée par la France. L'Accord de Paris qui y a été adopté marque un tournant dans la lutte contre le réchauffement climatique puisqu'il engage tous les pays du monde à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et à maintenir le réchauffement sous la barre des 2°C d'ici à 2100.

<sup>7</sup> Voir la Résolution adoptée par l'Assemblée générale le 25 septembre 2015 « Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030 » <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/90/PDF/N1529190.pdf?OpenElement>

## 5. *L'empreinte écologique*

L'empreinte écologique ou empreinte environnementale, est un indicateur qui sert à mesurer l'impact de l'homme sur l'environnement et comptabiliser la pression qu'il exerce sur la planète ; C'est donc la surface nécessaire pour subvenir aux besoins des populations, mais aussi la surface nécessaire pour assimiler les déchets générés. Pour le professeur britannique *Colin Fudge*, l'empreinte écologique est « la superficie géographique nécessaire pour subvenir aux besoins d'une ville et absorber ses déchets ».

Elle correspond à la surface nécessaire pour les constructions, à celle des forêts utilisées pour la production de bois et de papier, des forêts qui seraient nécessaires pour absorber les émissions de CO<sub>2</sub>, aux champs cultivés, aux pêcheries, et aux pâturages. Cette surface virtuelle et qui traduit une réalité très concrète se calcule en hectares globaux (Hag), où deux concepts sont pris en compte dans son calcul : la **biocapacité** et l'**activité humaine**.

La biocapacité, ou la capacité biologique, c'est les capacités de la planète à produire des ressources renouvelables tels que l'eau et la terre, ainsi qu'à les régénérer et à absorber les rejets. C'est donc toute surface « biologiquement productive » ou « surfaces bio productives ». La biocapacité d'un pays, correspond à toutes les zones « bio productives » de cette région, elle couvre :

- Les terres arables : Terre qui peut être labourée et cultivée.
- Les pâturages.
- Les zones de pêches côtières.
- Les forêts.
- Les zones urbanisées.

La biocapacité est la mesure par laquelle l'empreinte écologique est comparée directement.

Les activités humaines, quant à elles, c'est toutes les ressources consommées et les déchets engendrés ; c'est donc les matières premières, l'eau, la terre, les gaz rejetés ou encore les ressources nécessaires pour se déplacer ou se loger. Plus un être humain consomme, plus il utilise de ressources naturelles, et plus il pollue. A cet effet, dans un monde où la population ne cesse de croître, plus l'empreinte est large, plus on s'éloigne de l'idéal de durabilité et de soutenabilité. C'est donc grâce à l'empreinte écologique qu'on pourra quantifier la durabilité, et évaluer la quantité existante de terres et d'espaces maritimes « bio productives » sur terre, et calculer par conséquent la quantité de ressources nécessaires pour chaque être humain.

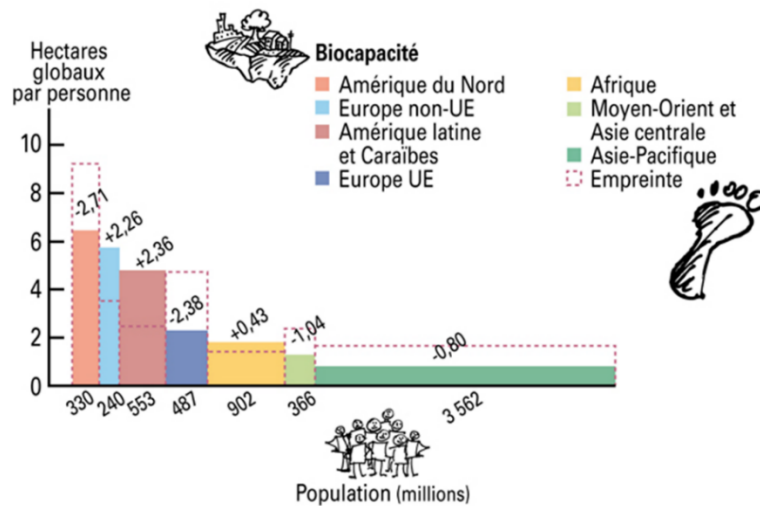


Figure 3 : Biocapacité et empreinte écologique par région, 2005. Rapport planète vivante 2008. Source WWF

La figure ci-dessus, résume la répartition de la biocapacité et de l’empreinte écologique par continent ; En effet, tous les pays n’exercent pas la même pression sur notre planète, certains pays dépassent largement leurs biocapacités, tandis que d’autres n’atteignent pas leurs biocapacités disponibles. L’empreinte écologique totale d’un pays est déterminée par l’empreinte moyenne de chacun de ses habitants et par la taille de sa population. Si des pays ont une empreinte élevée, au-dessus de leur capacité, on dit qu’ils ont une dette écologique ; cela veut dire, qu’ils consomment beaucoup de ressources que celles-ci ne se régénèrent chaque année, qu’ils importent des ressources d’autres pays, ou qu’ils produisent trop de déchets.

On peut remarquer dans la figure qu’un habitant vivant dans l’union européenne, consomme plus de deux fois que sa propre biocapacité, alors que l’empreinte moyenne d’un habitant d’Amérique latine atteint la moitié de la biocapacité régionale disponible. L’empreinte écologique d’un habitant d’Afrique (1,4 ha) se rapproche de la biocapacité du continent (1,8 ha).

Un autre exemple peut être cité, celui de la Belgique, qui est un petit pays mais fortement peuplé. Si on divise la superficie de la Belgique par le nombre d’habitants, on se rend compte que l’espace disponible est de 1,1 ha par personne. Alors qu’en réalité, l’empreinte atteint 5.1 hag : La Belgique a donc, un « déficit écologique » de 4 ha globaux par personne.

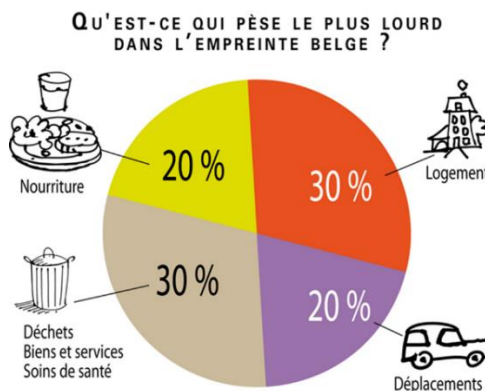
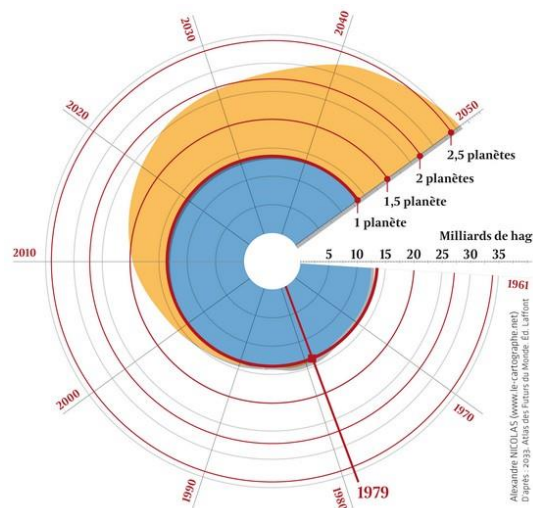


Figure 4 : ce qui pèse le plus dans l’empreinte écologique belge

En conclusion, nous consommons plus de planète que la planète elle-même : 1,7 c'est le nombre de planète qu'il faudrait pour subvenir aux besoins de tous les hommes. En d'autres mots, si chacun de nous avait le même mode de consommation qu'un Américain moyen, nous aurons besoin de 5 planètes bio-productives afin de subvenir à nos besoins en matière de nourriture, de logements, d'eau, de vêtements... Si on calcule l'ensemble des ressources disponibles sur Terre et qu'on divise par la population mondiale, chaque être humain dispose théoriquement de 1,9 hectare. Certains pays dépassent de loin leur empreinte écologique, citons à titre d'exemples, la France qui a une empreinte écologique presque 3 fois supérieure au seuil de durabilité mondiale (5,26 ha/hab. contre 1,9 ha/hab.), ou encore le Qatar qui atteint 8 fois le seuil de durabilité (14,70ha/hab. contre 1,9 ha/hab.).

Tous les pays industrialisés et les plus pollueurs exercent une pression sur l'environnement nettement supérieure au seuil de durabilité écologique, et par conséquent il est important et primordial de réduire notre empreinte écologique en reconsidérant notre mode de vie et de consommation.



**Figure 5 :** Graphique : Évolution de l'empreinte écologique mondiale, de 1961 à 2050 (en milliards d'hectares globaux). Source [www.le-cartographe.net](http://www.le-cartographe.net)

### **6. Les enjeux du développement durable : construire une société plus durable**

Presque tous les pays du monde ont pris aujourd'hui conscience de l'importance d'infléchir un nouveau modèle économique, sociale et environnemental afin d'affronter de nouveaux enjeux qui ne nous apparaissaient pas déterminants il y a peu d'années encore. La question du réchauffement climatique est la plus sensible mais s'y ajoutent à cela : la préservation de notre patrimoine environnemental (biodiversité), l'équilibre social entre territoires riches et pauvres et la préservation des ressources naturelles non renouvelables.

Les trois enjeux du développement durable, à savoir l'environnement, l'économie et la société, se trouvent dans tous les aspects de notre vie quotidienne : c'est la façon dont nous consommons et donc dont nous engendrons des déchets, c'est la façon dont nous agissons au quotidien pour préserver notre santé, c'est aussi toutes les ressources que nous utilisons pour nous chauffer,



nous éclairer et nous nourrir. D'un autre angle, c'est comment nous concevons notre vie en communauté, c'est donc toutes nos institutions, nos associations, mais aussi la façon dont nous participons à la vie politique et démocratique, et tous les choix politiques, culturels, et sociaux que nous nous exigeons collectivement.

Le 1<sup>er</sup> défi consiste donc à préserver l'environnement, en économisant d'abord et en préservons nos ressources naturelles qui se raréfient de jour en jour. Il s'agit ensuite de protéger la biodiversité, c'est-à-dire maintenir la variété des espèces animales et végétales pour préserver les écosystèmes ; Il est important de souligner que les sachets en plastique jetés dans la nature mettent de 100 jusqu'à 1000 ans à se détériorer, le verre 4000 ans, et les filtres de cigarette 2 ans. Eviter ensuite les émissions de CO2 pour lutter contre le réchauffement climatique. Et enfin, gérer et valoriser les déchets.

Le 2<sup>ème</sup> défi est celui de favoriser la cohésion sociale, en luttant contre l'exclusion et les discriminations, c'est-à-dire respecter et protéger les personnes les plus faibles (en situation de handicap, âgées, minoritaires...), et donner l'accès aux droits sociaux pour tous. Favoriser donc la solidarité, et renforcer les liens sociaux. Contribuer aussi au bien-être des populations, en leur facilitant l'accès à l'éducation, au logement et aux soins, c'est lutter ainsi contre la pauvreté. Et enfin valoriser les territoires et les ressources locales.

Le 3<sup>ème</sup> et dernier défi exige de promouvoir une économie responsable et solidaire, pour que la croissance économique de chaque région soit tournée vers l'intérêt général. Il s'agit de développer des procédés commerciaux innovants et éthiques pour mieux répartir les bénéfices et les richesses de façon plus équitable, comme le commerce équitable, le microcrédit, ou le micro-don. Intégrer aussi le coût sociale et environnemental dans tous produits. Et enfin faire appel à une économie circulaire ou économie verte ; une économie qui fonctionne en boucle fondée sur l'écoconception des produits, et qui consiste à limiter la consommation, et le gaspillage des matières premières et des énergies fossiles.

## ***7. Conclusion***

Pour qu'une évolution des comportements humains soit réellement positive et durable, elle doit tenir compte de chacun. Au-delà de la protection de la biodiversité et des équilibres naturels, des changements doivent se mettre en place ayant comme objectif l'éradication de la pauvreté, et des méthodes de travail plus collectives, et plus transversales. Cette responsabilité est donc globale mais renvoie à une implication individuelle et locale, il s'agit donc d'agir localement, mais de penser globalement.

La première des valeurs du développement durable est donc la responsabilité de chacun de nous dans ses actes ; la deuxième valeur concerne la solidarité à l'intérieur des populations, avec les contemporains aussi bien qu'avec les générations futures. La valeur essentielle reste celle de la préservation des ressources naturelles et écologiques.

C'est dans ce sens que l'architecte doit pouvoir orienter le client vers une construction durable, qui aura pour objectifs réduire l'impact négatif du bâtiment sur son environnement et de prendre soin de la qualité de vie des utilisateurs.

## **Chapitre II : L'urbanisme durable : vers une nouvelle gouvernance urbaine**

### ***1. Introduction***

L'évolution des territoires est marquée par une importante croissance urbaine, et cela depuis l'aire de la révolution industrielle à nos jours. Aujourd'hui, plus de 70% de la population mondiale vit dans les villes, d'où les nombreux problèmes auxquels la ville fait face. Elles attirent les gens souhaitant améliorer leurs conditions de vie. Les citoyens ont ainsi plus facilement accès aux soins médicaux, aux emplois et aux carrières, aux événements culturels et sociaux. Mais il y a nécessité d'agir aujourd'hui face à une situation alarmante, et qui ne cesse d'évoluer.

Les villes sont des pôles d'activité et d'interactions. Elles sont le moteur de l'économie, fournissant emplois et services, et peuvent être considérées comme des catalyseurs de la créativité et de l'innovation dans tous les pays ; Leur bon fonctionnement, est par conséquent un axe majeur de développement, mais cela à quel prix ?

Nombreuses sont les villes qui doivent faire face de nos jours à un développement et à une croissance non contrôlée, liés au gigantisme de ces villes et à leurs très grands nombres d'habitants. C'est pourquoi l'importance de mettre en place une stratégie cohérente pour gérer plus efficacement les villes, et pallier ainsi aux problèmes qu'elles rencontrent.

### ***2. Quelles sont les conséquences actuelles de la croissance urbaine ?***

Dès le début de la révolution industrielle les villes ont connu un développement sans précédent, attirant à chaque fois de nouveaux citoyens à la recherche d'emplois, et d'un meilleur cadre de vie. Cette tendance ne va pas cesser et donc devra se poursuivre, ce qui engendra dans le futur un nombre d'habitants encore plus important au sein des villes. Demandant une planification constante et une démarche encadrée par des régulations sociales et environnementales, il est important de réfléchir aujourd'hui à l'organisation des villes et à comment y remédier aux problèmes rencontrés.

Dans plusieurs pays développés ou en voie de développement, les centres urbains vivent une croissance fulgurante causant des problèmes, nous citons à titre d'exemples :

- Un volume de transport et une consommation d'espace en croissance.
- Des changements climatiques inquiétants.
- Un épuisement des ressources naturelles.
- Des risques sanitaires accrus et une santé publique préoccupante.
- Une pauvreté et une exclusion sociale grandissante.
- Une biodiversité et des ressources naturelles menacées.
- Une population vieillissante.

Rajouté à cela une explosion démographique, et un exode rural qui aura pour conséquence de rendre les infrastructures, l'offre du marché du travail et la disponibilité des logements insuffisants. Certaines causes tels que l'activité humaine et la déforestation sont à la base aussi de la pollution de l'environnement ; et ont des conséquences graves sur qualité de vie des citoyens.

Une urbanisation excessive et non contrôlée peut engendrer plusieurs risques, et il peut en résulter des conséquences diverses en termes d'organisation spatiale, en matière d'environnement et d'économie. Parmi les nombreuses conséquences négatives en relation avec les sociétés, est la ségrégation urbaine ou l'apparition de quartiers de différentes classes de la société, et qui s'explique par l'apparition de l'habitat informel et précaire. De plus celle-ci a entraîné une généralisation de la pauvreté, vue que son évolution a été généralement plus rapide que le développement économique et sociale. La croissance urbaine reliée à l'explosion démographique, est l'un des principaux déterminants de la santé et de l'hygiène de la population ; les effets sur la santé se font sentir sous formes de « maladies psychosociaux » ou de stress.

D'autres conséquences sont apparues face à cette urbanisation rapide, comme celle de la fragilisation et de la dégradation des sols dus aux activités anthropiques, comme la déforestation, l'agriculture intensive, le surpâturage, le grignotage des terres agricoles, l'artificialisation des sols ou encore la pollution industrielle<sup>8</sup>. La terre devenue plus aride est sujette à la sécheresse, à l'érosion, aux incendies et à la désertification ; ainsi que la pollution de l'air causé par la destruction et l'abattage des arbres absorbent des gaz atmosphériques. Les surfaces cultivables dans le monde, sont une ressource en constante diminution vu l'explosion démographique que nous vivons ; d'où l'importance de la conservation des sols à l'échelle mondiale.

L'augmentation des mobilités est aussi une conséquence sérieuse auxquelles font face les villes d'aujourd'hui ; Cette forte augmentation des déplacements ne fait qu'accroître les émissions de gaz à effet de serre. Par ces déplacements, on entend les mobilités longue distance comme celle qu'on effectue pour un motif de voyage ou de loisirs, en utilisant le véhicule, l'avion ou le train ; ou encore les mobilités courte distance, qu'on effectue pour un motif professionnel ou personnel, scolaire ou de loisirs en utilisant les véhicules particuliers, ou les transports en commun. La mobilité urbaine est donc un enjeu crucial aujourd'hui, à laquelle des solutions crédibles doivent être apportées, afin de diminuer les rejets des gaz à effet de serre.

Aujourd'hui la liste des conséquences de cette croissance urbaine non maîtrisée, ne cesse de s'allonger, vue que plus d'une personne sur deux, vit dans la ville.

---

<sup>8</sup> Clément Mathieu. Combien de sols dégradés en France et dans le monde, Mondes et Cultures, 2015, LXXV, 1-4, 412-425, Acad. des Sc. d'Outre-mer, Paris.

### ***3. Quelques dates pour fixer les bases d'une « ville durable »***

C'est en juin 1992, à Rio de Janeiro au Brésil, lors de la « Conférence des Nations Unies sur l'environnement », connue aussi sous de Sommet « planète Terre », que le thème de la ville durable fut abordé. En effet, cette conférence fut l'occasion pour 175 Etats, de débattre de l'avenir de la planète, de la préservation d'espèces animales et végétales en voie d'extinction (biodiversité), de la sauvegarde de biotopes, et de mobiliser tout le monde afin de parvenir à un nouveau système économique engendrant une croissance et un développement durable dans tous les domaines et dans tous les pays. C'est lors aussi de cette même conférence que le principe de l'« Agenda 21 » fut officialisé.

Mais c'est en 1994, lors de la première « conférence européenne sur les villes durables » (Aalborg, 1994) et qui a débouché sur la rédaction et la signature de « la Charte d'Aalborg », que des objectifs cruciaux sur les villes et la croissance urbaine ont pu être abordés. Basée sur des principes opposés à ceux de la Charte d'Athènes (1933), elle constitue un texte court qui marque l'engagement des villes européennes vers la durabilité et leur volonté d'établir des « Agendas 21 locaux ». Plus de 2550 villes ont signé la charte et se sont engagées moralement à établir un agenda 21 (ou action 21) ; un diagnostic concerté et un plan d'actions concrètes visant à appliquer les principes du développement durable. Les objectifs visés étaient de :

- Construire une justice sociale, des économies durables et un environnement viable ;
- Défendre la négociation comme méthode de résolution des problèmes ;
- Assurer une mobilité urbaine et un aménagement du territoire durables ;
- Prévenir l'atteinte des écosystèmes ;
- Assurer l'autogestion et la participation des collectivités aux plans locaux.

L'Agenda 21 implique donc, une nouvelle culture technocratique basée sur un partage des connaissances, des pouvoirs et des responsabilités ; une approche plus transversale initiée par une démarche globale mais pour une collectivité locale.

En 2004 a eu lieu la conférence « Aalborg+10 », dont l'objectif a été de pousser les villes signataires de la précédente charte d'Aalborg à adhérer leurs engagements par la signature des Engagements d'Aalborg, une valeur plus contraignante que l'adhésion à la charte : Aalborg+10 – inspiring futures.

D'autres chartes auront lieu par la suite, comme la charte de « Leipzig sur la ville européenne durable » en 2007, ou encore la conférence à Dunkerque : "Ville durable, Ville de Demain" en 2010.

#### 4. Le développement urbain durable : enjeux et pratiques

La réflexion sur la ville durable est née selon C. EMELIANOFF<sup>9</sup> d'une relecture critique des évolutions urbaines contemporaines : l'étalement urbain, le fonctionnalisme, l'urbanisme extensive, la dépendance automobile et le zonage induisant un usage abusif des ressources non renouvelables et la pollution de la biosphère. On remarque clairement que le développement urbain durable remet en cause les anciennes pratiques constructives, politiques, et productives. L'architecture de demain doit servir un développement qualifié de durable, elle doit concilier plus que jamais les aspirations des individus et les contraintes collectives dans une pratique qui prend aussi en compte l'intérêt des générations futures<sup>10</sup>.

De multiples définitions et formes ont été attribuées à la ville durable et par différents chercheurs, chacun selon sa spécialité et son domaine d'intervention. Nous citons à cet effet quelques exemples de définitions :

*« Une ville durable est une ville capable de se maintenir dans le temps en gardant une identité et son dynamisme, capable aussi d'offrir une qualité de vie en tous lieux dans une mixité sociale et fonctionnelle, capable enfin de se réapproprier un projet politique, à la recherche d'un équilibre sur le plan écologique et social vis-à-vis du territoire et de la planète ».*

Cyria Emelianoff

*« Une ville durable est une ville dans laquelle les habitants et les activités économiques s'efforcent continuellement d'améliorer leur environnement naturel, bâti et culturel au niveau du voisinage et au niveau régional, tout en travaillant de manière à défendre toujours l'objectif d'un développement durable global ».*

Graham Haughton<sup>11</sup>

Pour Corinne JAQUAND architecte, elle, considère la ville durable comme une ville compacte, avec des typologies d'habitat intermédiaire plutôt que des maisons individuelles, un espace public partagé pour l'automobile et les circulations dites « douces », et une vraie limite urbaine. Pour elle, Cela nécessite un urbanisme soucieux de mixité et d'usages au quotidien, plutôt qu'un urbanisme de zonage.

Et enfin, B. BOUCHET<sup>12</sup> pour sa part définit la ville durable en étant « celle qui favorise et développe une forme urbaine dont la construction et le maintien exigent un minimum de ressources, en mettant l'accent sur l'utilisation efficiente de l'énergie, de l'eau et des matériaux et sur la récupération et l'utilisation des déchets ».

De nouveaux principes d'aménagement et de gestion urbaine s'imposent aujourd'hui pour pallier aux problèmes induits par les villes contemporaines et bâtir les villes du futur, où la

---

<sup>9</sup> Cyria Emelianoff est géographe, maître de conférences à l'université du Maine.

<sup>10</sup> [https://www.architectes.org/sites/default/files/atoms/files/les\\_architectes\\_et\\_le\\_developpement\\_durable.pdf](https://www.architectes.org/sites/default/files/atoms/files/les_architectes_et_le_developpement_durable.pdf)

<sup>11</sup> Professeur d'urbanisme, d'aménagement et de gestion de l'environnement à l'université de Manchester.

<sup>12</sup> Architecte et urbaniste, agence Boris Bouchet, maître de conférences à l'ENSA Clermont-Ferrand.

réconciliation entre l'urbain et la nature est favorisée. On assiste, à un changement radical dans les pratiques d'aménagement urbain et du gouvernement des territoires. Parmi ces changements :

- Le moindre rôle directeur des pouvoirs publics dans les prises de décision.
- La perte des modèles de référence.
- Le déclin de la planification face à l'essor de la démarche du projet.
- Le rôle grandissant de la vie associative dans le débat public.
- La multiplication des acteurs intervenants dans le champs urbain<sup>13</sup>.

### *1. Aménagement urbain durable : stratégies, actions et outils opérationnels*

*La densification urbaine ou la ville compacte* : Le terme de « densité » et souvent connoté négativement, il est associé à un sentiment d'étouffement, de promiscuité, d'espaces étroits et très fréquentés. Or la densité, d'un point de vue de l'aménagement, révèle des aspects positifs intéressants, surtout dans le contexte actuel<sup>14</sup>. Auparavant, les lieux d'habitat, de travail et d'éducation étaient fortement imbriqués. L'accessibilité au centre-ville dédié aux commerces, aux services et aux équipements publics était facile, en raison de la faible étendue du tissu urbain. Or cela a beaucoup évolué : ce modèle s'est transformé, notamment à cause de l'avènement de l'automobile. La ville est éclatée en quartiers spécialisés : les grandes zones industrielles et commerciales se situent généralement en périphérie.

La densification urbaine lutte contre l'étalement non contrôlé des villes, et édicte donc une protection des espaces naturels et agricoles, en limitant la consommation du foncier et en étant une solution aux nouveaux défis environnementaux et sociaux. Elle apparaît donc comme une alternative intéressante à l'étalement urbain, en permettant de faire des économies en énergies, améliorer le fonctionnement du tissu urbain, et offrir aux citoyens de nouveaux services de proximité et des activités plus performants. C'est également l'occasion de redonner vie à d'anciens bâtiments en les restaurant ou en les réhabilitant, le renouvellement d'anciens sites vétustes, et surtout permettre la réutilisation et la reconquête de friches urbaines.

Une densification qualifiée agencée à une mixité fonctionnelle permettra de réduire aussi les distances de déplacements, et par conséquent, de réduire le recours vers les déplacements motorisés, source de bruit, congestion et de pollution. La densité permet de cultiver la mixité (par la diversité des activités) et de favoriser les occasions et opportunités d'interactions telles que : la densification des lieux d'échanges, l'amélioration des transports en commun et la promotion de véritables espaces publics valorisant les identités locales.

---

<sup>13</sup> Catherine Charlot-Valdieu ; Philippe Outrequin, L'urbanisme durable : Développement durable et projets d'aménagement - Renouvellement urbain durable - Démarche et outils-Exemples de bonnes pratiques.

<sup>14</sup> . LAMBERT, Antoine. La densification urbaine. Par quels moyens la ville peut mettre en place ces nouvelles politiques d'aménagement.[http://memoires.scd.univ-tours.fr/EPU\\_DA/LOCAL/2014stgDa3\\_LambertAntoine.pdf](http://memoires.scd.univ-tours.fr/EPU_DA/LOCAL/2014stgDa3_LambertAntoine.pdf)

## Les pôles mixtes et compacts réduisent les besoins de déplacements et créent des quartiers animés et durables

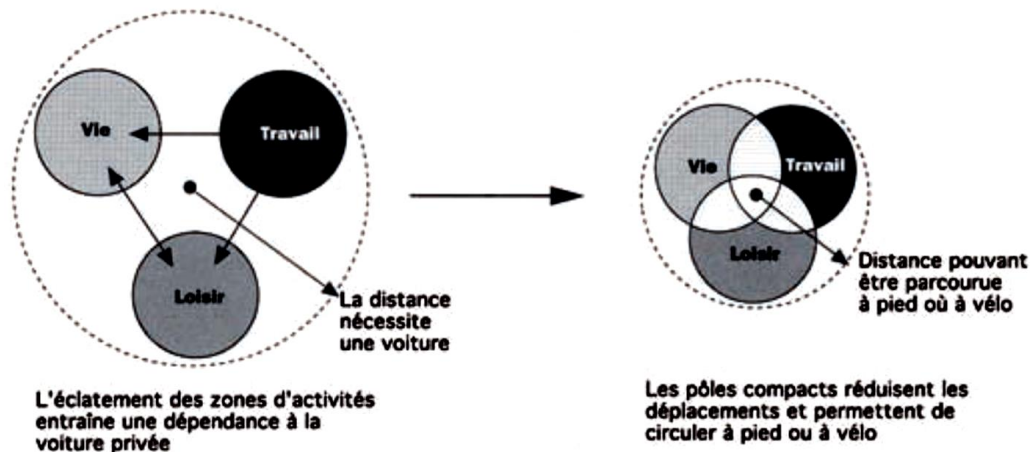


Figure 6 : Schémas illustrant des noyaux de croissance. D.PRUDENTE, Densité, urbanité, durabilité. Consolidation et construction d'une forme urbaine compacte en marge des centralités. Source URBIA

*Le traitement des limites urbaines* : ou le traitement des « lisières » urbaines comme réponse à l'étalement urbain. C'est en 1930 que la ville de Londres, met ses plans en pratique et devient pionnière de la ceinture verte urbaine moderne. Soucieux de leurs « *green belt* », les Britanniques veulent préserver leurs campagnes et maintenir un espace, où les forêts et espaces verts pourront se développer.

L'idée de base est simple ; il s'agit de créer un espace tampon, se superposant à la zone à bâtir et composée d'espaces verts, de structures agricoles et paysagères, ou de parcs métropolitains. Les objectifs associés sont multiples et prennent plus ou moins de place selon les époques et les modes :

- Assurer une production alimentaire à proximité des centres urbains.
- Préserver le patrimoine rural et l'accès à « la nature » pour les citoyens (notamment à des fins récréatives).
- Conserver la biodiversité et les écosystèmes.
- Bénéficier des effets bénéfiques de la proximité d'espaces verts (effet bénéfique sur le stress et la santé mentale des citoyens, diminution de la pollution, ...), et bien entendu.
- Limiter l'étalement urbain et l'urbanisation rapide, et favoriser une utilisation plus favorable du territoire aux enjeux du développement durable.

La ceinture verte ou couronne verte, est un concept qui désigne la pérennisation d'une frange d'espaces naturels et agricoles située en limite d'espace urbanisé. Cette notion se rapproche de celle de coupure verte<sup>15</sup>. Quant à la coulée verte, elle renvoie à la notion de projet urbain. C'est un aménagement urbain majoritairement végétalisé. Elle peut se rapporter à une promenade plantée où se succèdent espaces verts, équipements sportifs et de loisirs, itinéraires de promenades... Elle constitue un espace aménagé de respiration dans la ville.

<sup>15</sup> ADEUS – Trame verte et bleue, coupure verte, armature verte, différentes approches – 2013



Enfin ce traitement des limites urbaines, peut se faire aussi par la création d'une trame bleue ou de milieux humides, constitué par des cours d'eau, des canaux ou des rivières, afin de préserver la biodiversité marine et la continuité écologique en zone humide.

*La mixité fonctionnelle* : ou l'organisation polycentrique : Une organisation polycentrique consiste à mettre en réseau les différents pôles urbains par le biais des systèmes de transports en commun suivant une organisation structurée. Le polycentrisme est l'existence de plusieurs centres fonctionnels ou décisionnels dans un espace. La notion peut s'appliquer à pratiquement toutes les échelles<sup>16</sup>. En bref, le polycentrisme recouvre trois politiques complémentaires : la polarisation du développement dans des zones privilégiées, la création de pôles denses et la constitution de bassins de vie internes à l'agglomération.

Entre les formes de ville étalée et de ville compacte, certains soutiennent le modèle de la ville polynucléaire dans laquelle les fonctions ne sont plus concentrées dans le centre principal, mais dispersées dans plusieurs centres diversifiés<sup>17</sup> ; il s'agit de prévenir les conséquences reprochées à la monofonctionnalité, à savoir : la pollution due à l'accroissement du nombre des déplacements motorisés vers l'intérieur des villes-centres, consommation excessive d'espaces et d'énergies...

Le modèle de la ville polylobée permettrait dans ce sens, de concilier les objectifs projetés d'une « ville dense » et multipolaire, avec la réalité d'une urbanisation diffuse qui s'étale de plus en plus. Cela renvoie aux principes de la ville en étoile, c'est-à-dire constituée de plusieurs branches correspondant aux axes de transports ; ou encore à l'urbanisation en « doigt de gant »<sup>18</sup>. Ce modèle permettrait ainsi d'assurer une bonne desserte en transport en commun des espaces périphériques et périurbains à partir de la ville-centre, et donc de limiter l'usage de la voiture qui concerne surtout ces espaces.

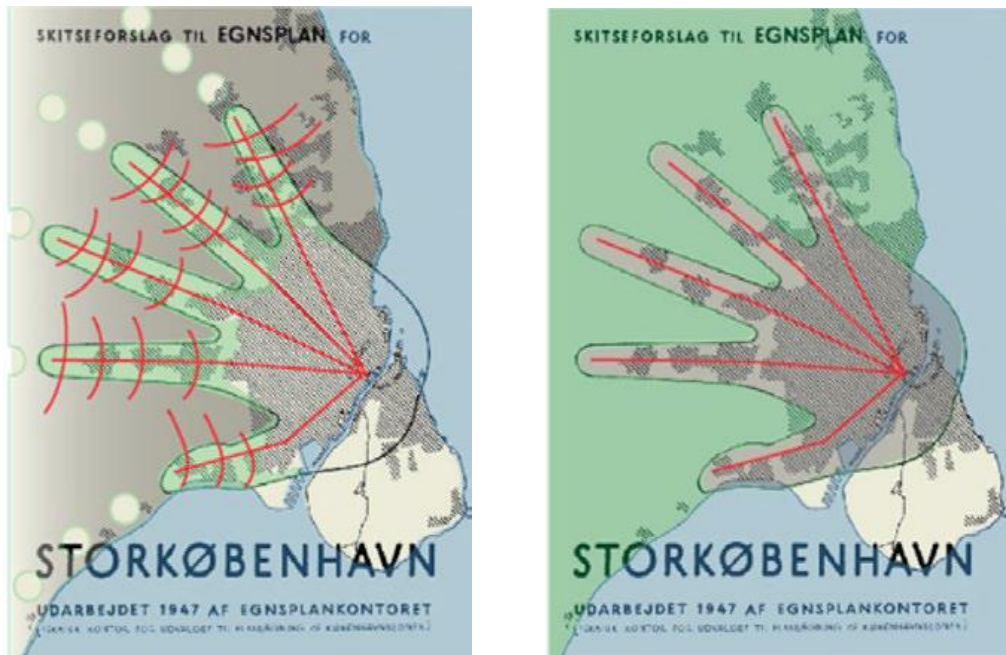
Le « Finger Plan » du Grand Copenhague en est le parfait exemple. Ce plan d'urbanisme propre à la métropole de Copenhague, et qui date de 1947, illustre le parfait exemple du succès d'une politique contre l'étalement urbain, et inscrit la ville dans une nouvelle optique de durabilité. La mise en place de ce plan d'urbanisme a permis avant tout de préserver la place des espaces verts tout en développant l'usage des transports en commun basé principalement sur un renouvellement urbain. L'urbanisation des zones urbaines périphériques doit se faire en fonction des transports collectifs et des infrastructures de transport existantes ou projetées, et doit se faire surtout au centre des bourgs déjà existants tout en maintenant des intervalles verts qui ne doivent pas être urbanisées.

---

<sup>16</sup> <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/polycentrisme>

<sup>17</sup> Nadia DJELAL. Morphologie urbaine et développement urbain durable : cas d'Alger.

<sup>18</sup> [https://www.audiar.org/sites/default/files/documents/etudes/1\\_anneau-metropolitain\\_ville-archipel\\_web.pdf](https://www.audiar.org/sites/default/files/documents/etudes/1_anneau-metropolitain_ville-archipel_web.pdf).



*Figure 7 : Finger plan de COPENHAGUE*

L'exemple du Finger plan, reste un exemple inspirant pour le développement des villes durables.

*La mobilité durable* : ou l'écomobilité : La mobilité durable désigne les moyens de transports « propre » et respectueux de l'environnement. Cela comprend les déplacements à pied, en vélo, à trottinette, mais aussi les bus roulant au gaz naturel, les tramways silencieux ou tout autre mode de transports dit respectueux de l'environnement et du cadre de vie urbain.

Assurer un système de transports en commun viable et efficace, permettra de diminuer le recours croissant à la voiture individuelle, qui représente un moyen de transport non durable et dangereux pour la santé, vue le risque croissant de l'obésité et du diabète. Il existe de nombreuses expériences à travers le monde ayant comme objectifs communs la maîtrise du transport automobile et la promotion du passage de la voiture privée vers les transports publics et la mobilité douce : d'où l'importance de promouvoir ce type de transports favorisant le développement durable des villes.

Aujourd'hui la question de la gestion de la mobilité est au centre des débats lorsqu'il s'agit d'atteindre un développement urbain durable, étant donné toute la quantité de carburants que cela en consomme, ou la pollution atmosphérique que cela engendre. Des études ont démontré que le transport est responsable de près de 90 % des émissions de monoxyde de carbone et d'un pourcentage élevé des émissions d'autres polluants<sup>19</sup>.

Les systèmes de transport peuvent causer d'autres problèmes qui méritent d'être examinés, comme la consommation de vastes superficies dédiées aux routes, aéroports, ou encore parcs de stationnement et parkings. Un impact social ne peut être écarté aussi, celui de marginaliser les personnes ne disposant pas de véhicules particuliers, ou les personnes indigentes, handicapés

<sup>19</sup> Joseph S. Szyliowicz. Prise de décisions, transport intermodal et mobilité durable : vers un nouveau paradigme.

ou âgés ne pouvant empruntées d'autres modes de transport ; ce qui peut entraîner une mise à l'écart de certaines régions ou groupes sociaux.

Les bénéfices de la mobilité douce<sup>20</sup> sont nombreuses, on cite en premier lieu l'impact positif sur la qualité de vie et la santé des citadins ; cela en effet engendre une meilleure santé physique car il est question d'augmenter l'activité physique en effectuant de la marche, du vélo, ou même du skate-board. Elle résout aussi le problème des nuisances sonores et de la pollution en milieu urbain, en plus de réduire les coûts dus aux déplacements pour les usagers de la route (entretien des voitures, carburant...). Elle permet enfin d'optimiser le temps de différents trajets, surtout dans des villes sujettes à d'importants embouteillages.

Favoriser des modes de déplacements plus écologiques et moins polluants, vise à réduire l'impact des transports sur notre planète, et consiste donc :

- A développer un réseau cyclable dans les villes et à sensibiliser les plus jeunes.
- La planification d'un urbanisme de proximité privilégiant la mixité des fonctions et des activités (logement, travail, achats, loisirs).
- La réalisation d'aménagements destinés à permettre aux cyclistes de circuler aisément et en toute sécurité (bornes à recharges électriques...).
- Une intermodalité des modes de déplacements (train, tramway, voiture, vélo...).
- La mise en place de parcs de véhicules propres (voitures électriques, hybrides, à biocarburant...).

## ***5. La ville dans la transition énergétique***

Le développement durable préconise un changement profond dans le système énergétique des villes, vue la dépendance aux énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz) et le coût de plus en plus élevé en approvisionnement de ces énergies non renouvelables. Il existe plusieurs types d'énergies alternatives à celle basée sur les énergies fossiles ou le charbon. Les sources d'énergies étudiées sont donc l'hydraulique, l'éolien, le solaire, la géothermie et la biomasse (bois, biogaz, déchets de l'agriculture). Cette transition englobe l'ensemble des transformations dans la production, la distribution et la consommation d'énergie dans l'objectif de la rendre plus écologique.

Le concept de ville durable ou « ville intelligente » consiste à rechercher les moyens d'optimiser les consommations d'énergie qui contribuent à la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable. L'exigence impérative afin de mener à bien la transition énergétique impose de décarboner l'énergie et, de façon plus ambitieuse, de réduire drastiquement le recours aux énergies fossiles. En effet, les décalages de température étant plus importants (les étés sont plus chauds et les hivers plus froids), les besoins énergétiques ont grandement changé depuis plus de deux décennies et fait que nous consommons beaucoup plus d'énergies.

---

<sup>20</sup> Qui concerne tous les moyens de transport non motorisés et autogènes (actifs), à ne pas confondre avec la mobilité durable.

## 1. Les réseaux énergétiques :

Les énergies distribuées par réseaux de type géothermie, solaire, biogaz, bois énergie, sont particulièrement adaptées aux bâtiments existant en tissus denses pour les usages thermiques de l'énergie, et leur fonctionnement ne diffère pas de ceux utilisant des énergies fossiles.

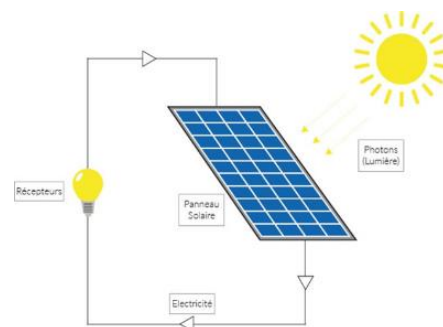
Tout comme un système de réseau électrique traditionnel, où on distingue généralement la production (centrales électriques), la transmission (haute tension), la distribution (moyenne et basse tension) et les consommateurs (clients industriels et particuliers) ; Le système se compose d'une chaudière ou d'un moteur de climatisation qui est connecté à un réseau de canalisations destiné à alimenter un ensemble de bâtiments dans lesquels sont installés des sous-stations chargées de la diffusion de l'énergie utile (chaleur, eau chaude ou froid).

On parle de nos jours, de « smart grids » ou réseau intelligent, qui désignent des réseaux électriques intelligents, c'est-à-dire des réseaux de distribution électriques permettant un meilleur ajustement des flux en temps réel, sur la base de transmission d'informations entre le fournisseur et le consommateur.

## 2. Les sources d'énergie renouvelables :

*Le solaire* : est donc une source d'énergie dépendante du soleil. On la divise en deux :

- Le solaire photovoltaïque : L'énergie solaire photovoltaïque est l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire au moyen d'une cellule photovoltaïque : le rayonnement est directement converti en électricité sans utilisation intermédiaire de la chaleur (contrairement au solaire thermodynamique) ; le soleil représente donc la matière première de ce type d'énergie.



*Figure 8 : Le solaire photovoltaïque*

- Le solaire thermique : L'énergie solaire thermique est une énergie renouvelable consistant à produire de la chaleur ou de l'eau chaude à partir de capteurs solaires. Elle se distingue du solaire photovoltaïque qui produit de l'électricité à partir du rayonnement solaire. Ces techniques qui agissent comme capteurs solaires thermiques sont de plus en plus incorporés dans les projets d'architecture bioclimatique (maisons solaires, serres, murs capteurs, murs Trombe...). Un chauffe-eau solaire se compose de capteurs vitrés sombres dans lesquels circule un fluide caloporteur. Une fois chauffé

grâce à l'énergie thermique solaire, il circule dans des canalisations jusqu'à rejoindre un réservoir d'eau qu'il réchauffe.



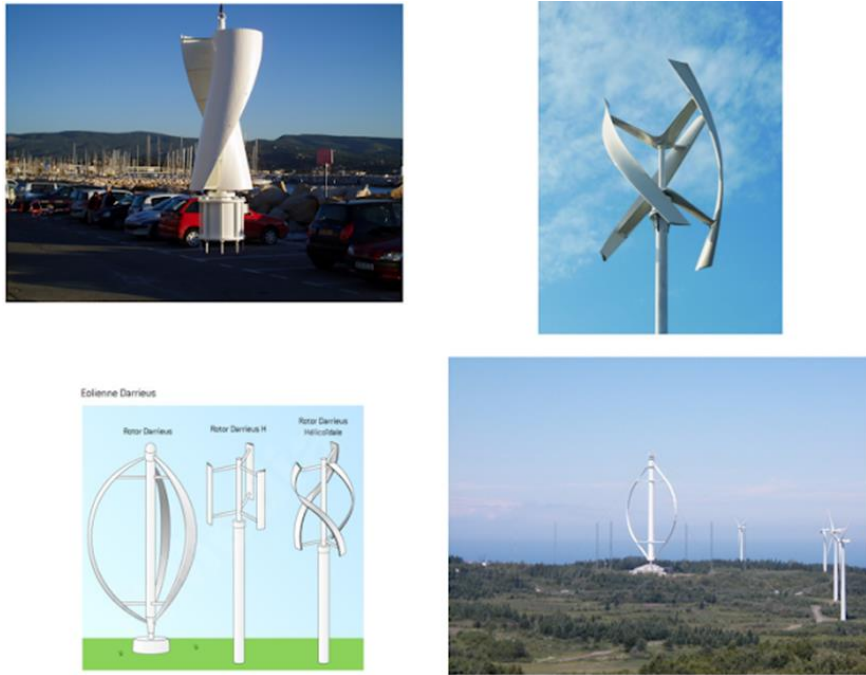
*Figure 9 : Le solaire thermique*

En architecture, on parle du photovoltaïque en toiture (toiture en pente ou toiture terrasse), et du photovoltaïque en façade et en verrière.

*Le vent ou l'énergie éolienne* : L'énergie éolienne consiste à exploiter l'énergie cinétique du vent, et par le biais d'un générateur transformer l'énergie mécanique en énergie électrique. Les éoliennes produisant de l'électricité peuvent être installées à terre « onshore » aussi bien qu'en mer « offshore ». C'est une énergie qui dépend donc essentiellement de la force du vent ; une énergie qui se régénère en permanence et non émettrice de gaz à effet de serre. Elle dépend de 3 paramètres : la forme et la longueur des pales, la vitesse du vent et la température qui influe sur la densité de l'air.

L'énergie éolienne connaît aujourd'hui un essor important, et son intégration dans les zones urbaines est tout à fait possible. Appelés « éoliennes urbaines », elles peuvent être implantées en milieu urbain, dans un parc municipal, sur un campus universitaire ou sur la cote d'une cité maritime. Les éoliennes individuelles peuvent être installées sur un immeuble déjà existant, sa forme doit s'adapter à l'architecture du bâtiment. Les turbines à axe vertical sont les mieux adaptées à ce type. Il existe aussi les éoliennes à axe horizontal, plus performantes mais plus bruyantes, parce que pour des plages de vents restreintes.

Elle peut avoir plusieurs utilisations, comme alimenter des zones isolées en électricité (par exemple des îles), utilisé dans le déplacement de voiliers ou d'autres véhicules, ou alimenter en électricité des phares et des balises.



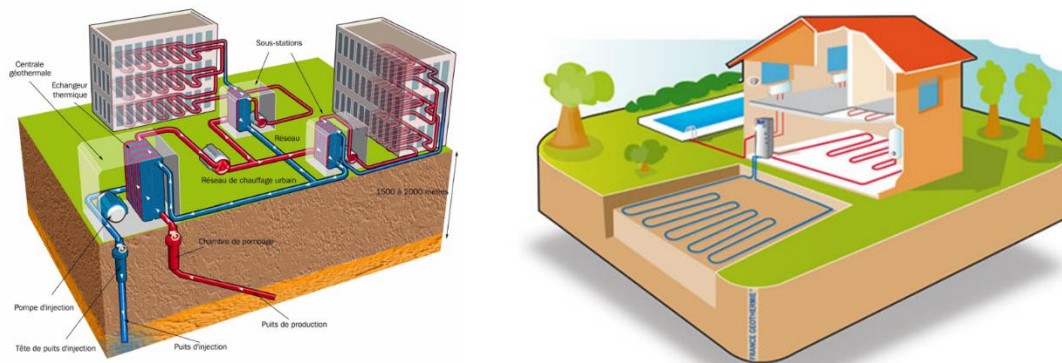
**Figure 10** : Exemples d'éoliennes à axe vertical

*L'eau ou l'hydroélectricité* : À L'image des moulins à eau d'autrefois pour moulinier le blé, l'hydroélectricité ou production d'électricité, est une énergie qui exploite la force de l'eau à l'état naturel (fleuves, rivières, chutes d'eau...) ou artificiel (barrages), qui fait tourner une turbine et l'entraîne vers un générateur électrique, et qui injecte à son tour les Kilowattheures sur le réseau. Il existe en Ecosse, même une centrale électrique utilisant l'énergie des vagues et la force motrice de la houle.

Il s'agit d'une énergie électrique plus respectueuse de la planète, renouvelable, non intermittente et avec possibilité de la stocker à grande échelle pour être utilisé à une heure de grande consommation. Le fonctionnement des centrales hydroélectriques émet très peu de gaz à effet de serre, avec une installation pour une durée de vie particulièrement longue ; mais son exploitation de masse peut avoir des effets néfastes sur les écosystèmes et la biodiversité (faune et flore aquatique).

*La géothermie* : La géothermie, l'une des ressources les plus intéressantes, et qui consiste en l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol, fonctionne selon les variations de température dans les sous-sols de la terre. L'utilisation des ressources géothermales se décompose en deux grandes familles : la production d'électricité et la production de chaleur ou de climatisation. En fonction de la ressource, de la technique utilisée et des besoins, les applications sont multiples :

- La géothermie peu profonde, à basse température : Dans les maisons, immeubles et centres commerciaux.
- La géothermie profonde, à haute température : Pour des quartiers, ou centres industriels.
- La géothermie très profonde, à très haute température : Pour des producteurs d'électricité.



**Figure 11** : Principes de fonctionnement de la géothermie

Grace à des puits creusés jusqu'à des profondeurs très élevées et par le biais d'un échangeur thermique, un fluide qui peut être celui d'une nappe phréatique ou injectée sous pression, se réchauffe et peut être utilisé directement ou convertie en électricité. Considérée comme inépuisable, elle a l'avantage de ne pas dépendre des conditions climatiques (soleil, vent, pluie), et connaît de nos jours une utilisation dans plusieurs pays.

Il existe aussi des techniques de refroidissement et de climatisation de l'air ; cela consiste en la mise en place de puits canadiens, ou de pompes à chaleur réversibles qui prélèvent la chaleur dans le bâtiment, le refroidissent et injecte cette chaleur dans le sol.

*La biomasse* : Dans le domaine énergétique, la biomasse est l'ensemble des matières organiques (bois, végétaux, déchets agricoles, cadavres d'animaux ou résidus ménagers organiques) pouvant se transformer en énergie.

Elle comprend trois familles principales :

- Les bois énergie ou biomasse solide : C'est la principale ressource ligneuse, mais il faut également prendre en compte d'autres matières organiques telles que la paille, les copeaux, les bûches, les résidus solides des récoltes, les grappes de maïs, la bagasse de la canne à sucre, les grignons d'olives. Les déchets sont directement brûlés en produisant de l'énergie dans des usines d'incinération : la biomasse par combustion.
- Les gazeux : comme le biogaz, Ce sont les matières organiques qui libèrent le biogaz lors de leur décomposition selon un processus de fermentation (méthanisation). Mélange de méthane et de gaz carbonique additionné de quelques autres composants, le biogaz est un gaz combustible. Il sert à la production de chaleur, d'électricité ou de biocarburant. Sous-produits de l'industrie agro-alimentaire, boues des stations d'épurations, lisiers d'animaux ou déchets agricoles peuvent être méthanisés dans des unités industrielles. La méthanisation est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène, donc en milieu anaérobie, contrairement au compostage qui est une réaction aérobie.
- Les liquides : ou les biocarburants : parfois appelés aussi agrocarburants, sont issus de la biomasse. Il existe principalement deux filières industrielles : le bioéthanol (à partir de sucre fermenté et d'essence), et le biodiesel (une réaction entre l'huile de tournesol ou de colza et d'alcool). Ils peuvent être utilisés purs comme au Brésil (éthanol) ou en Allemagne (biodiesel), ou comme additifs aux carburants classiques.

Ce sont donc tous les matériaux d'origine biologique employés comme combustibles pour la production de chaleur, d'électricité ou de carburants, à condition que cela ne conduit pas à une diminution du nombre d'arbres dans nos forêts.

Les énergies renouvelables qui se déclinent en plusieurs filières, ne cessent de se développer aujourd'hui partout dans le monde, et leurs utilisations nous conduira certainement vers une transition énergétique respectueuse de l'environnement et des sociétés.

## 6. L'îlot de chaleur urbain

### 1. Définition

Dans la relation qui existe entre le climat et la ville, l'expression « îlot de chaleur urbain » fait référence à une élévation des températures localisée en milieu urbain. Cet îlot thermique ou microclimat artificiel, a le même effet qu'un dôme thermique où plus on s'approche du centre urbain, plus le thermomètre grimpe. Il dépend donc en grande partie de la forme urbaine des villes, de l'architecture, des matériaux utilisés (goudron, verre, métal...), mais aussi de la végétalisation. Une différence de température de plus de 12 degrés peut être observée entre ville et périphérie de la ville.

Selon une étude publiée en mars 2018 dans Physical Review Letters, aux États-Unis, le phénomène d'îlot de chaleur urbain concerne plus de 80 % de la population vivant dans les zones urbaines.

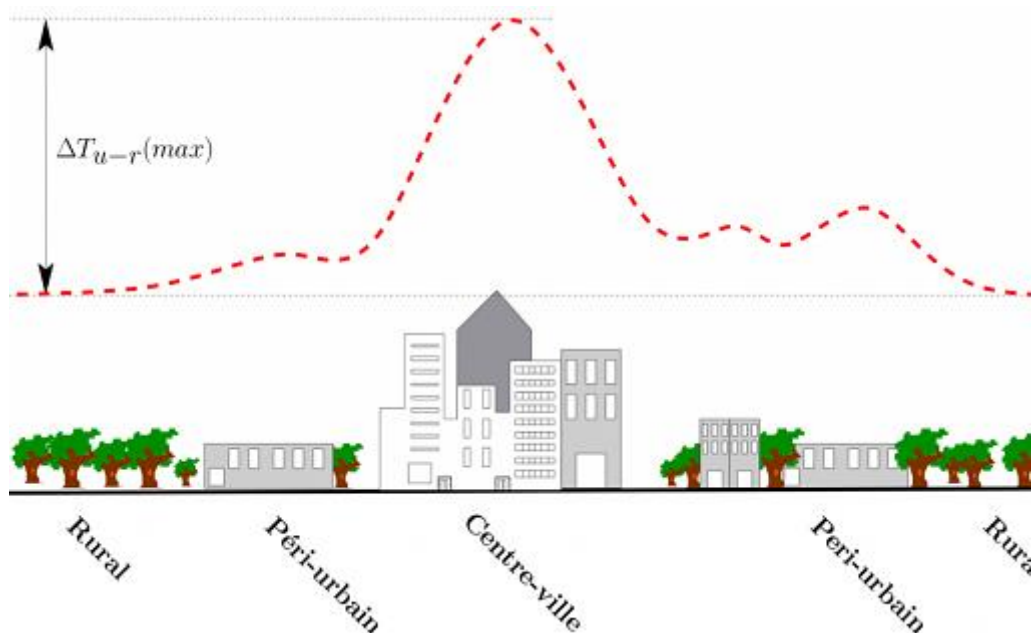


Figure 12: Schématisation du phénomène d'îlot de chaleur

On en distingue trois types : les îlots de chaleur à la surface du sol, les îlots de chaleur à la canopée urbaine (plus intense la nuit que le jour), les îlots de chaleur de la couche limite urbaine (qui fait référence à la température de l'air).



## 2. Facteurs qui influent sur l'îlot de chaleur urbain

- La propriété des matériaux qui composent les bâtiments (chaleur emmagasinée et restituée plus tard), mais aussi les voies de circulation et les infrastructures influent sur la formation des îlots de chaleur ; Et donc, la quantité de chaleur stockée n'est pas la même en ville qu'en campagne.
- La minéralité, la présence de la végétation et la densité des constructions ont un impact considérable sur la formation des îlots de chaleur urbain.
- La nature des activités humaines émettrices de chaleur, et donc l'importance de la chaleur anthropique : chauffage, industries, éclairage, chaleur émise par les véhicules...
- La présence ou l'absence du vent joue un rôle important sur la formation des îlots de chaleur urbain ; plus le vent est fort plus il y a une bonne circulation d'air, par contre plus le vent est faible plus il y a stagnation des masses d'air qui réchauffe le bâti.
- La densité et l'expansion urbaine : plus une ville est compacte, plus le confort thermique des habitants en est dégradé, et donc la chaleur s'évacue difficilement. Tout comme les grands bâtiments et les rues étroites qui nuisent à la bonne ventilation des centres urbains.

D'autres causes de l'îlot de chaleur urbain peuvent être citées ; l'orientation des rues, la circulation automobile, l'éclairage public, les émissions de gaz à effet de serre, et la perte progressive du couvert forestier.

## 3. Les conséquences des îlots de chaleur :

Ces microclimats artificiels ont des impacts importants sur la santé humaine, en créant des zones d'inconfort thermique néfaste à la santé. Parmi ces effets néfastes, on cite : les insuffisances respiratoires, les maladies cardiovasculaires, mais aussi neurologiques et rénales. Ils peuvent être aussi responsables de la mortalité des personnes les plus vulnérables lors des fortes chaleurs et canicules. Ils renforcent aussi la pollution de l'air (multiplication des acariens, des moisissures et des bactéries), et modifient par la même occasion la composition physicochimique de ce dernier : formation du smog<sup>21</sup>.

En période estivale, on peut remarquer une hausse de la demande en énergie, relative aux besoins de rafraîchissements de l'air intérieur et de réfrigération, et donc conséquente d'émission de gaz à effet de serre. Comme une hausse de la demande en eau potable peut être probable, pour rafraîchissement et arrosage des végétations.

## 4. Solutions pour lutter contre les îlots de chaleur urbain :

- Opter pour des matériaux réfléchissants des rayons solaires, et qui vont donc emmagasiner moins de chaleur. Il s'agit donc d'opter pour des matériaux clairs pour les

---

<sup>21</sup> Un mélange toxique de gaz et de particules, sous forme de brume sèche.

parvis, trottoirs ou les parements qui permettent d'augmenter la réflexion solaire : « effet albédo <sup>22</sup> ».

- Opter pour des revêtements perméables ou la désimperméabilisation des surfaces, qui contribuent à l'humidification des sols et donc baisser la température ambiante ; Comme le béton drainant, le pavé poreux, ou les dalles gazon. Mais aussi le recours à des bassins, fontaines, et autres surfaces de stockage de l'eau afin de rafraîchir l'air. La solution d'humidification des chaussées peut être aussi adoptée, par l'arrosage des chaussées et des trottoirs en utilisant dans la mesure du possible l'eau pluviale récoltée.
- La réduction des surfaces minérales et la végétalisation des espaces urbains extérieurs (toitures, façades, espaces de stationnement...) ainsi que l'intégration des espaces verts dans les projets d'aménagements, permet d'augmenter le taux d'humidité par la rétention d'eau dans les végétaux. La plantation d'arbres permet en effet de réduire la température extérieure et ainsi à l'air ambiant de se rafraîchir, en permettant l'évaporation de l'eau et par la création de zones ombragées : comme les arbres caducs et non allergènes qui rafraîchissent leurs environs l'été et, une fois leurs feuilles perdues, bloquent peu les apports du soleil en hiver. Cette approche présente aussi des avantages sociaux et climatiques.
- Utilisation des murs végétaux et des toitures végétalisées pour protéger les bâtiments des rayons solaires, et créer ainsi des microclimats.
- Réduire la chaleur produite par l'activité anthropique : privilégier les transports verts et doux, revoir l'efficacité énergétique des bâtiments et donc tout moyen permettant de réduire les besoins en climatisation et en chauffage.
- Opter pour un éclaircissement général des revêtements, mais aussi du parc automobile.

Il est donc essentiel de trouver des solutions adaptés au contexte et au climat local, pour faire face aux nombreux problèmes climatiques que rencontrent nos villes d'aujourd'hui : améliorer l'isolation des bâtiments et les rendre plus traversants afin de les ventiler naturellement, recourir à des alternatives à la climatisation pour rafraîchir un bâtiment, utiliser les matériaux à forte inertie qui permettent d'améliorer le confort thermique en été, intégrer les solutions dites « vertes » et « bleues » dans les projets d'aménagement, enfin certaines solutions ont été utilisés par nos aïeux mais ont été oubliés de nos jours.

---

<sup>22</sup> L'effet albédo est le pouvoir ou la capacité d'une surface à réfléchir les rayons solaires. Sa valeur est comprise entre 0 et 1, de la plus absorbante à la moins absorbante.

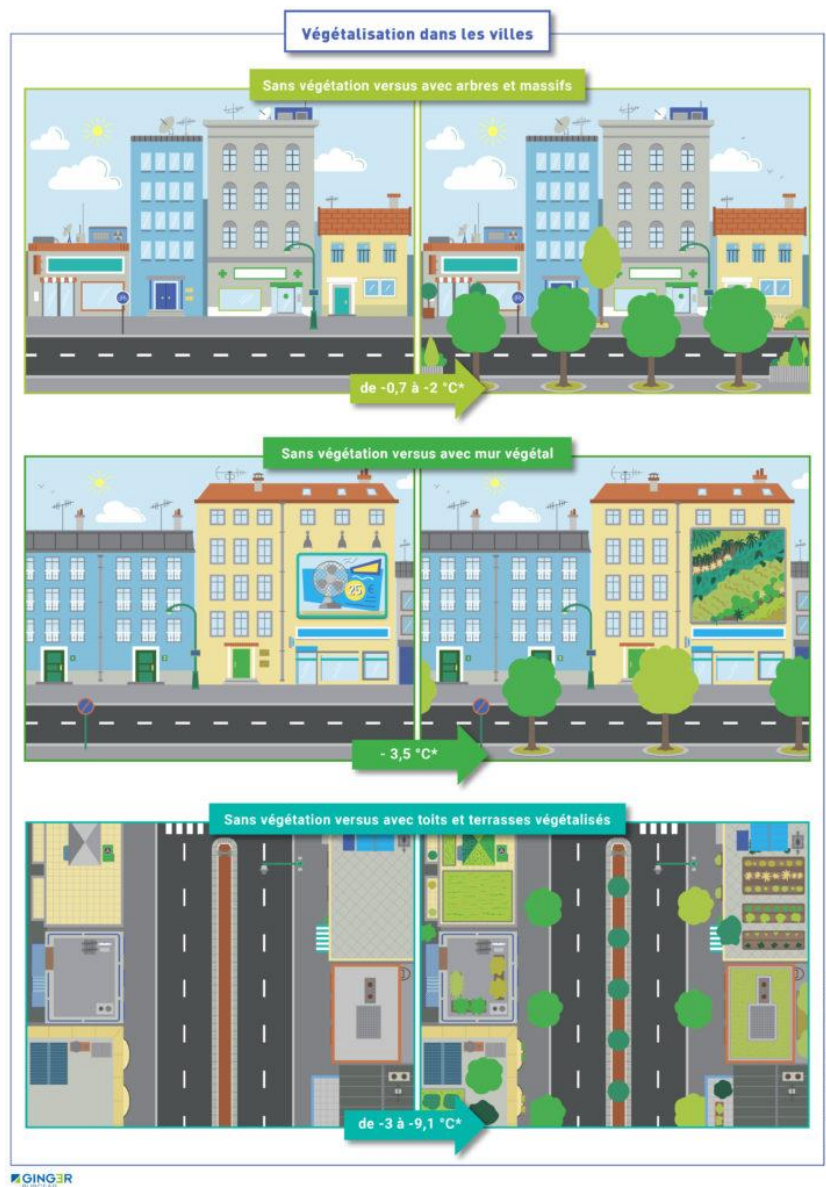


Figure 13: Températures issues du guide « Aménager avec la nature en ville » publié par l'ADEME.

## 7. L'éco gestion des ressources naturelles et des déchets dans les villes durables

### 1. L'éco gestion de l'eau dans les villes

Pas d'écologie urbaine performante sans une approche plus globale du cycle de l'eau, ainsi qu'une bonne gestion de ce dernier. Cela doit notamment se traduire par une meilleure exploitation des eaux pluviales dans l'aménagement du territoire, par une augmentation des capacités de stockage des flux et par la valorisation des eaux usées.

C'est en 1992, lors de la conférence internationale sur l'eau à Dublin, que l'eau a été reconnue comme un bien économique par la communauté internationale face à la situation alarmante de l'eau dans le monde. Devenu rare et vulnérable, mais aussi indispensable à la vie, il est impératif

que son emploi se fasse avec considération suivant les principes du développement durable. C'est toutefois sur l'eau, la maîtrise de ses flux, ses recyclages pertinents et sa « réappropriation » urbaine que sont fondées les attentes les plus fructueuses<sup>23</sup>.

Afin d'assurer la bonne qualité et la durabilité de cette ressource essentielle, il faut :

- Lutter contre la pollution de l'eau dans l'environnement : par le fait de privilégier les activités les moins polluantes, le recyclage et le traitement des eaux usées, le lagunage comme système d'épuration naturel des eaux, la réduction des déchets plastiques, et éviter la contamination des eaux.
- Rationaliser son utilisation selon les besoins : en faisant des économies lors de son utilisation, en minimisant les pertes d'eau dans les réseaux de distribution et donc éviter son gaspillage, rationaliser l'arrosage des jardins, et surtout informer et sensibiliser les citoyens envers cette ressource rare.
- Mettre en place des techniques innovantes comme la réutilisation des eaux grises pour l'irrigation des espaces verts ou des cultures.
- La constitution d'un système d'assainissement séparatif pour le traitement des eaux pluviales et des eaux résiduaires, afin de diminuer la pollution des nappes. Les eaux usées peuvent être conduites vers des stations d'épuration et restituer ensuite ces eaux rendues propres vers la nature, ou pour l'irrigation ou une utilisation industrielle.
- La rétention des eaux pluviales dans des bassins naturels. Ceux-ci sont équipés des mécanismes d'épuration et divers processus biologiques permettant de réduire les concentrations de polluants.
- L'utilisation de procédés d'absorption des eaux de ruissellement sur des surfaces de pavées perméables, afin de les collecter et les libérer progressivement. Tels que le béton ou l'asphalte poreux, les pavés poreux et les mailles de plastique.
- La conception de jardins de pluies : Il s'agit d'une légère pente aménagée avec un sol et des végétaux particuliers dans laquelle les eaux de ruissellement des toitures et des aires pavées peuvent être conduites. Ce procédé contribue à réduire la quantité d'eau de ruissellement, participe à la filtration des eaux, favorise l'infiltration de l'eau dans le sol, contribue ainsi à la recharge de la nappe d'eau souterraine, mais embellissent aussi le paysage.
- La récupération des eaux de pluies provenant des toitures par le débranchement des gouttières des drains de fondation et de la diriger vers une citerne de récupération ou des barils de pluie. L'eau récupérée peut ainsi servir à l'entretien paysager. Dans la rue cette technique de récolte des eaux pluviales se fait dans des tranchées appelées « rigoles – cuvettes », ou dans des noues utilisées en bordure des rues et des stationnements.
- L'aménagement de toitures vertes : allant de la culture de petites plantes aux installations récréatives, ces toitures végétalisées plates ou en pentes, permettent de retenir une partie de l'eau qui terminera son chemin dans un drain pluvial.

---

<sup>23</sup> <https://lejournal.cnrs.fr/articles/les-defis-de-la-ville-durable>

Toutes ces pratiques, qui évitent le retour de l'eau dans le milieu naturel, constituent un grand avantage, puisque la ressource augmente en même temps que les prélèvements et la pollution diminuent.

## 2. *L'éco gestion des déchets dans les villes*

De nos jours la ville fait face à de nombreux enjeux dans la gestion des déchets ; en effet, cette dernière génère des volumes de déchets importants et qui affectent directement notre qualité de vie, mais aussi notre environnement. La mauvaise gestion de déchets a des impacts néfastes sur les écosystèmes et la pollution atmosphérique, puisque les décharges libèrent des gaz à effet de serre (méthane) mais contribuent aussi à la pollution des sols et des mers.

En plus des impacts sur l'environnement, cela affecte aussi la santé et le bien-être des populations, et peut même provoquer des maladies, comme certaines maladies respiratoires, des maladies de la peau, ou de l'asthme...D'où l'importance du traitement et de l'élimination des déchets sans pour autant engendrer des dégâts.

Sous différentes formes (déchets ménagers, déchets de chantiers, déchets industriels, déchets textiles ou déchets alimentaires) la collecte de ces déchets pose un problème de gestion et de gouvernance. Selon la loi, un déchet est donc une substance ou un objet que l'on décide d'éliminer, qu'on a l'intention d'éliminer ou que l'on est tenu d'éliminer en vertu des normes et dispositions légales, à l'échelle nationale ou internationale<sup>24</sup>.

Les déchets urbains sont tous les déchets provenant des ménages (qui sont produits au quotidien par les ménages) ainsi que tous les autres déchets de composition analogue (déchets issus de l'activité économique, des industries et de l'artisanat).

Les déchets domestiques liés aux pratiques des habitants peuvent être classés en 3 grandes catégories :

1 les déchets recyclables : Les déchets recyclables sont ceux qui peuvent être triés et connaître une nouvelle vie sous un conditionnement différent ; sont donc transformés dans des usines de recyclage. Parmi eux on trouve :

- Le plastique : bouteilles et flacons en plastique...
- Le verre : bouteilles, bocaux, petits pots en verre, flacons sans bouchons...
- Le papier et le carton : journaux, cartons, emballages cartons, publicités, magazines...
- Les métaux : boîtes de conserve, bombes en acier, canettes en aluminium, barquettes d'aluminium,

2 Les déchets non recyclables : Autrement dit, les déchets de tous les jours qui ne présentent pas de possibilités de valorisation ou de traitement ; Ils sont en effet trop légers et ne

---

<sup>24</sup> Grégory Hamez, Martine Tabeaud. LES MÉTAMORPHOSES DU DÉCHET. <https://books.openedition.org/psorbonne/34200?lang=fr>

contiennent pas suffisamment de matière et donc le recyclage n'est ainsi pas rentable. Tout comme : les pots de laitages, les sachets en plastique, le polystyrène sous toutes ses formes, les emballages sales, les papiers sales, les emballages en bois et carton (fromage), les emballages en carton et métal (biscuit salé), les emballages sales en carton, les seringues (déchèteries professionnelles ou professionnels de santé), les couches culottes, lingettes ...et le polystyrène.

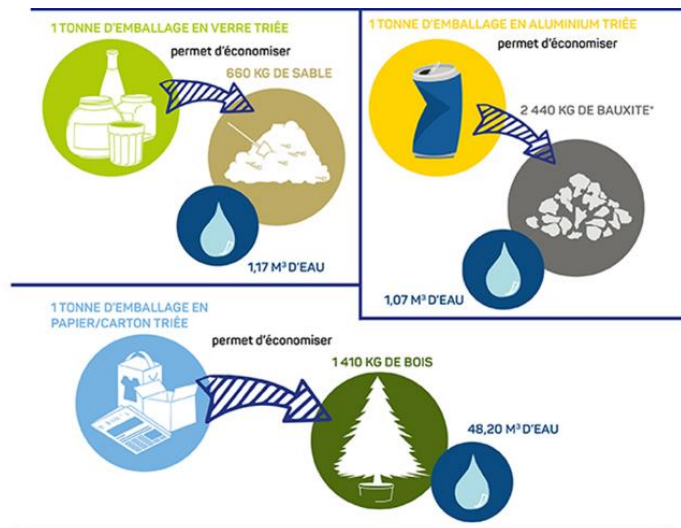
3 Les déchets spéciaux : Les déchets spéciaux sont des déchets dangereux, en raison de leurs caractéristiques physico-chimiques (corrosifs, explosifs, toxiques ou inflammables) et qui doivent suivre un circuit spécial depuis la production, la collecte et le traitement particulier, pour des questions de santé publique ou de protection de l'environnement. Comme les piles, les tubes fluorescents, les équipements divers et variés (batteries de voitures, huiles de vidange, solvants, vernis, peintures...), les déchets de chantiers, et les cartouches d'encre, les lampes, les batteries...

La gestion des déchets englobe à la fois leur collecte et tri, leur transport et les étapes de traitement avec le recyclage et la valorisation, ou leur élimination. Les principales actions à entreprendre pour un plan de gestion des déchets sont de :

- Prévoir des points de tri des déchets ménagers.
- Recycler les matériaux et traiter les déchets issus des chantiers et des démolitions.
- Réutiliser la terre et les gravats sur place pour créer des remblais.

L'écogestion des déchets est l'affaire de tous : pouvoirs publics, collectivités locales, industriels, citoyens ...Favoriser leur utilisation en tant que ressources, c.à.d. leur traitement par le recyclage, le compostage ou encore la production de Biogaz permet de réduire la quantité rejetée. Mais cela doit commencer d'abord par la prévention, qui a pour but de réduire la quantité de déchets à la source mais également de changer et améliorer les comportements des particuliers, des collectivités et des entreprises, que ce soit au niveau de la production (éco-conception) que de la consommation (achat, utilisation, gestion domestique).

- La valorisation des déchets :
  - Le tri des déchets qui peut commencer depuis les ménages, la collecte sélective des déchets facilite la tâche de leur traitement. Certains déchets (verre, journaux et magazines, métaux, certains plastiques) méritent d'être recyclés. Cela par la réintroduction des matières d'un déchet dans son propre cycle de production (verre, plastique, acier, etc.) en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge : le verre redevient bouteille ; les métaux sont refondus et transformés. Le tri sélectif consiste à trier les déchets selon leur nature : métaux, papier, verre, organique... pour faciliter leur recyclage et traitement. Ils sont triés soit par ceux qui les produisent soit par des organismes spécialisés, en centre de tri. Le tri sélectif est bénéfique et nous permet donc : économiser les ressources naturelles non renouvelables ainsi que les matières premières, limiter notre impact environnemental, et limiter les pollutions.



*Figure 14 : Importance du tri sélectif*

- Le compostage des déchets organiques : La matière organique peut servir à faire du compost (par des composteurs individuels ou collectifs) afin de l'utiliser pour l'agriculture locale ou à l'échelle nationale (excellent engrais naturel). Le compost est un élément essentiel à la fertilité d'un sol, et induit à cet effet : un impact écologique positif, par l'acte de rendre à la terre une partie de ce qu'on lui a pris en la nourrissant sans avoir à utiliser de produits chimiques ; aussi des économies au quotidien par le fait de réduire la quantité de déchets ménagers et ainsi faire des économies en sacs poubelle et alléger les charges de la communauté en diminuant les ramassages d'ordures. Les déchets à composter sont : les déchets de cuisine : fruits et de légumes abimés, épluchures, marc de café, feuilles de thé, coquilles d'œufs, laitages, etc ; les déchets de jardin : feuilles mortes, tonte de gazon, fleurs fanées... ; et certains déchets de maison : papier journal, mouchoirs en papier, cendre de bois, etc.



*Figure 15 : Exemples de bacs à compostage*

- La fermentation et la méthanisation : ou de produire du biogaz dans des usines spécialisées, et qui pourra être utilisé comme source de production d'électricité ou alimentation d'un réseau de chaleur pour la ville. Cette énergie peut ainsi servir à

chauffer des logements, à produire de l'électricité et donc à économiser les combustibles traditionnels.

En définitif, il s'agit de développer une économie circulaire qui cherche à utiliser au maximum toutes les ressources dont nous disposons de manière à ne plus générer de déchets du tout, et de développer un secteur générateur d'emplois.

## ***8. Conclusion***

De nos jours intégrer les objectifs du développement durable dans les planifications et les stratégies urbaines, doit se faire aux différentes échelles du territoire et explorer des voies nouvelles répondant au progrès social et à une meilleure qualité de vie. Le bon fonctionnement des villes constitue un axe majeur de développement, et doit stimuler la capacité à satisfaire localement les besoins fondamentaux des citoyens, ainsi que les richesses culturelles.

Le respect de l'équité environnementale, de la cohésion sociale et économique, et de la cohérence spatiale, doit être assuré continuellement afin de répondre aux principaux axes d'une ville durable.



# Chapitre III : Les écoquartiers, une nouvelle façon de concevoir la ville durablement

## 1. Introduction

Le quartier est l'espace idéal qui s'inscrit dans les perspectives du développement durable. C'est à ce niveau que d'une part le développement urbain doit limiter l'urbanisation rapide et excessive et le gaspillage des sols, mais aussi offrir de bonnes conditions de vie dans un environnement sain à long terme. Le développement cohérent et harmonieux des villes dépend du bon développement des quartiers, en prenant en compte les différents facteurs sociaux, économiques, environnementaux et culturels, et en définissant des objectifs concrets.

Ce passage vers des quartiers durables est un tournant urbanistique auxquels font face aujourd'hui de nombreuses villes à la recherche d'un cadre de vie plus agréable, en évitant toutes les fractures sociales et territoriales engendrés par les villes du passé. Tout comme la ville durable, le quartier durable est un processus dynamique qui introduit de nouvelles exigences dans la production de la ville.

Face aux nombreux problèmes auxquels doivent faire face aujourd'hui les villes, ces nouveaux quartiers sont le moyen de favoriser le développement de zones urbaines en milieu assez dense, où prédominent les préoccupations environnementales et à la recherche de performances écologiques.

## 2. Définition

Les quartiers « durables » sont les héritiers des premiers quartiers « écologiques » ou « écovillages », nés au début des années 90 en Europe du Nord sous l'impulsion d'associations ou de politiques locales très actives. Un écoquartier est donc une forme d'expérimentation urbanistique initiée dès la fin du XXe siècle essentiellement dans les pays du nord et du centre de l'Europe, et qui débute avec le phénomène des écovillages créé dans plusieurs régions du monde dans les années 1960 et 1970<sup>25</sup>. Qualifié aussi de « quartiers prototypes », ils sont devenus par la suite emblématiques et très célèbres, et on peut citer à titre d'exemples : le quartier « Vauban » (1996, Frigourg, Allemagne), le quartier Bo01 (1995, Malmö, Suède), ou encore le quartier « Bedzed » (2001, début des travaux, Sutton, Royaume-Uni).

Le temps des pionniers passé, tout écoquartier développé depuis les années 2000 doit présenter des caractéristiques sociales, environnementales et économiques optimales, d'où la naissance du terme de « quartiers durables », d'avantage basé sur une approche globale du développement durable.

---

<sup>25</sup> Benoît Boutaud, « Quartier durable ou éco-quartier ? ». <http://journals.openedition.org/cybergeo/22583>

### 3. *Les objectifs des quartiers durables :*

Les écoquartiers doivent remplir une série d'objectifs économiques et sociaux, mais également répondre à de multiples enjeux environnementaux :

- Favoriser l'intégration du quartier au sein de toute la région par la création d'une dynamique territoriale économique et commerciale diversifiée, par la création d'emplois et d'activités d'insertion.
- Densifier l'espace pour limiter l'étalement urbain et économiser les sols.
- Diversifier l'habitat pour une population plurielle, en proposant une gamme de logements durables adaptés aux différentes situations et aspirations, dans un esprit d'équilibre social et intergénérationnel.
- Favoriser la mixité des fonctions pour rapprocher les usages, et limiter ainsi les besoins en déplacements.
- Privilégier les déplacements doux (voies piétonnes, pistes cyclables...) afin de limiter la pollution, ainsi que les transports en commun non polluants.
- Promouvoir des bâtiments performants ainsi que l'écoconstruction pour réduire les consommations énergétiques, et limiter les émissions de gaz à effet de serre des bâtiments.
- Aller vers une sobriété énergétique et un développement des énergies renouvelables pour protéger les ressources naturelles.
- Favoriser la participation et l'adhésion d'un large public, et donc être à l'écoute de tous les citoyens de différentes classes sociales.
- Respecter le cycle de l'eau pour économiser et protéger la ressource par différentes façons, comme le traitement des eaux pluviales.
- Prise en compte de l'environnement et de la biodiversité urbaine dans tout projet architectural nouveau ou de réhabilitation.
- Diminution et valorisation des déchets<sup>26</sup>.

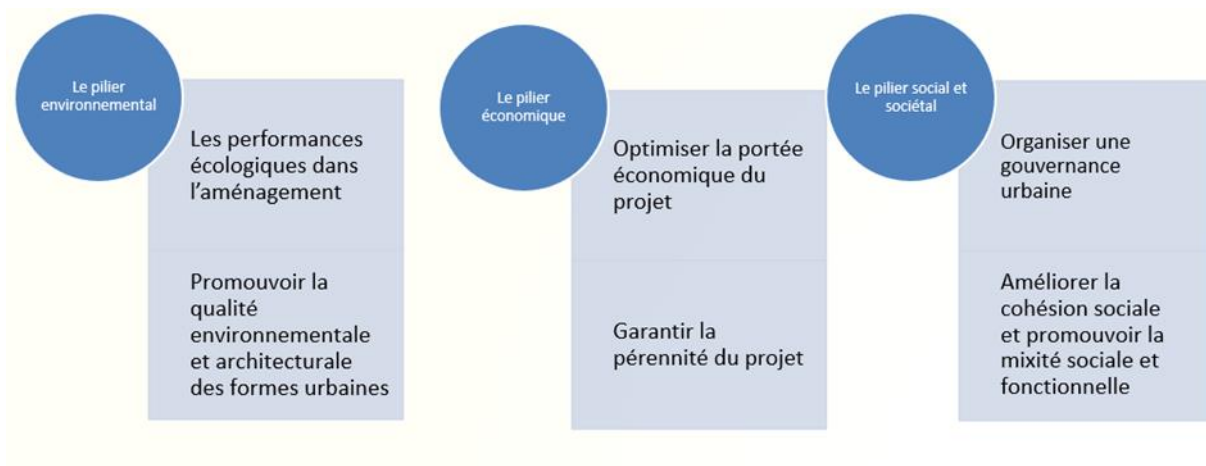
Les projets de quartier durables se distinguent donc par la prise en compte des éléments déterminants suivants :

- L'environnement local et la qualité de vie.
- L'environnement global avec la lutte contre l'effet de serre, la gestion durable des matériaux,
- L'intégration du quartier dans la ville avec la densité, la mixité, les déplacements...
- La participation.
- L'économie du projet avec les emplois, les activités, l'insertion...<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup>Taoufik Souani. Ecoquartiers : secrets de fabrication ; analyse critique d'exemples européens.

<sup>27</sup> Catherine charlot valedieu. Développement durable et renouvellement urbain : des outils opérationnels pour améliorer la qualité de vie de nos quartiers.



*Figure 16 : trois piliers à la base d'un quartier durable. Source auteur*

#### **4. Principes fondamentaux des écoquartiers**

Ces principes sont regroupés selon leurs échelles d'application<sup>28</sup> :

##### *1. Echelle de l'agglomération*

- La consolidation et la contiguïté de l'urbanisation : en priorisant la rénovation de quartiers anciens et déjà existants, et dans le cas de quartiers nouveaux préconiser la réaffectation de friches urbaines ou industrielles, et l'urbanisation intercalaire. Permettant entre autres d'éviter l'étalement urbain, de renforcer la cohérence urbaine et de mieux rentabiliser les investissements publics.
- Protection des terres agricoles : Pour conserver les espaces productifs et les valoriser, et ainsi favoriser l'approvisionnement local en aliments et durabilité des systèmes alimentaires.
- Protection des espaces naturels : Eviter toute urbanisation dans des zones humides, ou des milieux naturels protégés pour le respect des équilibres naturels. Refuser les permis de construire dans les zones à risque tels que : les zones inondables, ou sur les sols instables. Préserver le réseau écologique constitué de corridors et de réservoirs de biodiversité essentiel à la survie de la faune et de la flore. Enfin, programmer finement l'interface nature-urbanité.
- Articulation du réseau de transport en commun au développement des territoires : le réseau de transport en commun doit être pensé en même temps que la projection d'un quartier durable. Prioriser les endroits déjà desservis par les transports en commun.

<sup>28</sup> Les principes sont basés sur ceux établis par [objectifsecoquartiers.org](http://objectifsecoquartiers.org)

## 2. Echelle du quartier

- La compacité et la densité des quartiers : La densité représente le nombre de logements sur une superficie donnée ; Il est possible d'accroître la densité tout en conservant l'échelle humaine (on parle alors de faible hauteur, hauteur moyenne ou grande hauteur), donc la construction en hauteur ne représente pas le seul moyen d'augmenter le nombre de logements sur une surface donnée. Aussi, il est plus mieux adapté de prévoir différents types d'habitat pour tous les habitants : jeune, retraités, famille nombreuses, célibataires...
- Mixité des activités : Afin de réduire les besoins de déplacements et contribuer au dynamisme économique et social du quartier. Dans les grands pôles d'emplois américains, une entreprise a le potentiel de soutenir directement 10 % de sa surface en activités commerciales et 5 % en activités de restauration. La mixité d'activités est donc cruciale pour le développement de synergies économiques.
- Proximité et richesse des activités commerciales et de services : Assurer donc la proximité de commerces et de services répondant aux besoins fondamentaux des habitants de tous âges au niveau du quartier. Une variété des équipements de proximité peut y être projetés aussi, comme des écoles, des crèches, des espaces de loisirs...
- Créer un réseau de trame urbaine perméable : favorise les courtes distances à parcourir d'un îlot à l'autre ou d'un quartier à l'autre, d'une façon directe et efficace, au détriment des longs trajets.

## 3. Echelle de la rue :

- Pour améliorer la qualité de vie et la santé des habitants : Prioriser les déplacements actifs comme la marche, en aménageant des trottoirs dans chaque coin de rue en limitant leurs encombrements, et tout en installant des dispositifs de repérages pour les personnes aveugles ou non voyantes. Il s'agit aussi d'empêcher les véhicules d'empiéter sur les trottoirs, en posant des potelets ou des obstacles. La sécurité des piétons est aussi un point crucial lors de la traversée des rues, en sensibilisant les usagers de la route ainsi que les piétons, et en prévoyant des aménagements (avancées de trottoirs, chaussée rétrécie, intersections surélevées, signalisation et marquage...). Et enfin, assurer l'entretien des trottoirs en les débarrassant des mauvaises herbes, en les déneigeant, et en le nettoyant des feuilles mortes et détritrus.



Figure 17 : Exemples d'aménagements piétons

- Encourager les déplacements actifs par le vélo : en prévoyant sur chaque rue des aménagements cyclables (des bandes cyclables, des pistes cyclables, et même des double sens cyclables) réservés uniquement aux vélos et trottinettes. Aussi, assurer la sécurité des cyclistes en marquant la séparation entre la piste cyclable et la route, ainsi qu'aux intersections (sas-vélo, feu prioritaire, interdiction du virage à droite au feu rouge pour les automobiles, signalisation, et marquage...). Certaines villes ont, pour encourager l'utilisation des vélos, proposer des voies vertes, des pistes parfois pittoresques, en périphérie des zones urbaines. Et enfin, prévoir des espaces de stationnement vélos performants, près des commerces et d'autres centres d'activités et de loisirs.



*Figure 18 : Exemples de marquage pour les cyclistes*

- Le principe de trottoirs partagés, un trottoir où cyclistes et piétons circulent en même temps, peut être aussi utilisé dans certaines situations spécifiques, comme la présence d'obstacles (ponts...), faible utilisation de la chaussée par les piétons, route ou chaussée dangereuse pour les cyclistes, ou enfin lorsqu'il s'agit d'un tronçon sans danger pour le cycliste.
- Projeter des aménagements publics confortables, en utilisant du mobilier urbain de qualité et des matériaux sains et compatibles avec l'environnement. Donc préconiser la mise en place d'un cadre naturel agréable, avec une qualité architecturale et paysagère où le principe d'intégrer le végétal doit être réfléchi en amont de tout projet urbain.

#### *4. Echelle du bâtiment*

- Assurer avant tout le confort et la qualité de vie des habitants, mais aussi des visiteurs et des employés, en répondant à certains critères, comme :
  - Assurer une ventilation et un éclairage naturel sur toutes les pièces.
  - Intégrer des terrasses, balcons, vérandas et cours dans tous les appartements afin de profiter de l'extérieur tout en assurant l'intimité des résidents.
  - Utiliser des matériaux sains et écologiques qui diminuent les risques sur la santé.
  - Mettre en place une isolation acoustique afin de se prémunir des nuisances sonores venant de l'extérieur.
  - Concevoir des logements « évolutifs » et adaptables aux besoins des ménages.

- Respecter les principes des normes d'accessibilité, et qui sont : perception – utilisable – compréhensible – robuste.



*Figure 19 : Aménagements des espaces extérieurs*

- Développer des bâtiments performants afin de réduire leur empreinte écologique sur l'ensemble de leur cycle de vie, en suivant les principes suivants :
  - Rénover et réhabiliter l'existant.
  - Eviter de surdimensionner les bâtiments, afin de limiter les besoins en énergie.
  - Recycler l'eau de pluie et réutiliser les eaux grises traitées, afin d'économiser l'eau.
  - Gérer les déchets générés par les constructions et donc le recyclage du bâtiment.
  - Favoriser l'utilisation de matériaux de qualité : durables, locaux, performants, recyclés et recyclables.
  - Concevoir des bâtiments bioclimatiques, dont l'implantation et la conception prennent en compte la nature et l'environnement immédiat du bâtiment.
  - Diminuer les consommations en énergies, et intégrer les énergies renouvelables.

## 5. Conclusion

L'intérêt que nous portons aujourd'hui pour la protection de notre planète, nous pousse chaque jour à revoir notre mode de consommation ainsi que notre mode de vie, et à reconsidérer nos villes et nos quartiers. Nos villes se doivent aujourd'hui de respecter les principes du développement durable et de l'urbanisme écologique, tout en étant capable de se maintenir dans le temps pour les générations futures. La « ville écologique » ou la « ville de demain », sera une ville répondant aux besoins de ses habitants, et soucieuse de la préservation des ressources naturelles, sociales, économiques mais aussi culturelles.

Pour arriver à déterminer le potentiel durable des villes, quoi de meilleur que de l'appliquer sur les quartiers, offrant à leurs habitants un confort et une qualité de vie de premier ordre, répondant aux trois piliers du développement durable : activité économique, équité sociale et préservation de l'environnement. Par un long processus complexe, la mise en place de quartiers durables, où les collectivités locales, les urbanistes, les promoteurs et les citoyens s'y croisent, réponds à des normes rigoureuses en matière de consommation d'énergies, et de protection de l'environnement.

## Chapitre IV : L'écoconstruction dans le bâtiment

### 1. Introduction

Les ressources en énergie fossiles se raréfient, la planète s'essouffle, et la démographie s'accroît, par conséquent l'amélioration du pouvoir d'achat et la réduction des inégalités doivent être constamment recherchés. Nous vivons à cet effet, une vraie révolution dans tous les domaines, et notre habitat y est tout aussi lié ; En pleine révolution verte, on cherche constamment à proposer un habitat plus sain, respectueux de l'environnement, et qui permet d'économiser l'énergie, par des solutions techniques et technologiques innovantes.

Face aux nombreux défis à relever, et au constat alarmant des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère dû au secteur du bâtiment, l'écoconstruction apparaît comme une solution et un secteur clé afin de lutter contre le réchauffement climatique et qui vise à bâtir de façon durable et responsable. Vivre près des lieux d'activité et de transport, avoir son propre espace privatif, faire rentrer la compagne à la ville et assurer la diversité sociale de l'habitat sont autant de défis à relever de nos jours.

### 2. Définition

De nombreux termes sont utilisés de nos jours dans le langage du développement durable : écoconception, écoconstruction, écodesign, construction écologique, ou construction durable sont tous des mots désignant la volonté de concevoir des produits, des objets ou des bâtiments respectant les principes du développement durable. L'écoconception recherche ainsi le juste compromis de l'environnement avec toutes les autres contraintes liées à la conception d'un produit quelconque<sup>29</sup>, et de réduire par la même occasion les impacts environnementaux.

L'écoconstruction ou la construction écologique, consiste donc à penser un nouveau mode d'habitat améliorant les performances énergétiques et environnementales d'un bâtiment tout au long de son cycle de vie ; c'est donc des logements ou habitations bénéficiant d'une isolation performante, d'énergies renouvelables, d'équipements peu gourmands en électricité, ainsi qu'une gestion intelligente de l'eau et des déchets.

Une construction écologique limite ainsi les impacts néfastes sur l'environnement et s'y intègre le plus harmonieusement possible, en intégrant des composantes essentielles et qui sont :

- La qualité de vie des clients.
- Le respect de l'environnement.
- La performance économique.
- Le management responsable.

---

<sup>29</sup> Snell Clarke, Gallahan Tim. Manuel de construction écologique : murs en paille, en torchis, en bois cordé, toit végétalisé ; pas à pas, les techniques alternatives de construction.



Figure 20: les principales composantes de l'écoconstruction. Source auteur

### 3. La pensée cycle de vie :

Le maître mot de la démarche dans l'écoconception est la « pensée cycle de vie » : Il faut considérer le cycle de vie complet d'un produit ou d'un bâtiment. Si le produit est recyclé en fin de vie, cet enchaînement des étapes forme une boucle fermée, formant un cercle vertueux qu'on parle démarche « cradle to cradle ». Dans le cas contraire, d'une boucle ouverte, le cycle de vie est appelé « du berceau au tombeau » (cradle to grave).

Le cycle de vie d'un produit passe généralement par 5 étapes :

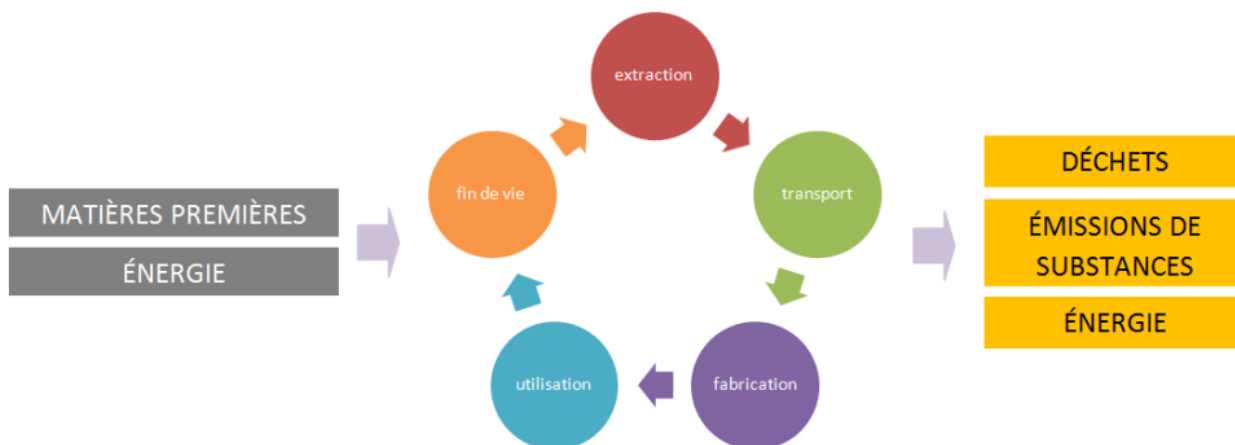


Figure 21 : Pensée « Cycle de Vie » pour un produit fictif (« cradle to cradle »)

Tout produit est donc sources négatives lors de sa confection, mais aussi lors de l'extraction des matières premières, lors de sa distribution et de son utilisation, et enfin lors de sa fin de vie. Ainsi l'empreinte écologique d'un produit ou d'un bâtiment, doit être considérée sur la base de l'analyse cycle de vie ou ACV, qui sert à évoluer (recenser et quantifier) cette empreinte sur



l'ensemble du cycle de vie de ce produit, en intégrant aussi les étapes de marketing, et de la mise sur le marché. Ça permet finalement de se rendre compte des impacts des activités humaines sur l'environnement, et ainsi prendre les mesures adéquates afin d'y remédier sur la base d'une méthodologie et d'une démarche transversale (intégrant toutes les ressources naturelles et énergétiques).

Grace aux études de type AVC on pourra agir efficacement sur les impacts environnementaux des différentes étapes (production...), et redire l'empreinte écologique des produits ou bâtiments favorables aux aspects sociaux, économiques et environnementales durables.

#### ***4. Les caractéristiques d'une écoconstruction :***

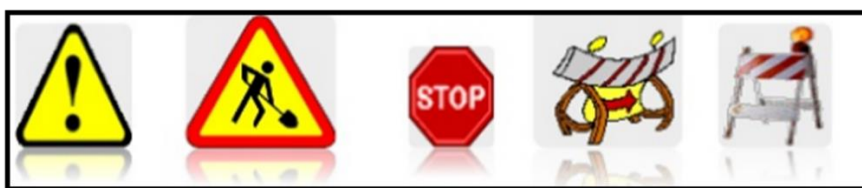
Pour qu'une maison ou un bâtiment soit écologique, il faut qu'il soit respectueux de l'environnement, produit et utilise des énergies renouvelables, pollue le moins possible, utilise des matériaux écologiques, et réponds aux besoins des habitants. Pour cela, on va intervenir sur différents aspects :

- Le chantier : qui respecte l'environnement.
- L'utilisation des énergies renouvelables dans le bâtiment.
- Les matériaux de construction : d'origine naturelle, recyclables, ou ne produisant pas d'énergies polluantes.
- Les équipements : pour réduire la consommation en énergie.

##### *1. Le chantier*

Tout chantier de construction ou de démolition génère un volume important de déchets, mais aussi des nuisances sonores et atmosphériques nuisibles à la santé des riverains et à l'environnement. Un chantier est dit « propre » ou « vert », lorsqu'il répond à un certain nombre d'exigences et de normes qualifiées durables dans le respect de la qualité environnementale mis en place lors de la conception d'un bâtiment.

L'impact carbone de la phase construction doit dépendre avant tout de la décarbonation des engins de chantier, en privilégiant l'utilisation d'engins électriques, ou en utilisant des biocarburants donc moins polluants et consommant moins d'énergies fossiles. Il faut aussi optimiser les acheminements de matières (mutualisation) et réduire les distances de transports via un approvisionnement de proximité. Organiser le trafic généré par le chantier passe aussi par l'utilisation d'une signalisation temporaire appropriée, afin d'assurer la sécurité des passants et des agents travaillant dans le chantier.



*Figure 22 : Quelques panneaux de signalisation temporaire*

La gestion des déchets de chantier, a pour objectifs :

- D'économiser les ressources naturelles et limiter la pollution par enfouissement ou décharges sauvages.
- De réaliser des économies pour le chantier en réduisant fortement les coûts d'évacuation des déchets.
- De réduire les nuisances du chantier (poussières, boues, bruits...) comme de limiter l'impact visuel sur l'environnement immédiat, les envois de déchets et de poussières.
- D'améliorer les conditions de travail sur le chantier : Un chantier rangé, sans déchets laissés au sol permet une amélioration des conditions de travail, une réduction de la pénibilité des tâches et une augmentation des rendements.

Un chantier propre doit donc utiliser le moins d'énergie possible tout en réduisant au maximum les déchets pour une meilleure qualité environnementale mis en place lors de la conception d'un bâtiment, en suivant des étapes indispensables à la gestion de déchets et qui sont :

- Définition d'un plan de gestion des déchets.
- Sensibilisation des ouvriers.
- Mise en place des moyens de tri sur chantier.
- Suivi et maîtrise des déchets dangereux.

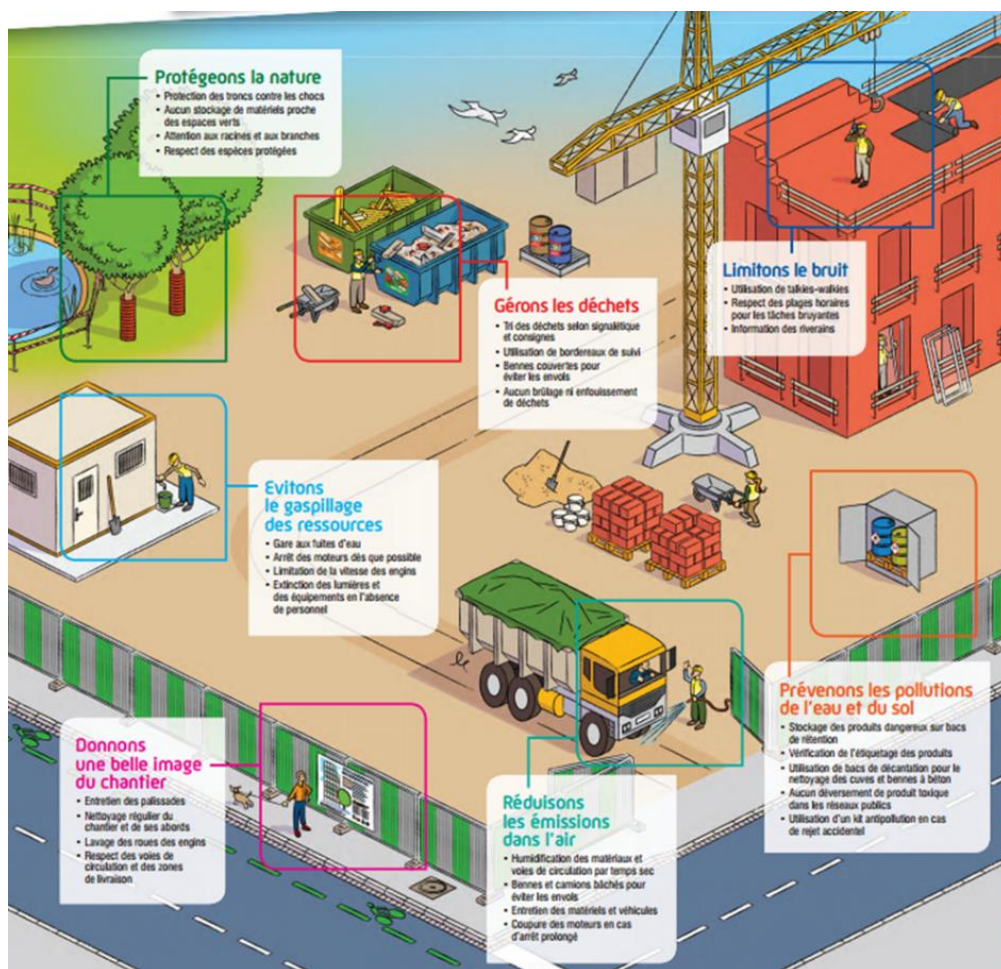
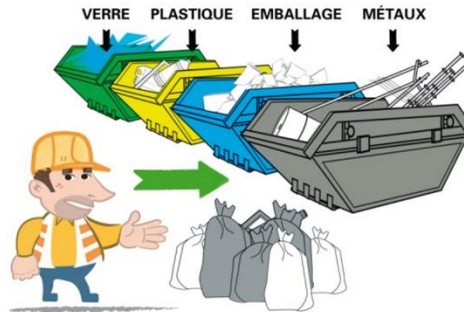


Figure 23 : Principes de base d'un chantier propre. Source [www.ffbatiment.fr](http://www.ffbatiment.fr)

Les types de déchets rencontrés dans les chantiers sont : les déchets inertes tels que le béton, les tuiles, les gravats, les carrelages...aussi les déchets banaux comme : le bois, les métaux ferreux et non ferreux, les vitrages, les plastics...en enfin les déchets dangereux comme : les peintures, les vernis, l'amiante, les solvants...



*Figure 24 : Le tri sélectif dans les chantiers*

Le dernier point est celui d'organiser l'information des riverains avant le début des travaux, pendant les travaux et à la fin des travaux. Il est primordial de les informer sur le contexte du chantier, la durée des travaux, les nuisances possibles, l'état d'avancement du chantier, et enfin la personne à contacter en cas de problème ou de plainte.

### *2. L'utilisation des énergies renouvelables :*

Il existe de nos jours un choix multiples d'énergies renouvelables à utiliser, tout aussi complémentaires les unes que les autres. Ces énergies permettent non seulement de faire des économies d'énergie, mais sont aussi porteuses de développement de nouvelles offres d'emplois et d'investissements. Elles permettent aussi aux bâtiments anciens et nouveaux, de réduire leurs besoins extérieurs en énergie avec même des surplus de production à partager, donc plus de sobriété énergétique en faveur de l'environnement.

On peut trouver le solaire thermique (eau chaude et planchers chauffants), le petit éolien (électricité), la biomasse (chauffage), la géothermie (chauffage et climatisation), le photovoltaïque (électricité), et même un assemblage de deux ou plusieurs énergies renouvelables ; tous les acteurs des filières peuvent travailler en synergie pour créer des bâtiments en parfait accord avec ses usages, répondant au confort durable et économes en ressources. Les progrès techniques permettent aujourd'hui de profiter des énergies renouvelables à domicile, non polluantes, elles présentent de nombreux avantages et ne s'épuisent donc jamais.

### *3. Le choix des matériaux de construction :*

Mais aussi des matériaux isolants, et des types de revêtements. Le domaine des matériaux de construction, tout comme d'autres domaines, subit lui aussi les effets du progrès technologique à la recherche de matériaux plus performants, plus économiques et qui durent dans le temps.

En plus, et face aux enjeux du développement durable, il faudra limiter les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre, économiser les ressources naturelles non renouvelables, penser à la déconstruction... Tout en améliorant les propriétés d'usages des matériaux et des ouvrages et en veillant à la santé et au confort des personnes<sup>30</sup>.

On ne peut aborder ni concevoir une construction écologique sans parler des matériaux la constituant, et qui doivent être plus performants sur tous les plans : résistance, esthétique, isolation, collecte, stockage... évoluant constamment.

Le choix d'un matériau doit prendre en compte donc le cycle de vie de ce dernier ; depuis l'extraction, la fabrication, le transport, la pose, l'entretien et enfin le recyclage, en privilégiant une main d'œuvre et des matériaux locaux, dans un souci de protection de la planète et afin de réduire l'impact environnemental des constructions, notamment en matière de transport et de transformation des matériaux.

Les éco matériaux ou matériaux biosourcés ; des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale, doivent être :

- Non nuisible à la santé.
- Présenter une aptitude à l'emploi et à la mise en œuvre et durabilité.
- Peu énergivores, et renouvelables.
- Répondent à un développement durable équitable.
- Des matériaux isolants très performants.

Quelques exemples de matériaux biosourcés :

- Isolant métisse : un isolant biosourcé, sain et recyclable fabriqué à partir de textiles et de vêtements recyclés.



*Figure 25: L'isolant métisse*

- Membrane Derbipure : Première membrane non bitumeuse, pour l'étanchéité à base de résine et huiles végétales, est entièrement recyclable. De couleur blanche, elle assure une parfaite réflectivité des rayons solaires.

---

<sup>30</sup> Septième édition des Journées scientifiques du Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton (RF)



*Figure 26 : La membrane derbipure*

- Brique monomur : Bonne capacité isolante, et offre un habitat sain.
- La brique silico-calcaire : La brique silico-calcaire est un mélange de calcaire, de sable siliceux, de chaux et d'eau moulé sous pression et ensuite séché à 200 degrés. Sa fabrication nécessite peu d'énergies et n'est pas dangereuse pour la santé.



*Figure 27 : La brique silico calcaire*

- Le parpaing en bois : plus léger qu'un parpaing traditionnel, on l'appelle parfois « lego » vue qu'il est encastrable. Il est résistant et résolument écologique, car il est souvent fabriqué à partir de chutes de bois, il permet de réaliser des constructions stables et solides.



*Figure 28: Le parpaing en bois*

- Le béton de chanvre : Le béton de chanvre est fabriqué à partir des débris de chanvre (la chènevotte) et un liant à base de chaux. Il sert à l'isolation des sols et toitures, ou comme béton ou enduit, en vrac ou en panneau.
- La laine de mouton : très bon isolant thermique, sa capacité d'isolation est semblable au liège, au lin ou encore au chanvre.

La terre crue, la paille, le liège, la chaux, le bambou sont tout autant des matériaux écologiques et renouvelables, utilisés par nos aïeux dans les constructions anciennes, et qui satisfaisaient tout autant aux exigences du développement durable.

Les matériaux de récupération ou les matériaux recyclés, sont des matériaux auxquels on offre une seconde vie ; ça peut être des déchets de chantiers comme des poutres ou des poteaux en bois, des dallages en pierre, ou même des structures en acier. Pour les matériaux recyclés, ça concerne le béton, l'acier, le verre ou les plastiques.

Enfin, pour qu'un matériau soit durable il doit posséder une faible empreinte écologique, et offrir des caractéristiques de bonne résistance thermique (un confort d'été et d'hiver), une bonne absorption acoustique, être le moins polluant possible, et répondant donc au confort et à la durabilité des villes de demain.

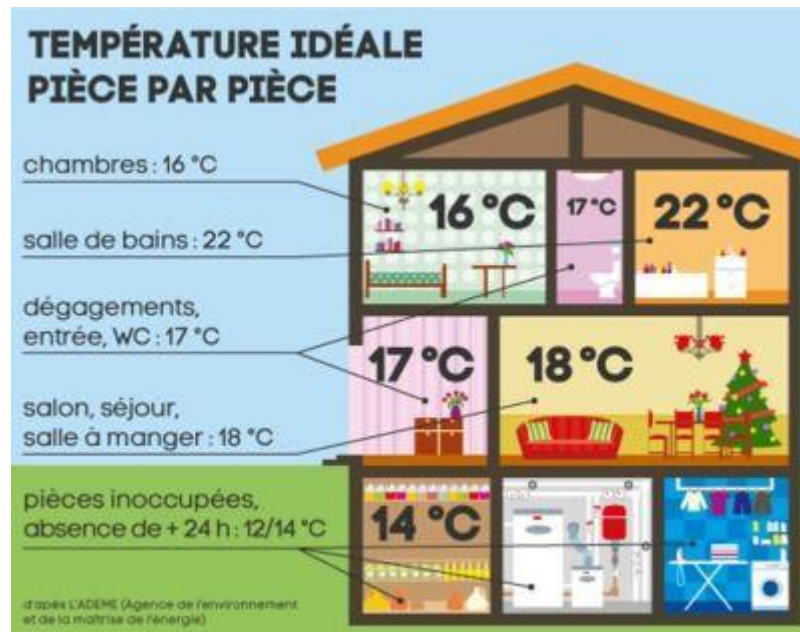
#### *4. Utilisation des équipements*

La consommation d'énergie varie d'un foyer à l'autre en fonction des modes de chauffage, de cuisson et d'eau chaude sanitaire utilisés bien sûr, mais aussi de l'isolation et de facteurs propres à chaque foyer : nombre de personnes, niveau d'équipement en appareils électriques et électroménagers ; durée quotidienne d'utilisation, puissance des appareils, localisation géographique...

Depuis quelques années, la consommation d'énergie entre nos différents besoins et appareils à évoluer, faisant des coûts d'installation et d'entretien ainsi que de l'impact écologique de la consommation des points cruciaux à traiter. L'un des objectifs à atteindre pour chaque foyer est de baisser sa consommation énergétique surtout dans les situations météorologiques les plus extrêmes, et donc baisser sa consommation en énergies fossiles. Plusieurs solutions et plusieurs gestes peuvent être abordés à ce sujet, nous en citons les plus importants :

- Diminuer les dépenses électriques : en privilégiant les lampes à basse consommation (ou les ampoules LED), moins cher à l'utilisation, recyclable, ne contiennent pas de mercures, et avec une longue durée de vie. En pensant aussi à éteindre les appareils électroniques, électroménagers et audiovisuels (ordinateurs et consoles de jeux) au lieu de les laisser en veille, et faire une économie jusqu'à 10% sur la facture d'électricité. On peut aussi activer le mode « éco » en utilisant certains appareils ménagers comme le lave-vaisselle, ou les machines à laver en activant le cycle court de lavage sans perdre en qualité de nettoyage. Enfin, penser à intégrer la domotique dans les grands appartements, un dispositif intelligent qui permet d'analyser et d'optimiser sa consommation en temps réel.
- Chauffage et éclairage performant : Le confort des utilisateurs : éclairage, chauffage, renouvellement d'air...est synonyme de performance d'un bâtiment. Il est indispensable de maîtriser la température de chauffage des pièces : les pièces à vivre sont à maintenir à une température idéale entre 17 et 20 degrés, les pièces les moins utilisées (cellier) à 14 degrés, tout comme il faut baisser le chauffage en cas d'absence. Il faut aussi aérer les espaces afin de pouvoir évacuer l'humidité présente, une aération en mode chauffage

éteint. Le gaz naturel utilisé aussi pour la cuisson et l'eau chaude sanitaire représente une consommation importante dans les ménages, d'où l'importance de bien régler son chauffe-eau et d'entretenir sa chaudière, de réduire son temps passé sous la douche, et de cuisiner malin et économe pour réduire sa facture d'électricité. Il faut profiter également de la lumière et de l'éclairage naturel, en plaçant par exemple les canapés, et les bureaux près des fenêtres. Et enfin le dernier point important est celui de l'isolation des habitations (isolation des combles, des murs, le double vitrage...), en évitant autant que possible les déperditions thermiques tout en gagnant en confort.



*Figure 29 : La température idéale par espace*

- Vérifier l'étiquette énergie : sur tout appareil ménager acheter. Les échelles d'étiquette énergie varient de A à G, un appareil électrique de classe A, plus cher à l'achat, consomme en moyenne 45% de moins qu'un équipement de classe D, et permet d'être rapidement rentabilisé grâce aux économies induites.
- Les économiseurs : Il existe aussi de nos jours des équipements performants en économie d'énergie, et qui aident à réduire considérablement les factures d'énergie. On cite à titre d'exemples : les programmeurs de chauffage : qui permettent d'avoir une température ambiante dans toute la maison selon les moments de la journée, les récupérateurs d'eau de pluie : où l'eau de pluie est acheminée vers des cuves en extérieur où une pompe renvoie à son tour l'eau dans le réseau du logement, et les coupes veilles : à placer sur les prises électriques et qui coupent la mise en veille d'un appareil lorsque celui-ci est éteint.

De manière générale et afin de réduire la consommation en énergie, il faut évoluer ses habitudes quotidiennes tout en adoptant de nouveaux gestes en analysant tout le cycle de vie d'un bâtiment (ACV), de la phase de construction jusqu'à la phase de démolition.

## 5. Les types d'habitation écoconstruction :

### 1. La maison BBC :

Le label Haute Performance Environnemental (HPE) compte cinq niveaux dont le plus élevé est le label BBC ou Bâtiment Basse Consommation, qui correspond à la réglementation thermique 2012 (RT 2012 en France) et qui a pour objectif de fixer une limite à ne pas dépasser en termes de consommation d'énergie pour les constructions neuves (une consommation maximale de 50kWh/m<sup>2</sup> par an) et selon les régions.

Les maisons qui répondent à cette norme doivent alors respecter certaines mesures concernant le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage, elle est donc devenue obligatoire en France pour les logements neufs. Il s'agit donc d'un bâtiment dont la consommation énergétique est moindre par rapport aux autres bâtiments, répondant à certains critères : une conception intégrée à l'environnement immédiat ( une orientation sud des pièces à vivre avec de larges ouvertures pour permettre le passage du soleil et de la lumière en hiver, et de la végétation à l'extérieur pour un rafraîchissement en été) ; une bonne isolation thermique et une bonne gestion de la ventilation (isolation des plafonds, des planchers et des murs) ; une performance des équipements électriques et électroménagers, le chauffage, l'eau chaude et la climatisation fonctionnant aux énergies renouvelables (le recours aux énergies renouvelables est une exigence de la réglementation).

C'est des bâtiments qui émettent donc peu de gaz à effet de serre, et qui présentent de nombreux avantages dont le fait de réduire le budget du foyer en matière de consommation d'énergie : le label BBC et la performance énergétique de la maison, lui confère une plus-value incontestable.



*Figure 30: Quelques exemples de maisons BBC*

### 2. La maison HQE :

Ou le label Haute Qualité Environnemental, il s'agit d'une démarche qui considère le bâtiment dans sa globalité, en rapport avec son environnement, et ses habitants de la phase conception



jusqu'à sa démolition. Le label HQE repose sur respect des termes du développement durable et sur le management responsable du projet de construction, se basant sur 14 cibles à atteindre :

- Écoconstruction
  1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat
  2. Choix intégré des procédés et des produits de construction
  3. Chantier à faible nuisance
- Eco-Gestion
  4. Gestion de l'énergie
  5. Gestion de l'eau
  6. Gestion des déchets d'activités
  7. Gestion de l'entretien et de la maintenance
- Confort
  8. Confort hygrothermique
  9. Confort acoustique
  10. Confort visuel
  11. Confort olfactif
- Santé
  12. Conditions sanitaires des espaces
  13. Qualité de l'air
  14. Qualité de l'eau

La démarche HQE est appliquée dans le secteur du bâtiment tant pour le résidentiel que le tertiaire, et apporte une réponse tant aux préoccupations des habitants en termes de confort et santé, d'économies d'énergies et de ressources<sup>31</sup>.

### 3. *Le bâtiment passive :*

Ou maison très basse consommation énergétique qui tire son origine du label « Passivhaus <sup>32</sup>» un label venu d'Allemagne, répond au principe que le bâtiment peut lui-même générer l'énergie dont il a besoin, en plus de recourir aux énergies renouvelables passives et à une isolation ultra performante.

Ce type de maisons peuvent s'alimenter de leur propre énergie, et utiliser la chaleur dégagée par les apports internes de la maison (les occupants, les appareils...), et celle apportée par le soleil à l'extérieur ; donc des maisons pouvant se passer du chauffage tout en répondant aux besoins des occupants. Pour qu'un bâtiment puisse être qualifié de passive, il doit répondre à certains critères :

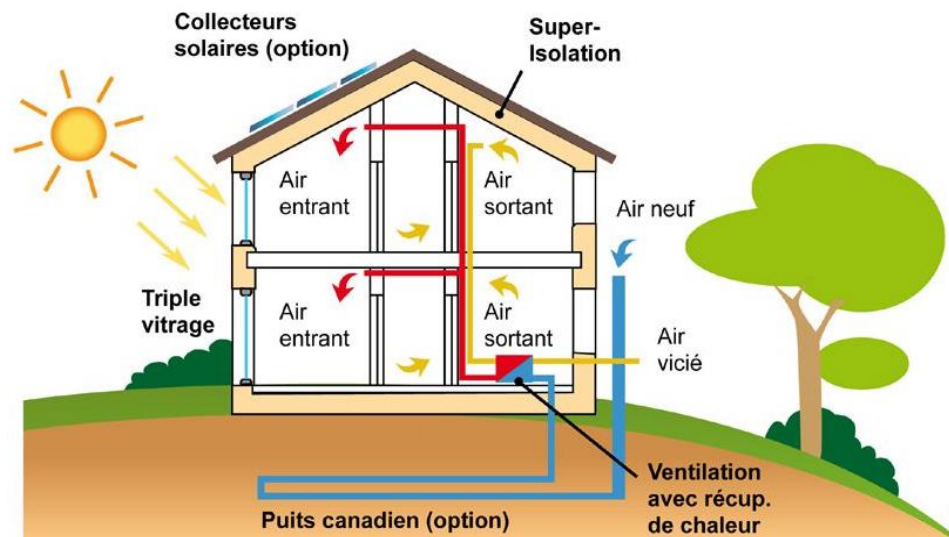
- Une bonne isolation thermique des murs avec des épaisseurs variant entre 12 et 16 cm, mais aussi du toit et du sol.

---

<sup>31</sup>Éd. "Le Moniteur". Caractéristiques des produits pour la construction durable : choisir et prescrire des solutions environnementales adaptées.

<sup>32</sup> Maison passive en français

- Une bonne étanchéité à l'air.
- Utilisation d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) avec un échangeur de chaleur.
- Un besoin en chauffage inférieur à 15kWh par mètre carré et par an.
- Pour un important apport solaire, les pièces doivent être orientées au sud.
- Une élimination des ponts thermiques, et une utilisation du triple vitrage.
- Utilisation d'appareils économes en énergie.



*Figure 31 : schéma d'une maison passive*

Appelé souvent comme « maison sans chauffage » elle consomme jusqu'à 90 % d'énergie de chauffage en moins qu'une construction existante, et répond donc aux mêmes règles de conception qu'une maison bioclimatique.

#### 4. La maison positive :

La maison positive ou bâtiment à énergie positive (BEPOS) a pour objectif de produire plus d'énergie qu'il n'en consomme en un an. Grâce à un mode d'emploi spécifique, ce type de maison, autonome en énergie, utilise les mêmes principes de construction qu'une maison passive, mais est également dotée d'une unité de production d'énergie.

Il s'agit donc d'un type d'habitat permettant de faire des économies en énergie, d'en être autonome et de se permettre de revendre cette énergie en surplus, d'être doté donc d'une véritable indépendance énergétique. En plus, d'impliquer de nouveaux comportements à adopter par les utilisateurs, l'utilisation de produits locaux et d'équipements économes est à privilégier.

Quelques critères sont à définir pour concevoir une maison à énergie positive :

- Intégrer le bio climatisme dans la conception,
- La performance de l'isolation thermique.
- Minimiser ses consommations en chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire et climatisation.

- La récolte des eaux pluviales et le traitement des eaux grises.
- La présence d'un système de stockage de l'énergie.

Grâce aux BEPOS, cette transition énergétique tant convoité de nos jours peut être atteinte, en proposant des bâtiments durables et autonomes en énergie, en créant un juste équilibre entre les comportements des utilisateurs, la conception architecturale et les équipements utilisés.

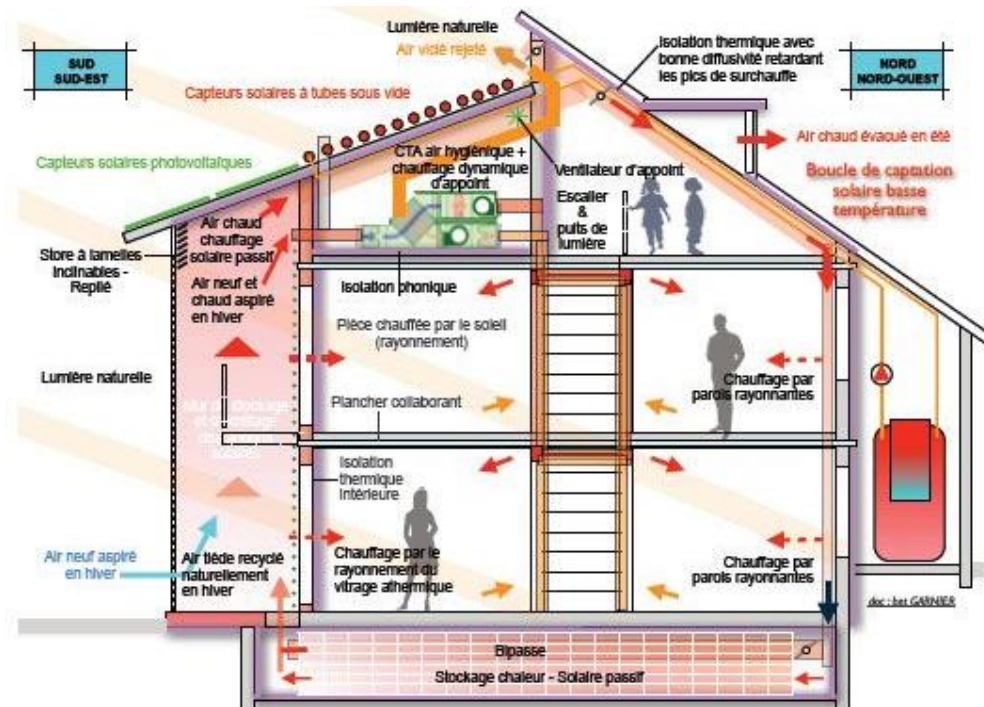


Figure 32 : Principes maison à énergie positive

### 5. La maison bioclimatique :

La conception bioclimatique est une conception intelligente et environnementale, visant à faire de l'environnement du bâtiment et des matériaux le composant un atout, afin d'obtenir de meilleures conditions de vie et de confort visuel, acoustique et thermique le plus naturellement possible. Tiré profit donc du rayonnement solaire et d'une circulation naturelle de l'air, sans inclure ni panneaux solaires, ni éoliennes permettront symbiose entre l'espace de vie et le milieu dans lequel il prend place.

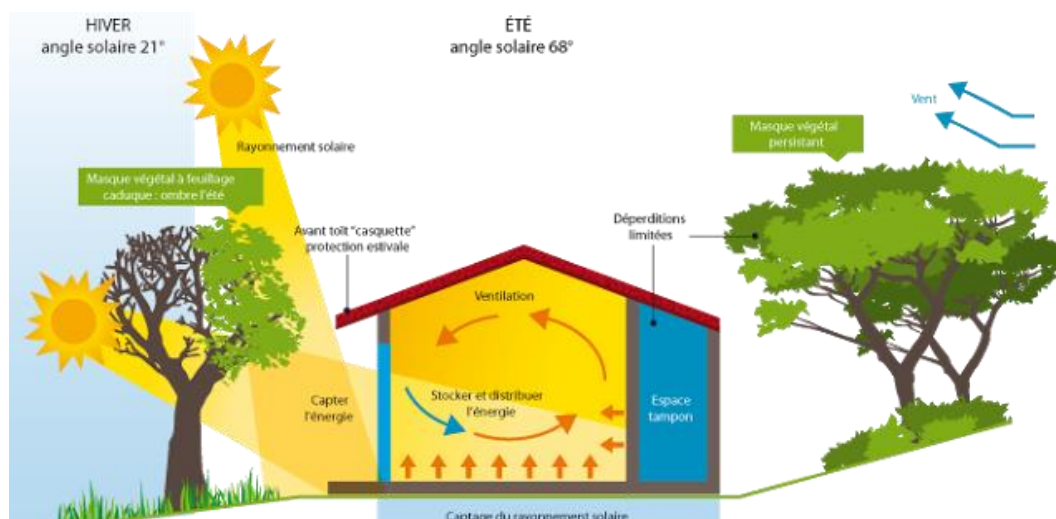
La construction bioclimatique ne répond pas à un cahier des charges précis, comme c'est le cas pour les constructions BBC, BEPOS ou celles bénéficiant du label maison passive. Il s'agit tout simplement de réussir l'intégration du bâtiment selon le climat dans lequel il se trouve, et selon la géographie du lieu (montagnes, en bord de mer, plaines...).

Parmi les critères à considérer lors de la conception bioclimatique :

- Déterminer l'ossature du bâtiment (la forme, la taille et la hauteur), en fonction des spécificités de l'environnement (l'exposition du terrain, sa végétation, la faune présente, le taux d'ensoleillement...) : privilégier les bâtiments compacts de forme carrée ou

rectangulaire et proscrire des maisons avec des formes variées pour réduire la surface en contact avec l'extérieur.

- Utiliser les ressources naturelles de son lieu d'implantation : le rayonnement solaire, le vent, l'humidité, le relief, le micro climat urbain, l'altitude et la végétation comme des arbres à feuilles caduques pour apporter de l'ombre aux pièces de vie en été, ou des plantes grimpantes.
- Bien orienter son habitation : orienter la maison en plein sud pour la chauffer naturellement à moindre frais, et installer les pièces de vie au sud, et réserver l'orientation au nord pour des pièces qui peuvent rester plus fraîches.
- Privilégier des matériaux de construction bénéficiant d'une isolation très performante et d'une forte inertie thermique (emmagasiner la chaleur en hiver et garder la fraîcheur l'été).
- Éviter les ponts thermiques pour éviter les pertes de chaleur.
- Assurer une bonne étanchéité à l'air par des parois performantes tout en évitant les problèmes d'humidité.
- Trouver des solutions de protection solaire en été, tout en permettant le passage des rayonnements et la lumière en hiver.



*Figure 33: principes de base d'une conception bioclimatique*

La conception bioclimatique traite surtout des aspects biologiques et climatiques en réduisant les dépenses énergétiques, et suit à cet effet une méthodologie précise<sup>33</sup> :

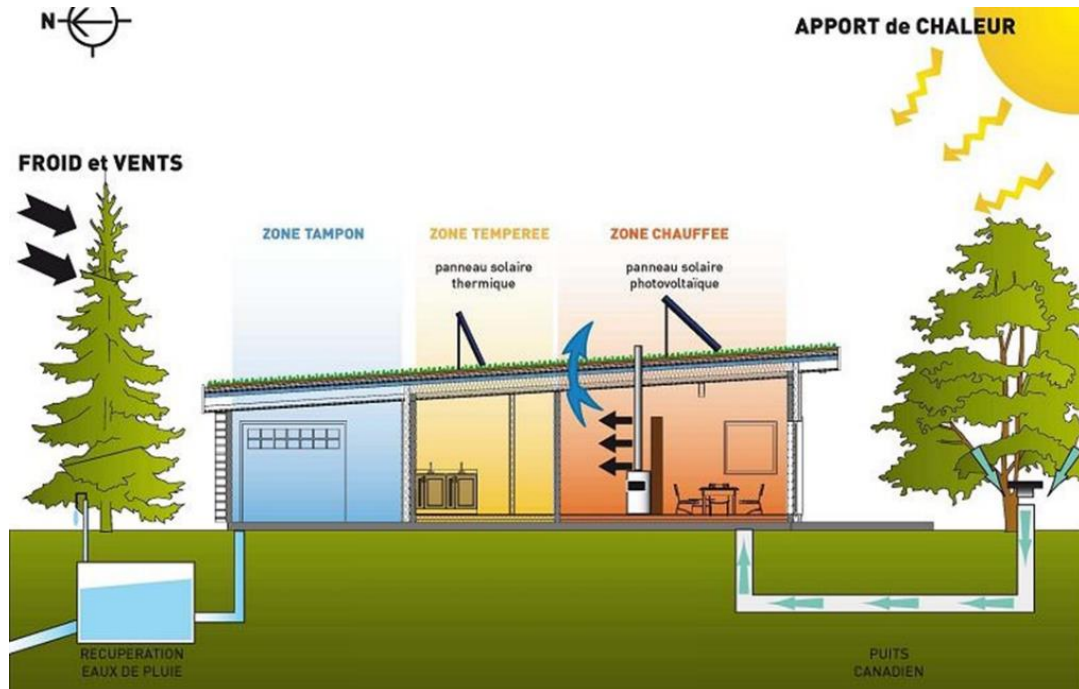
- Capturer et se protéger de la chaleur :

Cela dépend de la zone géographique ; dans l'hémisphère nord et en hiver c'est la façade sud qui reçoit un rayonnement suffisant pour chauffer le bâtiment d'une manière passive et gratuite.

<sup>33</sup> Denise Bauer ; Robert Rosset. Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes.

En été, il convient donc de protéger la façade orientée sud via des systèmes de protection solaire. Quant aux façades est et ouest, moins exposées au soleil, des protections solaires horizontales peuvent suffire.

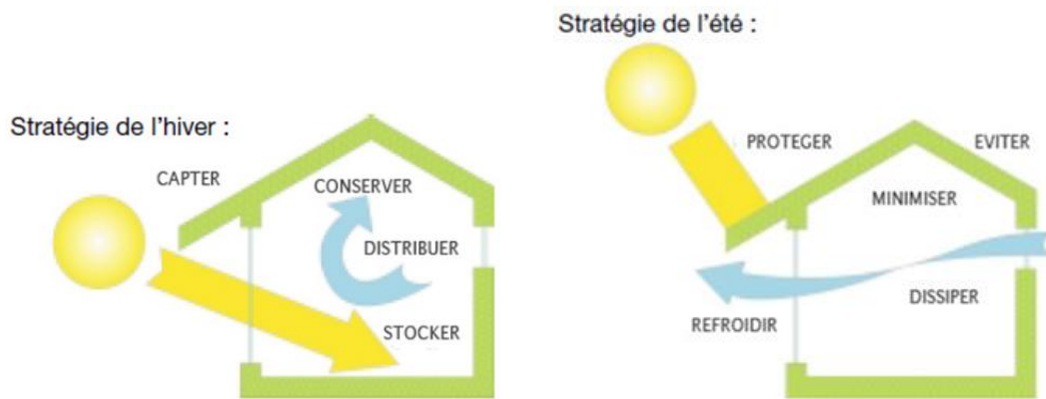
Lors de la conception de l'habitation l'architecte doit aussi disposer les espaces selon l'orientation par rapport aux points cardinaux : Disposer au nord tout ce qui est espaces tampons comme le garage, le cellier ou la buanderie, à l'est et à l'ouest les pièces tempérées comme les chambres, au sud tous les espaces de vie comme le séjour, la cuisine ; cette disposition permet un meilleur gain solaire.



*Figure 34 : Repartition des espaces d'une habitation dans une maison bioclimatique*

- Transformer et diffuser la chaleur :

Il s'agit de diffuser la chaleur transformée par le captage des rayonnements solaires au sein des pièces via un système de ventilation, afin de maintenir un équilibre thermique dans le bâtiment. Pour que la lumière captée soit convertis en chaleur au niveau des sols, il faut favoriser des sols foncés, d'utiliser des teintes variables sur les murs et de mettre des teintes claires au plafond, plus aptes à réfléchir la lumière.



**Figure 35 :** Stratégie de captage et de distribution de la chaleur

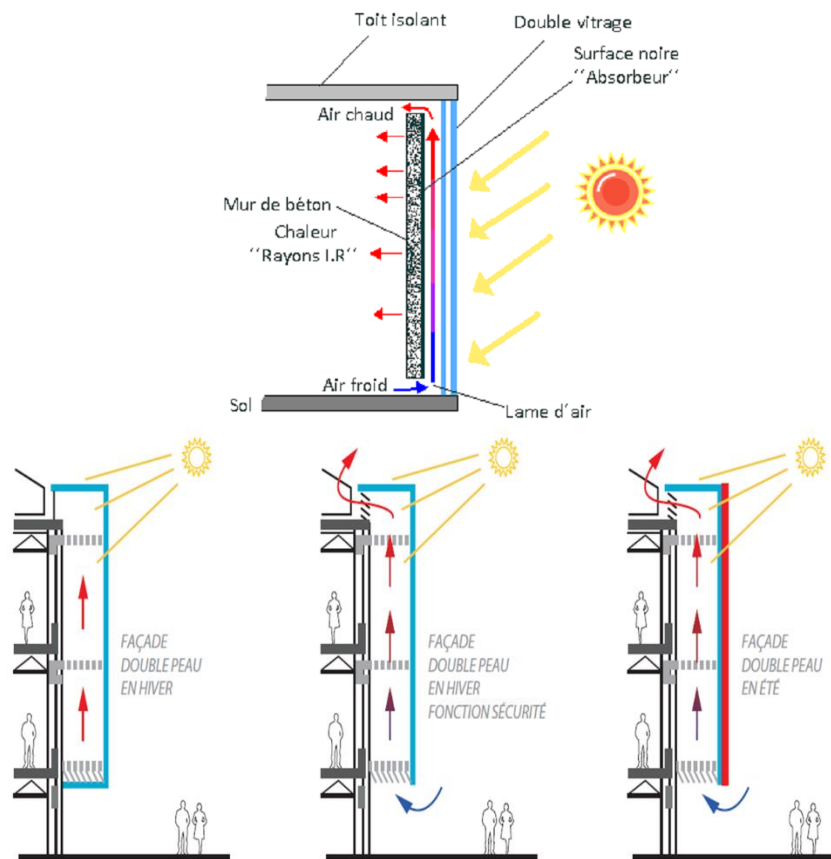
- Conserver la chaleur ou la fraîcheur :

En hiver, il s'agit de conserver l'énergie solaire captée à l'intérieur de la maison, et en été c'est la fraîcheur nocturne qui doit être stocké pour limiter les surchauffes pendant la journée. L'utilisation des matériaux lourds à fort inertie est à privilégier dans ce cas.

Une architecture bioclimatique est donc une architecture qui compose avec l'environnement en prenant conscience des atouts et des contraintes du site, en se basant sur une bonne gestion de l'air, de la chaleur et du froid en limitant les déperditions en hiver, et en évitant les surchauffes en été. Certaines solutions et techniques peuvent être proposées dans la conception d'un bâtiment bioclimatique :

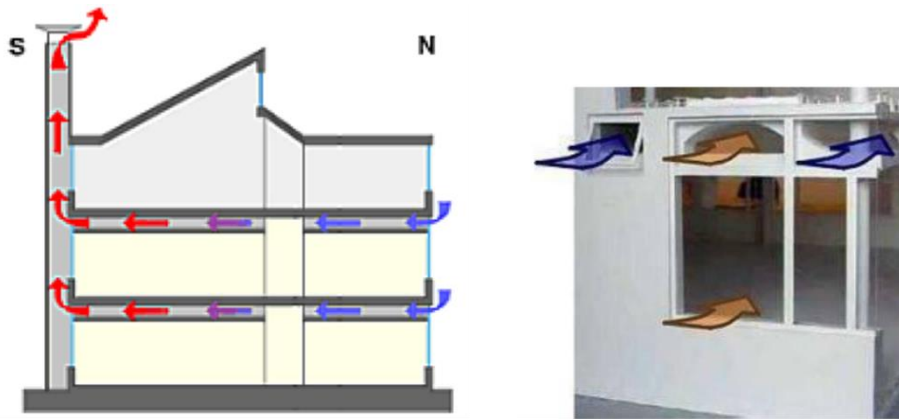
- Les murs capteurs : Le principe du mur capteur accumulateur est de chauffer un mur par conduction, par le biais des rayons solaires qui traversent un vitrage ; la chaleur peut ainsi se diffuser ensuite vers l'intérieur pour chauffer les espaces la nuit. Ce type de mur est installé généralement dans la façade sud pour permettre un maximum de rayonnement. Il en existe trois types ; le mur trombe : qui se compose d'un mur en béton avec un vitrage en laissant une lame d'air entre les deux ; le mur rayonnant mixte ou le mur « double peau » : la lame d'air entre le mur et le vitrage est plus grande et le mur possède des ouvertures comme des porte ou fenêtres permettant l'aération ; et enfin le mur capteur en bois : où c'est des panneaux en bois massif qui ont remplacé le mur<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Moniteur. « Les déclinaisons du mur Trombe - Cahiers Techniques du Bâtiment (CTB) ».



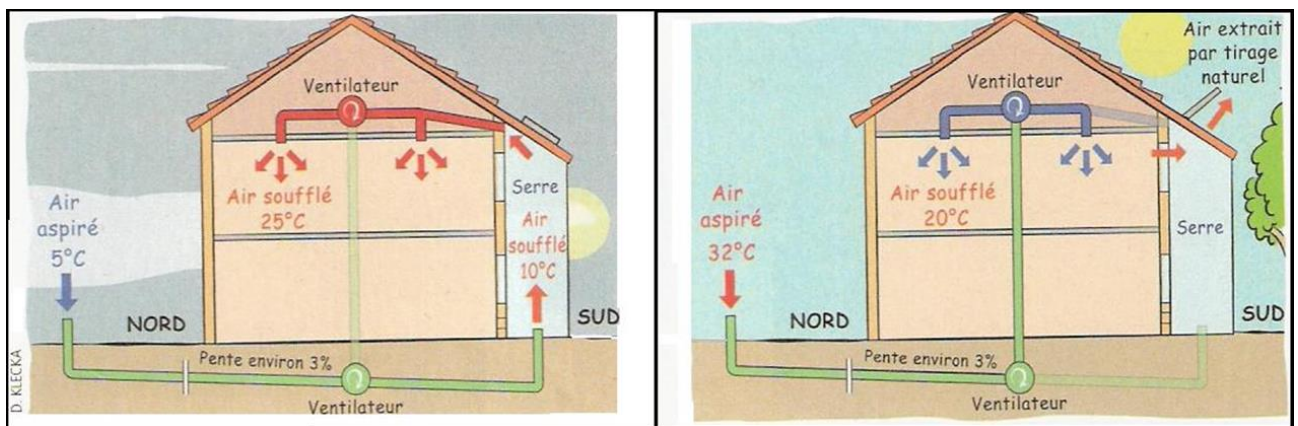
**Figure 36 :** En haut : Schéma de principe d'un mur trombe, En bas : d'un mur ou façade double peau

- Les dalles actives : Le principe consiste à faire circuler de l'air extérieur ou de l'eau dans les planchers de l'immeuble afin de refroidir la masse thermique du bâtiment par le biais de serpentins. La dalle active est un plancher de structure rendu active sur le plan du confort thermique du fait de sa capacité à transmettre du rafraîchissement ou du chauffage aux pièces. Elles répondent à certains principes : La surface de contact entre le plafond et l'air ambiant est plus importante qu'avec un plafond plat ; dans la journée, l'air est guidé d'une façade vers l'autre et assure la ventilation du bâtiment, alors que les clapets sont fermés, la nuit, les clapets sont ouverts et l'air extérieur frais parcourt un conduit en béton qui traverse la pièce ; l'eau circule dans les tubes noyés dans la dalle qui accumule les charges thermiques de la pièce ainsi que les apports extérieurs où de l'eau chaude circule en hiver, et de l'eau froide circule en été ; les dalles actives ont la capacité d'absorber les charges thermiques des pièces ainsi que les apports extérieurs.



*Figure 37: Fonctionnement d'une dalle active*

- Les puits canadiens ou provençaux : Principe de ventilation naturelle, les puits canadiens consistent à faire passer dans le sol (une profondeur de 1.5 mètre) des tuyaux qui contiennent de l'air neuf de renouvellement qui est capté de l'extérieur et diffusé à l'intérieur. Grâce à la température constante du sol l'air est donc chauffé en hiver et rafraîchi en été.



*Figure 38 : Fonctionnement d'un puits canadien et provençal*

- Les serres bioclimatiques : ou la serre solaire passive sert à stocker l'énergie solaire durant la journée et de la restituer la nuit, ou dans les moments pluvieux et froids. L'orientation optimale de ce type de serres reste bien sûr en plein sud pour profiter au maximum des rayonnements en hiver, en été il existe des solutions afin de palier contre la chaleur à l'intérieur de la serre (la végétation, des vitrages réfléchissants, des stores...) Pour une meilleure inertie thermique, il est conseillé d'employer des murs en béton, briques pleines, terre crue...





*Figure 39: Quelques exemples de serre bioclimatiques*

- Les étagères à lumière : Il s'agit d'une protection solaire horizontale, dont la surface supérieure est réfléchissante, combiné à une ouverture vitrée au-dessus, dont le rôle est de laisser passer la lumière réfléchi à l'intérieur de la pièce. La lumière pénètre ainsi profondément dans la pièce, en réduisant l'éblouissement et en augmentant l'éclairage naturel. Les étagères peuvent être placées à l'intérieur comme à l'extérieur, et positionné à différents niveaux de la paroi vitrée. Il est aussi préférable de les faire en métal ou en béton, des matériaux très résistants, et ont donc un rôle important afin de limiter les surchauffes en été et avoir des apports gratuits en hiver.



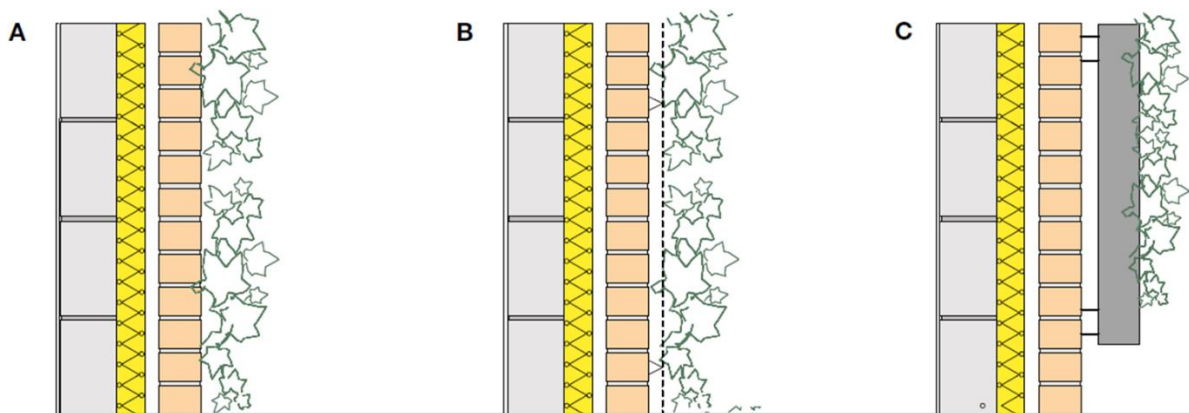
*Figure 40: Les étagères à lumière dans les bâtiments*

- Les façades végétalisées : Le terme général « mur vert » (green wall) désigne les façades végétalisées. On distingue les façades vertes, qui prennent racine dans le sol et sont directement ou indirectement liées à la façade, et les Living Wall Systems ou « murs végétaux », ancrés dans la façade. Le rôle de la façade végétalisée est d'améliorer le confort d'été, donc le confort thermique, le confort acoustique, mais aussi participer à l'esthétique extérieur et urbaine. La végétalisation peut se faire soit directement à partir du sol via une structure porteuse, ou bien en intégrant la flore au bâtiment, via des balconnières, des mini-jardinières, ou encore grâce à des murs directement conçus pour être végétalisés. Les façades végétalisées sont construites à partir de plantes grimpantes, et peuvent occasionner quelques dommages aux murs, donc un choix judicieux de la végétation et des structures de soutien est à préconiser. Ces structures de soutien peuvent être réalisées en bois, de câbles et fils de fer, en fibre de verre ou de cordes.



**Figure 41:** Exemples de façades végétalisées

Quant aux murs végétaux, où la plante ne prend pas racine du sol, mais dans des supports fixés à la façade, se composent de panneaux pré végétalisés, de modules, de bacs ou de sacs végétalisés ou encore de géotextiles. Il requiert à cet effet, un système d'irrigation et un entretien efficace et quotidien. Parmi les nombreux avantages des façades végétalisées c'est qu'elles constituent avant tout un corridor écologique en ville, vue qu'elles sont des espaces de repos et de nidification pour l'avifaune et des gîtes hivernaux pour les insectes ; aussi une source de nourriture pour les oiseaux et insectes. Par le biais des façades végétalisées on pourra diminuer le nombre de collisions d'oiseaux contre les façades d'immeuble en réduisant la transparence et la réflexion du verre.



**Figure 42 :** De gauche à droite : façade végétalisée enracinée dans le sol, façade végétalisée reliée au mur, mur végétal.

- Les toitures végétalisées : elles se présentent soit en pente, soit plate, et dans lesquelles on fait pousser de la végétation sur un substrat mince qui varie entre 100mm et 300mm, qui dépend du type de toit et de la fonction attribuée à la toiture. Il existe deux types de toitures végétalisées : soit en bac pré cultivés et donc prêts à être posé directement ; soit sous forme d'un tapis végétalisée sous forme d'un rouleau et posé comme une moquette. Parmi les avantages des toitures végétalisées, c'est le confort thermique et acoustique, la rétention des eaux pluviales, ça permet d'améliorer la qualité de l'air, mais c'est aussi une manière de réinventer l'urbanisme. En effet, les toitures végétalisées pourront changer d'aspect et de couleur selon les saisons et selon la floraison des plantes, et donc valoriser l'habitat et favoriser la survie de la biodiversité.



*Figure 43 : Exemples de toitures végétales*

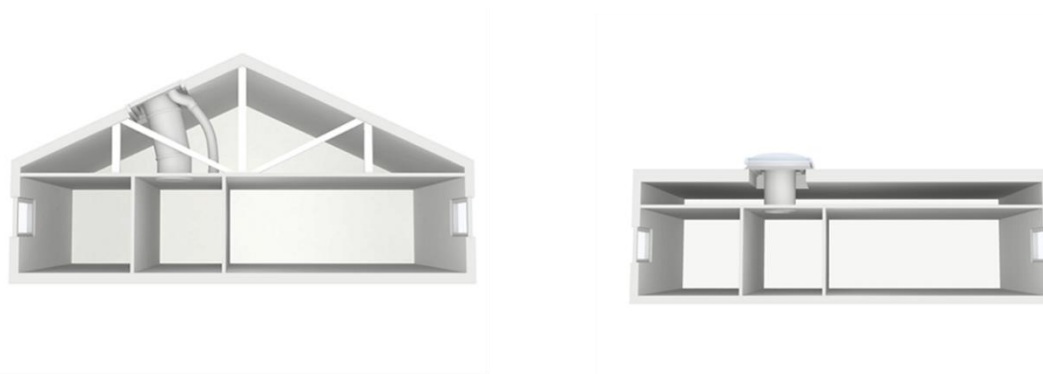
- Les puits de lumière, patios et conduits de lumière : Les puits de lumière sont des ouvertures zénithales vitrées qui se situent au plafond, afin de laisser passer la lumière du jour et la diffuser à l'intérieur.

Un conduit de lumière est quant à lui, un tube dont les parois intérieures sont réfléchissantes, permettent de transporter efficacement la lumière naturelle sans transmission de chaleur vers des pièces non vitrées. Et fait référence à : une zone de collecte, une vitre ou un dôme ; une zone de transmission, un tube rigide en métal poli réflecteur ou souple en aluminium réflecteur ; une zone de diffusion, un diffuseur. Un solin d'étanchéité en sortie de toit doit assurer l'étanchéité de l'extérieur.

Le patio, cette cour intérieure à ciel ouvert, et qui comporte fréquemment des plantes ou des bassins, participent activement à créer des microclimats en été en offrant un rafraîchissement naturel. Ce type d'installations permettent de diminuer l'effet de serre dans les habitations en été, d'offrir une grande luminosité et un éclairage naturel, et donc de faire des économies en énergie.



*Figure 44 : L'éclairage zénithale dans les maisons*



**Figure 45 :** Un conduit de lumière pour toiture en pente et toiture plate

- Les protections solaires intérieures : Une protection solaire intérieure a pour objectif de casser les rayons solaires de parvenir à l'intérieur des pièces et de favoriser le confort visuel en limitant l'éblouissement. Elles sont moins efficaces que les protections extérieures contre les surchauffes solaires puisqu'elles laissent le rayonnement entrer dans les locaux, elles doivent donc être non absorbantes et réfléchissantes. Il en existe plusieurs sortes : les stores vénitiens, les stores à bandes verticales, les stores bateau, les stores plissés, les stores à enroulement, et les stores intérieurs pour verrière.



**Le store vénitien**



**Le store à bandes verticales**



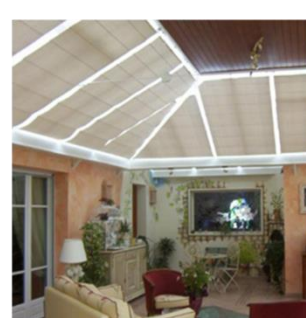
**Le store bateau**



**Le store à enroulement**



**Le store plissé**



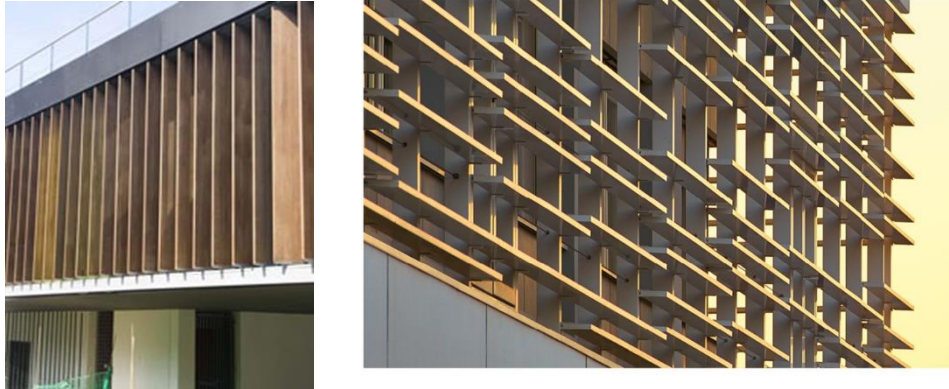
**Store d'intérieur pour verrière**

**Figure 46:** Les types de stores intérieurs

- Les protections solaires extérieures : Ont pour but également de limiter les apports solaires à l'intérieur des espaces afin de réduire les besoins en climatisation et de favoriser le confort visuel. Elles sont conçues en fonction de la course solaire pour être

efficaces en été et ne pas contrarier l'arrivée du rayonnement solaire en hiver. Il existe différents types de protections extérieures :

Les brises soleils fixes qui sont divisés en trois formes selon leurs dispositions ; soit horizontales et perpendiculaire au plan de la fenêtre pour les façades sud (appelés aussi casquettes) ; soit verticales et perpendiculaire au plan de la fenêtre pour les façades est et ouest ; soit parallèles au plan de la fenêtre (claustras).



*Figure 47: De gauche à droite : brises soleils verticaux et horizontaux*

Les stores : les stores à projections, les stores banne, les stores de toiture de véranda, les stores verticales d'extérieur.



*Figure 48 : Quelques types de stores extérieurs*

Les panneaux coulissants qui sont placés à l'extérieur des habitations, sont des brises soleils offrant une protection solaire mais aussi une intimité aux occupants de la maison. Elles peuvent être en aluminium, en bois, en roseaux... Ils sont généralement posés sur des rails et se déplacent de façon manuelle.



*Figure 49 : Photo de panneaux coulissants*

La protection escamotable, elle fonctionne surtout en été vue qu'elles sont placées de manière fixe au début de l'été et démontée une fois les chaleurs estivales passées. Enfin les protections solaires naturelles, c'est donc profiter de la végétation présente autour du bâtiment, ou choisir une végétation adaptée pour contribuer à la gestion des apports solaires. Ce type de protection est favorable à la biodiversité et à la création de microclimat, comme les arbres, les feuillages, les pelouses et plantes grimpantes.



*Figure 50 : Façade faite de protection escamotable*

Et enfin les protections solaires naturelles composées de végétation.



*Figure 51 : Des protections naturelles faites d'arbres*

## **6. Conclusion**

Qu'il puisse s'agir de projets de construction neuves ou de rénovation, l'écoconstruction adaptés à une démarche d'écoconception, doit prendre en compte l'impact écologique, économique et sociale du bâtiment. Elle doit reposer aussi sur un choix judicieux des matériaux de construction, des techniques de circulation d'air, l'utilisation du rayonnement solaire ou de la géothermie et donc des énergies renouvelables, mais aussi la récupération des eaux de pluie et la gestion des déchets.

L'architecture du futur se devra d'être une architecture écologique, répondant aux enjeux majeurs de la lutte contre le réchauffement climatique et du développement durable, tout en faisant face aux problématiques de transport, d'évolution des modes de vie et de consommation des ressources énergétiques. A cet effet, l'écoconstruction peut offrir aux utilisateurs un confort de vie agréable tout en respectant l'environnement et la biodiversité.

## Bibliographie

- BOUTAUD Benoît. Quartier durable ou éco-quartier ? Cybergeog: European Journal of Geography [Online], Current issues, Quartier durable ou éco-quartier ?, Online since 24 September 2009, connection on 22 January 2023. <http://journals.openedition.org/cybergeog/22583>
- Cahiers Techniques du Bâtiment (CTB), « Les déclinaisons du mur Trombe - Cahiers Techniques du Bâtiment (CTB) » [archive], 22 novembre 2017 (consulté le 9 août 2022)
- CHARLOT VALEDIEU Catherine, OUTREQUIN Philippe. Développement durable et renouvellement urbain : des outils opérationnels pour améliorer la qualité de vie de nos quartiers. L'Harmattan. Paris. 2006.
- CHARLOT-VALDIEU Catherine, OUTREQUIN Philippe, L'urbanisme durable : Développement durable et projets d'aménagement - Renouvellement urbain durable - Démarche et outils-Exemples de bonnes pratiques. Paris. Le Moniteur 2011. 1 vol. 311 p.
- CLARKE Snell, TIM Gallahan. Manuel de construction écologique : murs en paille, en torchis, en bois cordé, toit végétalisé ; pas à pas, les techniques alternatives de construction. La plage éditeur Année de publication :2006.
- DJELAL Nadia. Morphologie urbaine et développement urbain durable : cas d'Alger. » Colloque de l'Observatoire universitaire de la Ville et du Développement durable. « Développement urbain durable, gestion des ressources et gouvernance ». 21-23 septembre 2005, Université de Lausanne.
- FERNANDEZ Pierre, LAVIGNE Pierre. Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes. Le moniteur. Année de publication : 2009. 430 p.
- GUYART Bernard. Dictionnaire de l'environnement, de l'écologie et du développement durable : français-anglais, anglais-français. Paris : maison du dictionnaire. 2010. 270 p.
- HAMEZ Grégory, TABEAUD Martine. Les métamorphoses du déchet. La réglementation internationale applicable aux mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination (La Convention de Bâle du 22 mars 1989). 119-140p. <https://books.openedition.org/psorbonne/34200?lang=fr>
- HEGGER Manfred, STARK Thomas, FUCHS Mathias. Construction et énergie : : Architecture et développement Durable. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires Romandes. 2011. 280p.

- LACAZE Jean-Paul. Renouveler l'urbanisme : prospective et méthodes : prospective et méthodes. Paris : Presses de l'Ecole nationale des ponts et chaussées. 2000. 189 p.
- LAMBERT Antoine. La densification urbaine. Par quels moyens la ville peut mettre en place ces nouvelles politiques d'aménagement., Stage de découverte 2013,2014. Université François Rabelais-Tours. [http://memoires.scd.univ-tours.fr/EPU\\_DA/LOCAL/2014stgDa3\\_LambertAntoine.pdf](http://memoires.scd.univ-tours.fr/EPU_DA/LOCAL/2014stgDa3_LambertAntoine.pdf)
- LE MONITEUR. Caractéristiques des produits pour la construction durable : choisir et prescrire des solutions environnementales adaptées. Paris. Le Moniteur. Année de publication :2010.
- LEFEVRE Pierre, MICHEL Sabard. Les écoquartiers : : L'avenir de la ville durable. Rennes [France] : Apogée. 2009. 261 p.
- MASBOUNGI Ariella. Breda - Faire la ville durable. Le moniteur.2018. 144p.
- MATHIEU Clément. Combien de sols dégradés en France et dans le monde, Mondes et Cultures, 2015, LXXV, 1-4, 412-425, Acad. des Sc. d'Outre-mer, Paris.
- ROUSSEL Isabelle, SCARWELL Helga-Jane. Le changement climatique. Chapitre 3. La santé revisitée par le changement climatique Climat et santé : une histoire d'adaptation ? p. 121-155 <https://books.openedition.org/septentrion/15016?lang=fr>
- SOUANI Taoufik. Ecoquartiers : secrets de fabrication ; analyse critique d'exemples européens. Paris : carnets de l'info. Année de publication :2011.
- SZYLLOWICZ Joseph S. Prise de décisions, transport intermodal et mobilité durable : vers un nouveau paradigme Dans Revue internationale des sciences sociales 2003/2 (n° 176). 207 à 220p.