



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA Bejaia
Faculté de Technologie
Département d'Architecture



Etablissement	Faculté / Institut	Département
UNIVERSITÉ A/MIRA BEJAIA	Faculté de la Technologie	Architecture

Polycopié pédagogique

PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES DANS LE BATIMENT

Présenté par : Saraoui Selma

Cours destiné aux étudiants de Master 02

COLORATION : ARCHITECTURE, ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIES

Année : 2021-2022

PRÉFACE

SELON L'OFFRE DE FORMATION

Architecture, environnement et technologies						
Palier	Semestre	Unité	Coefficient	Crédit	Cours	TD
M2	3	UEF	2	3	1h30	1h30
Intitulé de la matiere					Atelier	TP
Matiere d'appui/ PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES DANS LE BATIMENT						

THEMATIQUE 4 : ARCHITECTURE, ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIES

INTITULE DE LA MATIERE D'APPUI 1 : PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES DANS LE BATIMENT

UNITE D'ENSEIGNEMENT : UE F3

SEMESTRE : 3

NOMBRE DE CREDITS : 3 COEFFICIENT : 2

VOLUME HORAIRE HEBDOMADAIRE TOTAL : 1h30

COURS (NOMBRE D'HEURES PAR SEMAINE) : 1H30

TRAVAUX DIRIGES (NOMBRE D'HEURES PAR SEMAINE) : 00 H

TRAVAUX PRATIQUES (NOMBRE D'HEURES PAR SEMAINE) : 00 H

OBJECTIF GENERAL DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT

Acquisition des informations complémentaires nécessaire à l'élaboration d'un savoir cohérent dans la thématique

OBJECTIFS SPECIFIQUES /THEMATIQUE

Sensibilisation à l'apport des innovations technologiques à l'architecture.

Initiation aux performances énergétiques et à l'éco-conception

CONTENU DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT

Le contenu de cette matière comprend deux parties

1. La première partie est dédiée à la performance environnementale de l'environnement bâti (high performig built environment) :

Changement climatique, empreinte écologique, urbanisation et risques environnementaux, ilot de chaleur urbain, Urbanisme durable, écoquartiers,

2. La seconde concerne les innovations technologiques dans le bâtiment :

Les nouveaux matériaux et systèmes constructifs

Bâtiments et techniques bioclimatiques

Espaces, ambiances et modélisation (sonore, lumière...)

MODE D'ÉVALUATION :

Nature du contrôle	Pondération en %
Examen	100 %
Travaux dirigés	00 %
Total	100%

TABLE DES MATIERE

CHAPITRE 01 : INTRODUCTION Á LA NOTION DE LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET L'ENVIRONNEMENT BATI (HIGHT PERFORMING BUILT ENVIRONNEMENT AND GREENEST BUILDING)	12
STRUCTURE :	12
RÉSUMÉ :	12
LECTURE 01 :	13
INTRODUCTION :	13
1.DÉFINITION :	13
2.L'INDEX DE LA PERFORMANCE DU BATIMENT :	13
3.THE GREENEST BUILDING C'EST QUOI ? :	14
3.1. COMMENT RENDRE NOS BATIMENTS ECOLOGIQUES ?	15
3.2. EXEMPLES :	16
3.2.1.The Edge - Amsterdam, Netherlands :	16
3.2.2. BULLITT CENTER - SEATTLE, WASHINGTON.	17
3.2.3. Powerhouse Kjørbo - Oslo, Norway	18
3.2.4. DPR Construction Net-Zero Energy Phoenix Regional Office	18
CONCLUSION :	19
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE :	20
CHAPITRE 02 : CHANGEMENT CLIMATIQUE	21
STRUCTURE :	21
RÉSUMÉ :	21
LECTURE 02 :	22
INTRODUCTION :	22
1-DÉFINITION :	22
2-LE CHANGEMENT CLIMATIQUE OU LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE :	22
3- LES CAUSES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE :	22
4- LES MANIFESTATIONS MONDIALES DU PHENOMENE :	23
5-LES MOYENS DE LUTE CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE	23
6- LES MANIFESTATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGERIE :	23
Nous reprenons ici intégralement les points cités dans le site caritas :	24
7- ELABORATION DE LA STRATEGIE ET DU PLAN D'ACTION NATIONAL DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN ALGERIE :	24
CONCLUSION :	25
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE	25
CHAPITRE 03 : L'EMPRINTE ÉCOLOGIQUE	26
STRUCTURE :	26
RÉSUMÉ :	26
LECTURE 03 :	27
INTRODUCTION :	27
1.DÉFINITION :	27

2.MÉTHODE DE CALCUL :	27
3. DES CHIFFRES ET DES STATISTIQUES :	28
4.LES MOYENS DE REDUCTION DE L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE :	29
CONCLUSION :	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE	30
CHAPITRE 04 : URBANISATION ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX	31
STRUCTURE :	31
RÉSUMÉ :	31
LECTURE 04:	32
INTRODUCTION	32
1.DÉFINITION :	32
Voici quelques définitions relatives au chapitre :	32
Selon la banque mondiale :	32
2- LES EFFETS DE L'URBANISATION SUR L'ENVIRONNEMENT :	33
2.1. GLOBALEMENT :	33
2.2. PARTICULIEREMENT :	33
Nous pouvons recenser deux volets dans les effets de l'urbanisation sur l'économie :	33
2.2.1. L'EXODE RURAL ET AUGMENTATION DE LA POPULATION URBAINE :	34
2.2.2 . PROBLEME DE LOGEMENT ET L'APPARITION DES BIDONVILLE:	34
2.2.3. LE CHOMAGE :	34
2.2.3. LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE :	35
CONCLUSION	35
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE	36
CHAPITRE 05 : L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN	37
STRUCTURE :	37
RÉSUMÉ :	37
LECTURE 05 :	38
INTRODUCTION :	38
1.DÉFINITION :	38
Les principaux effets et manifestations sont :	39
2- LES CHALEURS DANS LES MILIEUX URBAINS :	39
2.1. LES SOURCES :LE CHAUFFAGE NATUREL DE LA TERRE et LES TRANSFERTS DE CHALEUR EN VILLE	39
2.2. LES MATÉRIEAUX :	40
3. CAUSES DE LA CREATION DES ÎLOTS DE CHALEUR :	41
4. LUTTER CONTRE L'ÎLOT DE CHALEUR :	42
5. DES EXEMPLES :	42
5.1. DANS LE MONDE :	42
5.2. EN ALGERIE :	43
CONCLUSION	44
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE	44

CHAPITRE 06 : L'URBANISME DURABLE ET LA NOTION DE L'ÉCOQUARTIER	46
STRUCTURE :	46
RÉSUMÉ :	46
LECTURE 06 :	47
INTRODUCTION :	47
PARTIE 01 :	47
1.DÉFINITION :	47
2. LES ENGAGEMENT D'ALBORG :	47
2.1. DE QUOI S'AGIT T-IL ?	47
2.2. SIGNER, renvoie à quoi?	48
D'après le document de l'engagement signer renvoie á :	48
3.LES CHARTES D'AALBORG ET LES MODELES CULTURALISTE ET PROGRESSISTE DE FRANÇOISE CHOAY	48
4. URBANISME DURABLE ENTRE CREER ET RENOVER :	49
4.1. Action rendant la cité durable :	49
4.2. Vers la notion du quartier durable :	50
PARTIE 02 :	51
1.DÉFINITION : L'ÉCOQUARTIER.....	51
2.AVANTAGES ET INCONVEINIANTS :	51
3.LES PREMIERE EXPÉRIENCES DANS LE MONDE :	52
4.ECO-QUARTIER DANS L'ESPACE ET UN QUARTIER DURABLE DANS LE TEMPS :	52
CONCLUSION	53
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE	53
CHAPITRES 07 : BATIMENTS ET TECHNIQUES BIOCLIMATIQUES	55
STRUCTURE :	55
RÉSUMÉ :	55
LECTURE 07 :	56
INTRODUCTION :	56
1.DÉFINITION : C'EST QUOI LE BIOCLIMATISME	56
2.LES STRATÉGIES BIOCLIMATIQUES :	57
2.1. Zones de confort :	57
2.2. Gains internes de chauffage :	58
2.3. Chauffage solaire passif :	58
2.4. Chauffage solaire actif :	59
2.5. Humidification :	59
2.6. Chauffage conventionnel :	60
2.7. Protection solaire :	60
2.8. Refroidissement par une masse thermique élevée :	60
2.9. Refroidissement par évaporation :	61
2.10. Refroidissement par masse thermique élevée avec rénovation nocturne :	61
2.11. Refroidissement par ventilation naturelle et mécanique :	61

2.12. Climatisation :.....	61
3.CONCEPTS IMPORTANTS :.....	62
3.1. la compacité de la forme :.....	62
4. LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE :.....	64
Latique, nous devons énumérer certaines stratégies qui sont :.....	64
CONCLUSION	64
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE	65
CHAPITRE 08 : LES NOUVEAUX MATÉRIAUX ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS	66
STRUCTURE :.....	66
RÉSUMÉ :.....	66
LECTURE 08 :.....	67
INTRODUCTION :.....	67
1.DÉFINITION : Quel matériau pour quelle typologie?	Erreur ! Signet non défini.
2. MATERIAUX NATURELS ET ECOLOGIQUE.....	67
2.1. L'ACIER RECYCLÉ.....	67
2. 2. LE BOIS RÉCUPÉRÉ OU RECYCLÉ ET SYSTEME CONSTRUCTIF :.....	68
2.3. LA PAILLE	69
Lsaire au chauffage et à la climatisation.	69
2.4. LE BETON DE CHANVRE	69
2.5. LA BRIQUE EN TERRE CUITE	70
2.6. LA BRIQUE MONOMUR	70
2.7. LA BRIQUE SILICO-CALCAIRE	71
2.8. LA BRIQUE DE TERRE COMPRESSEE	72
2.9. LE PARPAING EN BOIS	72
3. LES MATERIAUX INNOVANTS ECOLOGIQUES.....	74
3.1. LE BOIS LAMELLE-CROISE :	74
3.2. DES PANNEAUX DE POMME DE TERRE	75
3.3. DES CHAMPIGNONS ISOLANTS	75
CONCLUSION	76
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE	76
CHAPITRE 09 : LE CYCLE DE VIE DE BATIMENT	78
STRUCTURE :.....	78
RÉSUMÉ :.....	78
LECTURE 09 :.....	79
INTRODUCTION	79
1.DÉFINITION :.....	79
2. LES ETAPES POUR REALISER L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) D'UN BATIMENT	79
3.LES OUTILS D'ÉVALUATION SUR LE MARCHÉ.....	80
CONCLUSION :.....	83
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE	83
CHAPITRES 10 : AMBIANCES ET MODELIDATION	85

STRUCTURE :	85
RÉSUMÉ :	85
LECTURE 10 :	86
INTRODUCTION :	86
PARTIE 01 :	86
1.DÉFINITION :	86
2. DÉFINIR L'ESPACE ARCHITECTURAL :	87
3.L'AMBIANCE OU LES AMBIANCES :	87
3.1. La triade de Luc Adolphe 1998.....	87
4.LES TYPES D'AMBIANCES :	88
4.1. Urbaines :	88
4.2.Architecturales :	88
5 . LE TRAITEMENT DES AMBIANCES :	89
6.PAR QUELLE METHODOLOGIE ABORDE-t-ON UNE AMBIANCE OU DES AMBIANCES?	89
6.1.VOLET QUANTITATIF :	90
6.2.VOLET QUALITATIF :	90
7. PEUT-ON TRAVAILLER SUR N'IMPORTE QUEL TYPE D'AMBIANCE?.....	91
PARTIE 02 :	91
1 DÉFINITION : LA MODÉLISATION.....	91
2.LA MODÉLISATION POUR L'ÉVALUATION OU POUR LA CONCEPTION	92
CONCLUSION	94
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE	94

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LES INDICATEURS DE LA HAUTE PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET LE TRIANGLE DE LENCIONI	13
FIGURE 2 : LES INDICATEURS DU HIGH PERFORMING BUILDINGS.	14
FIGURE 3 : <i>LES CARACTÉRISTIQUES DE LA PERFORMANCE DANS LE BATIMENT SELON IR. DR. SAM C. M. HUI FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY TECHNOLOGICAL AND HIGHER EDUCATION INSTITUTE OF HONG KONG</i>	14
FIGURE 4 : L'INTERIEUR DE THE EDGE, PHOTO DE RONALD TILLEMANN AND RAIMOND WOUDA	17
FIGURE 5 : THE BULLITT CENTER, PHOTO PUBLIÉS SUR FLICKR	18
FIGURE 6 : POWERHOUSE KJORBO OSLO NORWAY	18
FIGURE 7 : DPR CONSTRUCTION NET-ZERO ENERGY PHOENIX REGIONAL OFFICE.	19
FIGURE 8 : MORTALITE LIEE A LA CHALEUR DANS LA POPULATION AGEE DE PLUS DE 65 ANS ENTRE 2014 ET 2018. THE LANCET AUDREY GARRIC, AUCUN PAYS N'EST A L'ABRI DES EFFETS NEFASTES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE	23
FIGURE 9 : PHOTOS ILLUSTRANTS LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUES (INNONDATIONS ET TEMPETES DE SABLE).....	24
FIGURE 10 : PHOTOS ILLUSTRANT LE PHENOMENE D'EROSION DANS LES REGIONS COTIERES	24
FIGURE 11 : SCHEMA REPRIS DE LA VIDEO DE LA CHAINE YOUTUBE DEVELOPPEMENT DURABLE ILLUSTRE	27
FIGURE 12 : REPRISE PAR RAOUL-DUVAL, J. (2008) D'APRES AURELIEN BOUTAUD, ENSMSE, RAE	29
FIGURE 13 : IMAGE DE NEW YORK CENTAL PARC MONTRANT UNE PARTIE URBANISEE DE LA VILLE ET UNE AUTRE AMENAGE EN ESPACE VERT.....	33
FIGURE 14 : SCHEMA MONTRANT L'EFFET GLOBAL DE L'URBANISATION SUR L'ENVIRONNEMENT.	33
FIGURE 15 : COUPE SCHEMATIQUE DE VISUALISATION DES TEMPERATURES EN 2008 POUR UNE NUIT DE CANICULE (TYPE ETE 2003)© GROUPE DESCARTES - CONSULTATION INTERNATIONALE DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT SUR LE GRAND PARI DE L'AGGLOMERATION PARISIENNE, 02/2009.....	38
FIGURE 16 ET FIGURE 17 : COMPORTEMENT DES PAROIS DANS LES MILIEUX URBAIN ET TYPES DE TRANSFERT EXISTANTS. D'APRES CNRS.FR	40
FIGURE 18 : ZONE DE CONFORT DURANT LES SAISON ET COMPARAION DE DIFFERENTS TYPES D'ARCHITETURE.....	40
FIGURE 19 : ALBEDOS DE LA VILLE. COMPRIS ENTRE 0 ET 1 L'ALBEDO CARACTERISE LE POUVOIR REFLECHISSANT D'UN SUPPORT. A 1 L'ENERGIE LUMINEUSE EST ENTIEREMENT RENVOYEE. © NASA	41
FIGURE 20: ILLUSTRATION DES CAUSES DE LA CREATION DE L'ILOT DE CHALEUR PAR KLEEREKOPER ET AL (2012)	42
FIGURE 21 : VILLE D'ATLANTA : IMAGERIE PRODUITE PAR UN RADIOMETRE PLACEE SUR UN AVION	43

FIGURE 22 : EXEMPLE D'IMAGERIE RESULTANT D'UN THERMOMETRE NUMERIQUE A NEW YORK (TIRE DE: CREPIN, 2014) PAR FILIATREULT_YSABELLE.	43
FIGURE 23 : ETUDE DU CONCEPT DES ILOTS DE CHALEUR URBAINS, VARIATIONS DES IMAGE SATELITTE SUR LA PERIODE DE MI-SAISON (SOUFIANE, 2013).....	44
FIGURE 24 : LES DEUX ETAPES LES PLUS IMPORTANTES DANS LA CHARTE D'ALBORG	48
FIGURE 25 : QUELQUES PHOTOS PRISE DANS LE QUARTIER VAUBAN	52
FIGURE 26 : SYNTHESE DE LA DEFINITION DU CONCEPT L'ECOQUARTIER TIRE DE L'ARTICLE DE BOUTAUD, B. (2009).	53
FIGURE 27 : D'APRES ROMAIN MARTEN AD HOC ARCHITECTURE 14/03/2018 CONCEPTION BIOCLIMATIQUE EHPAD DE NORT-SUR-ERDRE, AD HOC ARCHITECTURE.	56
FIGURE 28: STRATEGIE DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE FIGURE TIRE DU LIVRE TRAITÉ D'URBANISME ET D'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE.....	57
FIGURE 29: TABLEAU PSYCHROMETRIQUE ADAPTE DE GIVONI D'APRES F. MANZANO-AGUGLIARO ET AL.(2015).....	57
FIGURE 30: INFLUENCE DE LA TEMPERATURE DE AL PAROIS SUR L'AMBIANCE ET LE CONFORT THERMIQUE (DE HERDE & LIEBARD, 2005).	58
FIGURE 31: TECHNIQUE DU CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF D'APRES F. MANZANO-AGUGLIARO ET AL.(2015).....	58
FIGURE 32: TECHNIQUES DU CHAUFFAGE SOLAIRE ACTIF D'APRES F. MANZANO-AGUGLIARO ET AL.(2015).....	59
FIGURE 33: TECHNIQUES DE L'HUMIDIFICATION D'APRES F. MANZANO-AGUGLIARO ET AL.(2015)	59
FIGURE 34: PROTECTIONS SOLAIRES (DE HERDE & LIEBARD, 2005).....	60
FIGURE 35: LES TECHNIQUES DE REFROIDISSEMENT PAR MASSE THERMIQUE.....	61
FIGURE 36: SHEMA DE PRINCIPE DE LA CLIMATISATION PAR PUIITS CANADIEN ET DE VENTILATION NATURELLE	62
FIGURE 37: SCHEMA MOTRANT LA VARIATION DE LA COMPACITE EN FONCTION DU VOLUME, LA TAILLE ET LA FORME DE L'EDIFICE. (DE HERDE & LIEBARD, 2005).	62
FIGURE 38: PROPOSITION DU ZONNING SPATIAL EN FONCTION DE L'ORIENTATION GEOGRAPHIQUE DE LA VILLE DE PARIS. (DE HERDE & LIEBARD, 2005).....	63
FIGURE 39: REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA SERRE BIOCLIMATIQUE.	64
FIGURE 40: EPAISSEUR D'ISOLANT POUR UNE RESISTANCE DE 2 K.M ² /W (A L'EXCEPTION DES ISOLANT SOUS VIDE, TOUTES LA VALEURS SONT TIREES DE LA RT2000	67
FIGURE 41: L'ACIER COMME MATERIAU DE CONSTRUCTION RECYCLABLE (© TPE2.EKLBLOG.COM).....	68
FIGURE 42: LE BOIS COMME MATERIAU ET LE SYSTEME DE STRUCTURE (@IHEBTALBI ET @LYCEE GAUDIER)	68
FIGURE 43: LA PAILLE ET SYSTEME DE STRUCTURE EN BOIS (©BATIRAMA.COM).....	69
FIGURE 44:LE BETON DE CHANVRE ET SYSTEME DE CONSTRUCTION EN BOIS (© TRADICAL).	70
FIGURE 45: L'USAGE DE LA BRIQUE EN TERRE CUITE AVEC DES SYSTEMES DE CONSTRUCTION DIFFERENT.	70
FIGURE 46: L'USAGE DE LA BRIQUE MONOMUR DANS LA CONSTRUCTION (© 2005 - ERIC JARROT	71

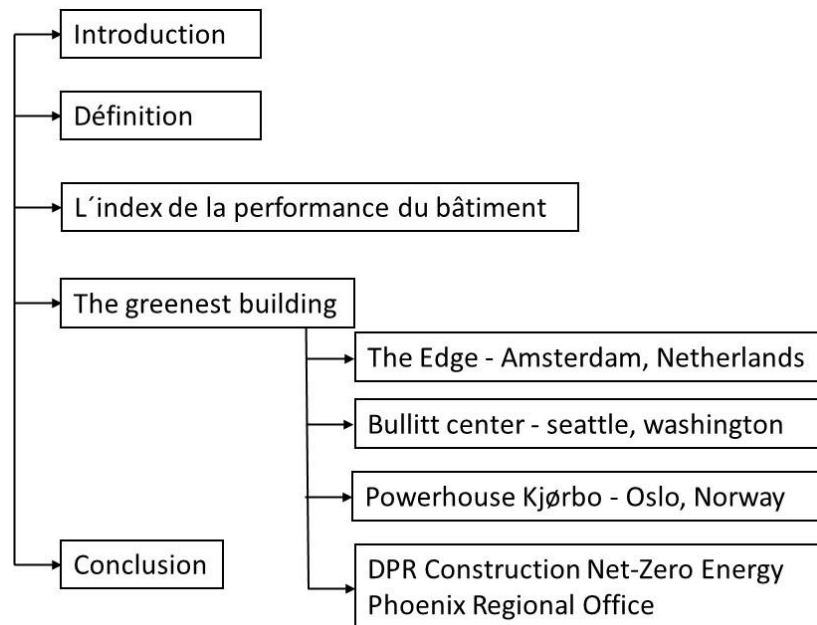
FIGURE 47: LA CONSTRUCTION A L'AIDE DE LA BRIQUE SILICO-CALCAIRE (©KUBRIX.CH).....	71
FIGURE 48: CONSTRUCTION AVEC LA BRIQUE DE TERRE COMPRESSEE	72
FIGURE 49: CONSTRUCTION AVEC PARPAING EN BOIS.	73
FIGURE 50: CONSTRUCTION AVEC DES PRIQUE DE BETON CELLULAIRE.	74
FIGURE 51: CONSTRUCTION AVEC DU BOIS LAMELLE CROISE.	74
FIGURE 52: PANNEAUX DE CHIPS BOARD.	75
FIGURE 53: LE CHAMPIGNION DEVELOPPE DANS UN MOULE.	75
FIGURE 54: CONSTRUCTION AVEC LE CIMENT ZERO CARBON	76
FIGURE 55: SCHEMA REPRESENTANT LES ETAPES DU CYCLE DE VIE D'UN BATIMENT D'APRES LE SITE DU GOUVERNEMENT CANADIEN.	79
FIGURE 56: LES SEPT ETAPES DE L'ACV D'EAPRES DAKHIA.A. 2017.	80
FIGURE 57: CAPTRES D'ECRAN DE L'INTERFACE EQUEST	81
FIGURE 58: FRONTIERE ET MODELISATION DU SYSTEME D'ETUDE DU CYCLE DE VIE SELON TROCME, M., & PEUPORTIER, B.	81
FIGURE 59: LES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX EVALUEE PAR TROCME, M., & PEUPORTIER, B.	82
FIGURE 60: IMAGES TIRE DE L'ARTICLE TRAITANT L'EVALUATION THERMIQUE.	82
FIGURE 61: CARTE RADAR REPRESENTANT LE RESULTAT DE L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE.....	83
FIGURE 62: REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE INHERENTE A L'ETUDE DES AMBIANCES.....	86
FIGURE 63: SCHEMA REPRESENTATIF DE LA TRIADE D'ADOLPHE LUC D'APRES BELAKEHAL (2008)	88
FIGURE 64: LE LEVIER CONCEPTUEL SELON THIBAUD (2002)	90
FIGURE 65: SCHEMA REPRESENTANT LES METHODOLOGIE DE RECHERCHE DANS LE DOMAINE DES AMBIANCES.....	90
FIGURE 66: TRAITER L'AMBIANCE SELON L'ANGLE DE RECHERCHE.....	91
FIGURE 67: TYPE DE VISUALISATION EXISTANTE DANS LE DOMAINE DES AMBIANCES.....	92
FIGURE 68: MODELISATION ET SIMULATION D'UNE AMBIANCE LUMINEUSE EXISTANTE.	92
FIGURE 69: MODELISATION ET VISUALISATION DES VARIATION DES POSITIONS DE LA SOURCE SONORE ET LA LIMITE DE L'ONDE.....	93
FIGURE 70: SIMULATION ET VISUALISATION DES AMBIANCES THERMIQUES SELON LES PERIODES LES PLUS DEFAVORABLE DE L'ANNEE.	93

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : EE totale (en ha et planètes) et composantes (en ha) de l'EE pour le monde et ses diverses parties (données de 2001 d'après WWF, 2004).....	28
Tableau 2 : EE totale (en ha et planètes) et composantes (en ha) de l'EE pour une sélection de pays	29
<i>Tableau 3 tableau tiré du texte</i> Quels modèles pour l'urbanisme durable ?, Claire Carriou et Olivier Ratouis, pour métropolitiques 17 juillet 2014, https://www.union-habitat.org/	49

CHAPITRE 01 : INTRODUCTION À LA NOTION DE LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET L'ENVIRONNEMENT BATI (HIGHT PERFORMING BUILT ENVIRONNEMENT AND GREENEST BUILDING)

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Avec l'apparition des problèmes liés au réchauffement climatique, une réflexion sur les effets que peut avoir le bâtiment sur son environnement a vu le jour, il ne s'agit pas juste d'évaluer les impacts et l'émissivité de gaz à effet de serre, mais aussi d'augmenter les performances énergétiques des bâtiments en question par l'emploi de certaines technologies.

L'impact environnemental de la construction contribue au réchauffement de la planète, les projets de construction émettent de grandes quantités de dioxyde de carbone et de méthane et les développements d'infrastructures provoquent de la pollution et produisent des déchets. Plus la production de l'industrie de la construction se multiplie, plus ses effets néfastes sont importants.

Nous allons donc traiter dans cette lecture quelques notions relatives à la performance environnementale globalement, et les typologies de bâtiment qui commencent à être produits grâce à cette réflexion en l'occurrence « les bâtiments verts ».

LECTURE 01 :

INTRODUCTION :

La performance environnementale est un concept qui a vu le jour chez les anglo-américains, il désigne la performance du bâtiment vis à vis des catastrophes naturelles, ses périodes d'exploitation par ses usagers et aux conditions climatiques changeantes de notre ère. Il existait chez les français avant son apparition officielle sous l'appellation « Comportement des bâtiments » .

1.DÉFINITION :

Un bâtiment à haute performance offre un environnement intérieur sûr et productif à ses occupants. Les principales caractéristiques d'un bâtiment à haute performance sont la résistance à l'humidité, une excellente acoustique et une faible toxicité. (Figure 01)

« Un bâtiment qui intègre et optimise, sur la base du cycle de vie, tous les principaux attributs de haute performance, y compris les économies d'énergie, l'environnement, la sûreté, la sécurité, la durabilité, l'accessibilité, le rapport coût-bénéfice, la productivité, la durabilité, la fonctionnalité et les considérations opérationnelles. »¹

Les bâtiments utilisent beaucoup de ressources et créent de nombreux effets négatifs sur l'environnement. Les bâtiments à haute performance sont conçus pour réaliser d'importantes économies d'énergie, ils consomment au moins 30 % d'énergie en moins chaque année comparée aux bâtiments conçus uniquement pour répondre aux exigences de base du code énergétique.

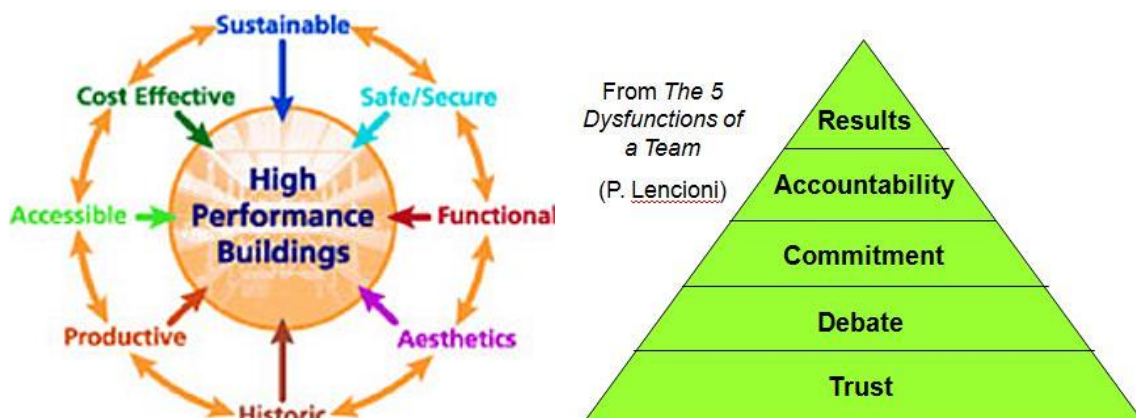


Figure 1 : les indicateurs de la haute performance environnementale et le triangle de Lencioni

2.L'INDEX DE LA PERFORMANCE DU BATIMENT :

Un bâtiment performant présente les caractéristiques suivantes (Figure 2 et 3) :

- Une conception durable avec un bon équilibre entre l'esthétique, l'accessibilité, la rentabilité, la sûreté et la sécurité.
- Une qualité supérieure de l'air intérieur, basée sur les exigences spécifiques de l'espace.
- Une conception et des performances énergétiques efficaces
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre
- Un éclairage et une acoustique optimaux

¹<http://www.abc.org/Portals/1/Webinars/Documents/Whole%20Building%20Design%20Guide%20Aug%202013.pdf>

- Confort thermique et taux d'humidité appropriés²

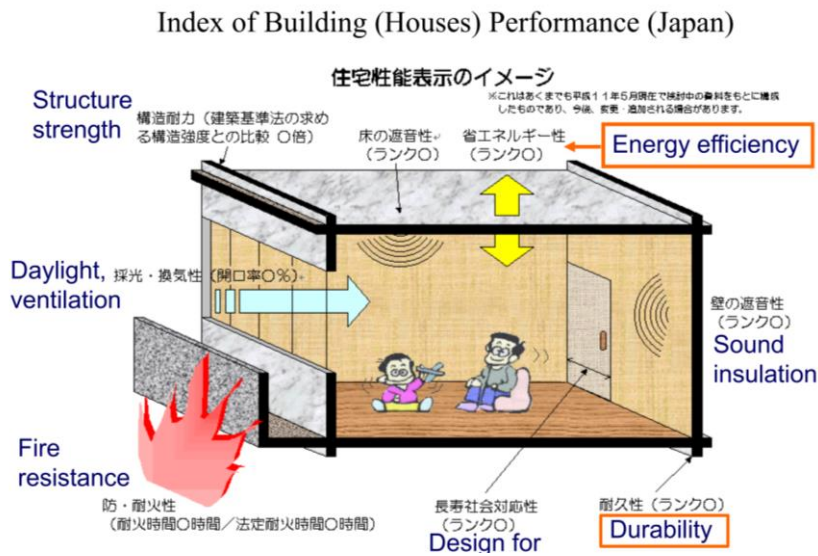


Figure 2 : Les indicateurs du high performing buildings.³

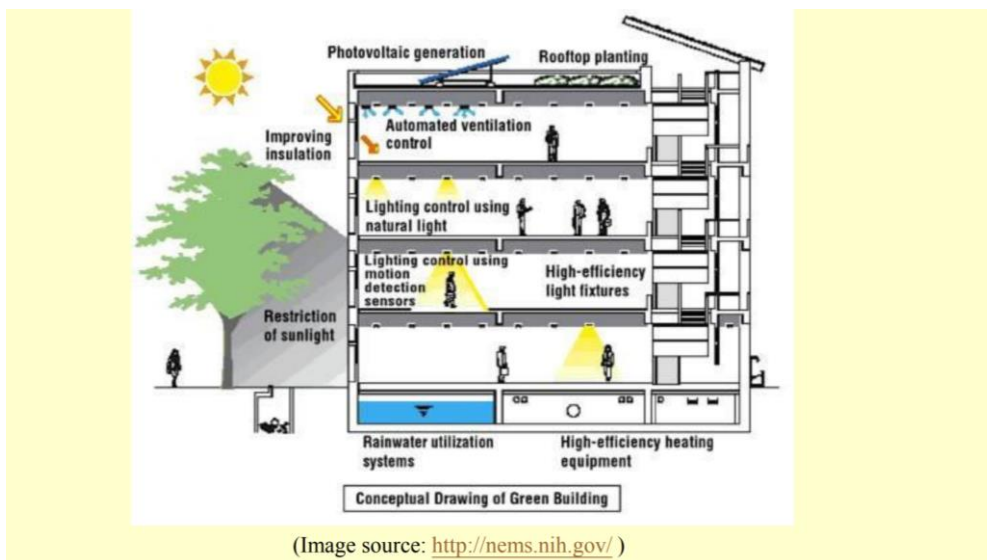


Figure 3 : les caractéristiques de la performance dans le bâtiment selon Ir. Dr. Sam C. M. Hui Faculty of Science and Technology Technological and Higher Education Institute of Hong Kong

3.THE GREENEST BUILDING C'EST QUOI?

La construction verte concerne le cycle de vie complet d'un bâtiment ; elle est également considérée comme une construction durable ou une construction environnementale. Le terme " bâtiment vert " est souvent utilisé en combinaison avec " bâtiment à haute performance ", " conception durable " et " préservation des ressources précieuses ".

² <https://www.performanceservices.com/faq/what-are-the-characteristics-of-a-high-performing-building>

³ [High Performing Buildings \(hpbmagazine.org\)](http://hpbmagazine.org)

D'après le site du World Green Building Council, un bâtiment "vert" est un bâtiment qui, dans sa conception, sa construction ou son exploitation, réduit ou élimine les impacts négatifs, et peut créer des impacts positifs sur notre climat et notre environnement naturel. Les bâtiments verts préservent les précieuses ressources naturelles et améliorent notre qualité de vie. Il existe un certain nombre de caractéristiques qui peuvent rendre un bâtiment "vert".⁴ Il s'agit en l'occurrence de :

- Systèmes de ventilation conçus pour un chauffage et une climatisation efficace
- Éclairage et appareils électroménagers à haut rendement énergétique
- Appareils de plomberie économes en eau
- Aménagement paysager avec de la végétation et la maximisation de l'énergie solaire passive.
- Dégradation minimale de l'habitat naturel
- Sources d'énergie alternatives renouvelables telles que l'énergie solaire ou l'énergie éolienne.
- Matériaux non synthétiques et non toxiques à l'intérieur et à l'extérieur.
- Bois et pierres obtenus localement, ce qui évite les transports sur de longues distances.
- Bois récoltés de manière responsable
- Réutilisation adaptée des bâtiments anciens
- Utilisation de matériaux recyclés
- Utilisation efficace de l'espace
- Emplacement optimal sur le terrain, maximisant la lumière du soleil, les vents.
- Récupération des eaux de pluie et réutilisation des eaux grises

3.1. COMMENT RENDRE NOS BATIMENTS ECOLOGIQUES ?

Il existe plusieurs façons de rendre un bâtiment écologique. En voici quelques-unes :

Adopter une approche intelligente de l'énergie

- Réduire au minimum la consommation d'énergie à toutes les étapes du cycle de vie d'un bâtiment, en rendant les bâtiments neufs et rénovés plus confortables et moins coûteux à gérer, et en aidant les usagers à apprendre à être efficaces eux aussi.
- Intégrer des technologies renouvelables et à faible émission de carbone pour répondre aux besoins énergétiques des bâtiments, une fois que leur conception a maximisé les efficacités naturelles et intégrées.

Préserver les ressources en eau

- Explorer les moyens d'améliorer l'efficacité et la gestion de l'eau potable et des eaux usées, récolter l'eau pour une utilisation intérieure sûre de manière innovante et, d'une manière générale, minimiser la consommation d'eau dans les bâtiments.
- Tenir compte de l'impact des bâtiments et de leur environnement sur les eaux pluviales et les infrastructures de drainage, en veillant à ce que celles-ci ne soient pas soumises à des contraintes excessives.

Réduire les déchets et maximiser la réutilisation

- Utiliser des matériaux moins nombreux et plus durables et produire moins de déchets, tout en tenant compte de la phase de fin de vie d'un bâtiment en concevant la récupération et la réutilisation des déchets de démolition.
- Faire participer les utilisateurs des bâtiments à la réutilisation et au recyclage.

Promouvoir la santé et le bien-être

⁴ <https://www.worldgbc.org/what-green-building>

- Apporter de l'air frais à l'intérieur, assurer une bonne qualité de l'air intérieur par la ventilation.
- Intégrer la lumière naturelle et les vues pour assurer le confort des utilisateurs du bâtiment et leur permettre de profiter de leur environnement, tout en réduisant les besoins en énergie d'éclairage.
- L'acoustique doit être pris en considération aussi par la bonne isolation phonique qui joue un rôle important pour favoriser la concentration.
- Veiller au confort des personnes dans leur environnement quotidien, en créant la bonne température intérieure grâce à une conception passive ou à des systèmes de gestion et de contrôle des bâtiments.

Préserver notre environnement vert

- Reconnaître que notre environnement urbain doit préserver la nature et veiller à ce que la diversité de la faune et de la flore et la qualité des sols soient protégées ou améliorées.
- Rechercher des moyens à rendre nos zones urbaines plus productives, en introduisant l'agriculture dans nos villes.

Créer des structures résilientes et flexibles

- S'adapter à l'évolution du climat, en garantissant la résilience à des catastrophes tels que les inondations, les tremblements de terre ou les incendies.
- Concevoir des espaces flexibles et dynamiques, en anticipant l'évolution de leur utilisation au fil du temps.

Relier les communautés et les personnes

- Créer des environnements diversifiés qui relient et améliorent les communautés, en se demandant ce qu'un bâtiment apportera à son contexte en termes d'effets économiques et sociaux positifs, et en faisant participer les communautés locales à la planification.
- Veiller à ce que les transports et la distance par rapport aux commodités soient pris en compte dans la conception, réduire l'impact des transports personnels sur l'environnement et encourager les options respectueuses de l'environnement telles que la marche ou le vélo.
- Explorer le potentiel des technologies "intelligentes" et des technologies de l'information et de la communication pour mieux communiquer avec le monde qui nous entoure.

Prendre en compte toutes les étapes du cycle de vie d'un bâtiment.

- Chercher à réduire les incidences sur l'environnement et à maximiser la valeur sociale et économique tout au long du cycle de vie d'un bâtiment (de la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance à la rénovation et à la démolition éventuelle).
- S'assurer que les ressources incorporées, telles que l'énergie ou l'eau utilisées pour produire et transporter les matériaux du bâtiment, sont minimisées afin que les bâtiments aient un impact réellement faible.

3.2. EXEMPLES :

3.2.1. The Edge - Amsterdam, Netherlands :

The Edge est un immeuble de bureaux de 40 000 m² situé dans le quartier d'affaires de Zuidas à Amsterdam. Il a été conçu pour une société financière internationale, le projet visait à regrouper les employés de Deloitte, répartis dans plusieurs bâtiments de la ville en un seul environnement et à créer

un "bâtiment intelligent" qui servirait de catalyseur à la transition de Deloitte vers l'ère numérique (Figure 4).

The Edge crée un environnement de travail radicalement nouveau qui s'appuie sur des technologies durables, avec la plus haute note BREEAM au monde attribué à un immeuble de bureaux, il intègre de nombreuses technologies intelligentes pour créer des espaces de travail adaptables et intelligents. L'immeuble démontre que la recherche d'un environnement de travail dynamique et collaboratif peut être combinée avec succès aux plus hauts niveaux de durabilité.

L'Edge a été certifié BREEAM afin de mesurer les aspects les plus innovants de sa conception et de sa réalisation. Le concept global du bâtiment a toujours été d'être exemplaire, de sortir du lot en tant qu'immeuble de bureau et à résister à l'épreuve du temps et d'élever les normes aux Pays-Bas et dans le monde. Mais aucune note ne peut traduire pleinement la réussite du projet sur le plan social : des travailleurs heureux, confortables et en bonne santé qui sont plus productifs grâce à l'environnement dans lequel ils travaillent.⁵



Figure 4 : L'intérieur de the Edge, photo de Ronald Tilleman and Raimond Wouda

3.2.2. BULLITT CENTER - SEATTLE, WASHINGTON.

Le Bullitt Center, un immeuble de bureaux de six étages et de 50 000 pieds carrés situé à Seattle, qui aspire à être l'immeuble commercial le plus vert au monde. Ce "laboratoire vivant" de 30 millions de dollars, conçu par Miller Hull Partnership, se distingue des autres projets durables par ses toilettes à compostage, l'exclusion de 350 produits chimiques toxiques courants dont le PVC, le plomb, le mercure, les phtalates, le BPA et le formaldéhyde ainsi que par un budget strict en matière d'énergie et d'eau qui vise l'autosuffisance dans le cadre du Living Building Challenge. La Bullitt Foundation (Figure 5), soucieuse de l'environnement, espère que le nouveau centre démontrera qu'un espace de bureaux neutre en carbone peut être "commerciallement viable et esthétiquement magnifique", grâce à une série de systèmes qui peuvent être facilement copiés ailleurs sans être trop exigeants en matière d'entretien.

⁵ <https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam/?cn-reloaded=1>



Figure 5 : THE BULLITT CENTER, photo publiés sur flickr⁶

3.2.3. Powerhouse Kjørbo - Oslo, Norway

En optimisant et en combinant les nouvelles technologies, des immeubles de bureaux ordinaires datant des années 1980 peuvent produire plus d'énergie renouvelable qu'ils n'en consomment pendant leur durée de vie. C'est le cas de Powerhouse Kjørbo, où une réhabilitation totale des deux premiers immeubles de bureaux a donné naissance au premier immeuble de bureaux à énergie positive au Norvège, et probablement aussi au premier immeuble rénové à énergie positive au monde (Figure 6).

Après la rénovation, les besoins énergétiques des bâtiments ont été réduits de plus de 86 %. Cela a été possible en minimisant les besoins énergétiques à l'intérieur des bâtiments et en produisant plus d'énergie renouvelable sur place que ce que les bâtiments consomment pendant leur durée de vie. Les comptes énergétiques comprennent la consommation d'énergie liée à la production de matériaux de construction, à la construction, à l'exploitation et à la démolition du bâtiment.

Powerhouse a obtenu la classification BREEAM NOR "Outstanding as built" pour les deux premiers immeubles de bureaux de Kjørbo. Il s'agit du plus haut des cinq niveaux du système de classification.



Figure 6 : powerhouse kjoerbo oslo norway⁷

3.2.4. DPR Construction Net-Zero Energy Phoenix Regional Office

Laboratoire vivant pour la communauté, le bureau à énergie nette zéro de DPR, certifié LEED®-NC Platine, est un exemple unique de revitalisation urbaine et de durabilité, conçu comme un " lieu de travail du futur ", DPR a créé un environnement de bureau ouvert abritant 58 postes de travail et des espaces flottants, neuf salles de conférence/formation/innovation/technologie médiatisée, des espaces de soutien, une salle de sport/vestiaire entièrement équipée et une salle zen pour une retraite tranquille. DPR a intégré des solutions de refroidissement passif/actif, notamment 87 fenêtres

⁶ https://www.flickr.com/photos/bullitt_center

⁷ <https://snohetta.com/project/40-powerhouse-kjoerbo>

ouvrantes, quatre tours de douche, une cheminée solaire de 87 pieds de long recouverte de zinc et un parking couvert de panneaux solaires photovoltaïques d'une puissance nominale de 79 kW-dc, afin de contrôler naturellement l'environnement intérieur et de produire de l'énergie sur place. Un système Lucid Building Dashboard® est utilisé pour permettre au DPR de surveiller et de partager en temps réel la consommation d'eau et de gaz du bâtiment, la consommation d'éclairage et d'électricité, ainsi que la production d'énergie photovoltaïque (Figure 7).



Figure 7 : DPR Construction Net-Zero Energy Phoenix Regional Office.⁸

CONCLUSION :

Cette lecture nous a permis de faire le tour des notions théoriques relative à la performance énergétique dans le bâtiment, bien que cette notion soit récente dans le domaine de l'architecture, elle reste assujettie des outils qui contribuent à l'optimisation et qui sont souvent intégrés par l'architecte concepteur. Nous avons aussi vu des exemples de bâtiments intelligents ou de bâtiment vert, qui sont considérés comme les bâtiments les plus performant au monde.

Les BIM actuellement constituent les plateformes multidisciplinaires qui permettent une réflexion élaborée sur les bâtiments à haut performance non seulement par la simulation mais aussi par des outils très développés pour l'analyse de ses performances.

la conception de bâtiments à haute performance devient de plus en plus importante. L'objectif de ce type de conception est d'augmenter l'efficacité énergétique et de promouvoir la santé et la productivité des occupants. Les stratégies de conception à haute efficacité énergétique ont gagné dans l'industrie des immeubles de tout type et très particulièrement des bureaux commerciaux pour de nombreuses raisons, notamment des codes de construction plus stricts, des politiques d'entreprise orientées vers la gestion de l'environnement, les réglementations gouvernementales, la rentabilité, les incitations des services publics, les objectifs de réduction de la consommation d'énergie, ainsi que la

⁸ <https://www.dpr.com/projects/dpr-construction-phoenix-regional-office>

productivité et la satisfaction des occupants. Cependant, le succès de bon nombre de ces stratégies de conception dépend fortement de la manière dont les occupants interagissent avec le bâtiment.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE :

Asl, M. R., Stoupine, A., Zarrinmehr, S., & Yan, W. (2015). Optimo: A BIM-based multi-objective optimization tool utilizing visual programming for high performance building design.

BODENHEIMER, Thomas, GHOROB, Amireh, WILLARD-GRACE, Rachel, *et al.* The 10 building blocks of high-performing primary care. *The Annals of Family Medicine*, 2014, vol. 12, no 2, p. 166-171.

Day, J. K., & Gunderson, D. E. (2015). Understanding high performance buildings: The link between occupant knowledge of passive design systems, corresponding behaviors, occupant comfort and environmental satisfaction. *Building and Environment*, 84, 114-124.

Thamhain, H. J., & Wilemon, D. L. (1987). Building high performing engineering project teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (3), 130-137.

[High Performing Buildings \(hpbmagazine.org\)](http://hpbmagazine.org)

<https://snohetta.com/project/40-powerhouse-kjorbo>

<https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam/?cn-reloaded=1>

<https://www.dpr.com/projects/dpr-construction-phoenix-regional-office>

https://www.flickr.com/photos/bullitt_center

<https://www.performanceservices.com/faq/what-are-the-characteristics-of-a-high-performing-building>

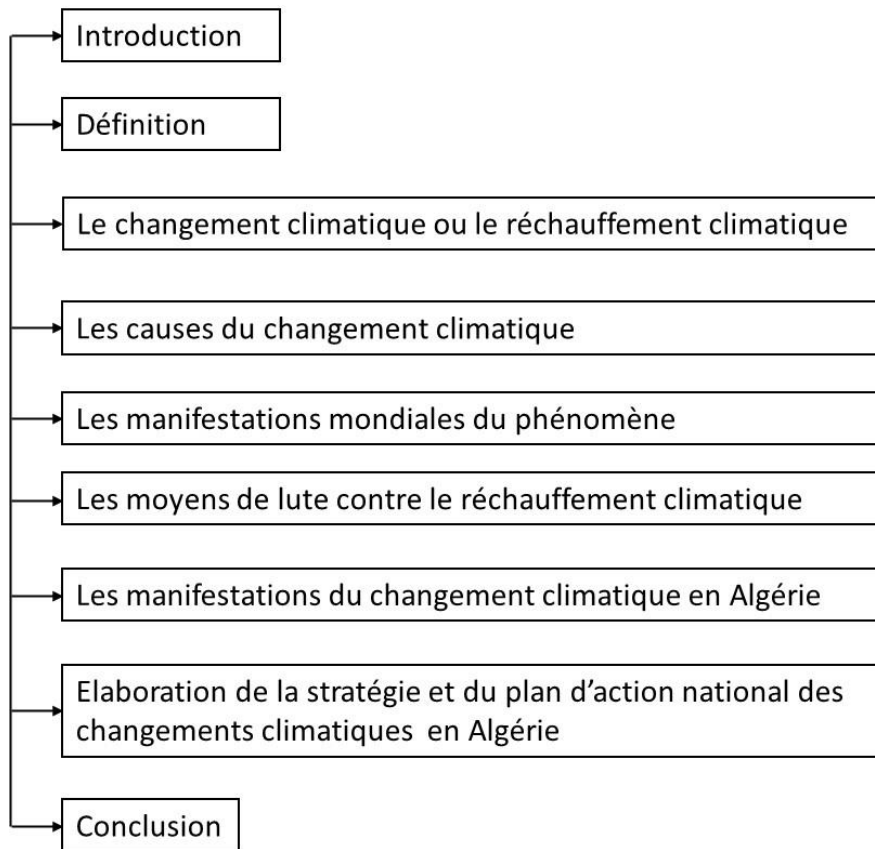
<https://www.worldgbc.org/what-green-building>

LIVRES BIBLIOTHEQUE :

Batir la qualité environnementale SR. B.SECSG 658.4/189

CHAPITRE 02 : CHANGEMENT CLIMATIQUE

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Depuis des millions d'années, le climat de la Terre s'est réchauffé et refroidi à de nombreuses reprises, aujourd'hui, la planète se réchauffe beaucoup plus rapidement qu'au cours de l'histoire de l'humanité. Les températures de l'air à proximité de la surface de la Terre ont augmenté au cours du siècle dernier.

Le changement climatique est une modification à long terme des régimes météorologiques moyens qui définissent les climats locaux, régionaux et mondiaux de la Terre. Ces augmentations de température d'origine humaine sont communément appelées réchauffement de la planète.

Nous traiterons à travers ce cours cette notion qui devient un sujet d'actualité dans nombreuses nations, et qui rassemble autour d'elle des contrats pour un meilleure avenir pour l'humanité.

LECTURE 02 :

INTRODUCTION :

Le changement climatique est un concept qui caractérise de nos jours la planète. D'après le site officiel de la Nasa, Le climat de la Terre a changé au cours de l'histoire, sur les 650 000 dernières années seulement, sept cycles d'avancée et de recul glaciaires se sont produits, et la dernière période glaciaire s'est terminée brusquement il y a 11 700 ans, marquant le début de l'ère moderne du climat et de la civilisation humaine. La plupart de ces changements climatiques sont attribués à de très petites variations de l'orbite de la Terre qui modifient la quantité d'énergie solaire que reçoit notre planète.

1-DÉFINITION :

« Le changement climatique est un sujet de préoccupations dans la région en raison de ses effets considérables sur la qualité de vie des populations, comme l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, la diminution de la productivité agricole, l'élévation du niveau de la mer et le stress hydrique dans les régions urbaines » www.un.org

« Le changement climatique désigne les variations à long terme des températures et des régimes climatiques. Ces changements peuvent être naturels, par exemple à cause des variations du cycle solaire. Mais depuis les années 1800, les activités humaines ont été le principal moteur du changement climatique, principalement en raison de la combustion de combustibles fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz.

La combustion de combustibles fossiles génère des émissions de gaz à effet de serre qui agissent comme une couverture autour de la Terre, emprisonnant la chaleur du soleil et augmentant les températures. »⁹

2-LE CHANGEMENT CLIMATIQUE OU LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE :

Bien que les gens aient tendance à utiliser ces termes de manière interchangeable, le réchauffement planétaire n'est qu'un aspect du changement climatique. Le "réchauffement de la planète" désigne l'augmentation des températures mondiales due principalement à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le "changement climatique" fait référence aux modifications croissantes des mesures du climat sur une longue période, notamment les précipitations, la température et la configuration des vents.

3- LES CAUSES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE :

Selon le site de l'union Européenne:

- Les activités humaines :
- l'utilisation de combustibles fossiles,
- l'exploitation des forêts tropicales et l'élevage du bétail exercent une influence croissante sur le climat et la température de la terre.

⁹ <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>

Ces activités libèrent d'énormes quantités de gaz à effet de serre, qui viennent s'ajouter à celles naturellement présentes dans l'atmosphère, renforçant ainsi l'effet de serre et le réchauffement de la planète.

4- LES MANIFESTATIONS MONDIALES DU PHENOMENE :

Selon le site de l'union européenne:

- Fonte des glaces et élévation du niveau des mers
- Conditions météorologiques extrêmes et modification des précipitations
- Conséquences pour les pays en développement

De nombreux pays en développement pauvres sont parmi les plus touchés. Souvent, les populations qui y vivent dépendent fortement de leur environnement naturel, alors que ce sont elles qui disposent du moins de ressources pour faire face au changement climatique.

- Risques pour la santé humaine
- Coûts pour la société et l'économie
- Conséquences pour la vie sauvage

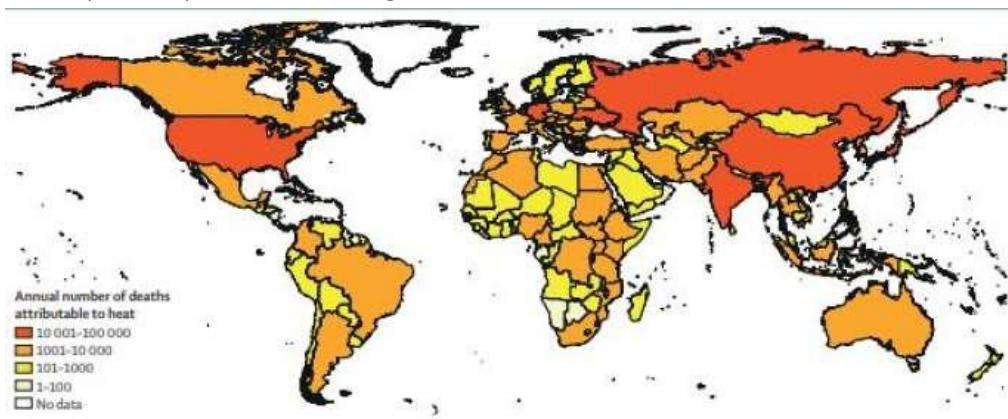


Figure 8 : Mortalité liée à la chaleur dans la population âgée de plus de 65 ans entre 2014 et 2018. The Lancet Audrey Garric, Aucun pays n'est à l'abri des effets néfastes du changement climatique sur la santé .

5-LES MOYENS DE LUTE CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Il existe plusieurs façons de lutter contre le réchauffement climatique, nous citons :

- Apprenez-en davantage sur vos émissions de carbone.
- Faites du covoiturage ou utilisez les transports en commun.
- Planifiez et combinez vos déplacements.
- Conduisez plus efficacement.
- Passez à l'"énergie verte". Passez à l'électricité produite par des sources d'énergie dont les émissions de dioxyde de carbone sont faibles ou nulles.
- Réduire sa consommation d'électricité¹⁰

6- LES MANIFESTATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGERIE :

¹⁰ À consulter plus sur ce site : <https://www.hellocarbo.com/blog/reduire/comment-lutter-contre-le-rechauffement-climatique/>

Nous reprenons ici intégralement les points cités dans le site caritas¹¹ :

- un accroissement de la fréquence des pluies torrentielles, surtout sur les hauts plateaux (par ex. Ghardaïa et Béchar en 2009–2010)
- cyclogenèse, sécheresse, vague de chaleur et tempêtes de sable. (Figure 9)
- un raccourcissement de la saison des pluies et une hausse des températures d'environ 1° à 1,5° en 2020.



Figure 9 : Photos illustrants les effets du changement climatiques (Inondations et tempetes de sable)

- raréfaction des ressources en eau.
- Les chutes de neige ont baissé de 40 pour cent dans plusieurs régions d'Algérie, comme à Tlemcen, Ouarsenis et Djurdjura.
- La flore et la faune terrestres et marines ont été grandement touchées par cette hausse : Le changement s'exprime par la raréfaction et/ou la disparition des espèces au détriment d'autres.
- Les régions côtières de l'Algérie comprennent le haut niveau de la mer et les vagues dangereuses (des tempêtes plus fortes et plus fréquentes en 1980, 1989, 1995 et 2001), provoquant l'érosion (Figure 10) et même la disparition des plages : par ex. les plages à l'ouest d'Alger, la plage de Bejaia, de Boumerdes et d'Oran.



Figure 10 : Photos illustrant le phénomène d'érosion dans les régions cotieres .

7- ELABORATION DE LA STRATEGIE ET DU PLAN D'ACTION NATIONAL DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN ALGERIE :

Selon le travail de recherche réalisé par Sahnoune et al (2013) La stratégie nationale contre le changement climatique est essentiellement basée sur les composantes suivantes : adaptation au

¹¹ <https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatique-en-algerie/?lang=fr>

changement climatique, l'atténuation des émissions de GES, le renforcement institutionnel pour l'intégration du changement climatique à tous les niveaux et dans tous les secteurs tels que l'énergie, l'industrie, les transports, les déchets, les ressources en eau, l'agriculture et les forêts. De ce fait, un cadre juridique et réglementaire avait été développé pour assurer la mise en œuvre de cette stratégie.

Dans le secteur industriel et énergétique, la législation est renforcée par des textes de lois sur les économies d'énergie, les terrains à aménager, la gestion des déchets, la distribution d'électricité et de gaz, la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable des énergies renouvelables, l'eau, les audits d'efficacité énergétique.

Un fonds national des énergies renouvelables est créé pour leur promotion par la diversification des ressources énergétiques du pays. De nombreuses initiatives industrielles sont développées pour atténuer ou s'adapter au changement climatique. Cependant et malgré toutes ces mesures déjà prises, il est à remarquer que le besoin de coordination au niveau national et surtout intersectorielle est inexistant.

La création de l'Agence nationale sur le changement climatique (ANCC) pourrait soutenir cette coordination au niveau national, capitaliser les expériences et reproduire les meilleures pratiques à travers le pays en générant des projets multisectoriels en veillant à ce qu'ils soient appropriés.

CONCLUSION :

Le changement climatique touche toutes les régions du monde entraînant la fonte des glaces polaires et la montée du niveau de la mer. Dans certaines régions, les événements météorologiques et les précipitations extrêmes deviennent plus fréquents, tandis que d'autres connaissent des vagues de chaleur et des sécheresses plus extrêmes.

De nombreux pays pauvres en développement sont parmi les plus touchés. Les populations qui y vivent dépendent souvent fortement de leur environnement naturel et elles ont le moins de ressources pour faire face aux changements climatiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE

Caney, S. (2015). Climate change. In *The Routledge handbook of global ethics* (pp. 384-398). Routledge.

Change, A. D. C., Blair, T., Pachauri, R. K., & Pachauri, R. (2006). *Avoiding dangerous climate change*. Cambridge University Press.

Change, C. (2001). Climate change. *Synthesis Report*.

Houghton, J. T. (1992). *Climate change 1992* (p. 212).

Sahnoune, F., Belhamel, M., Zemat, M., & Kerbach, R. (2013). Climate change in Algeria: vulnerability and strategy of mitigation and adaptation. *Energy Procedia*, 36, 1286-1294.

www.un.org

<https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatique-en-algerie/?lang=fr>

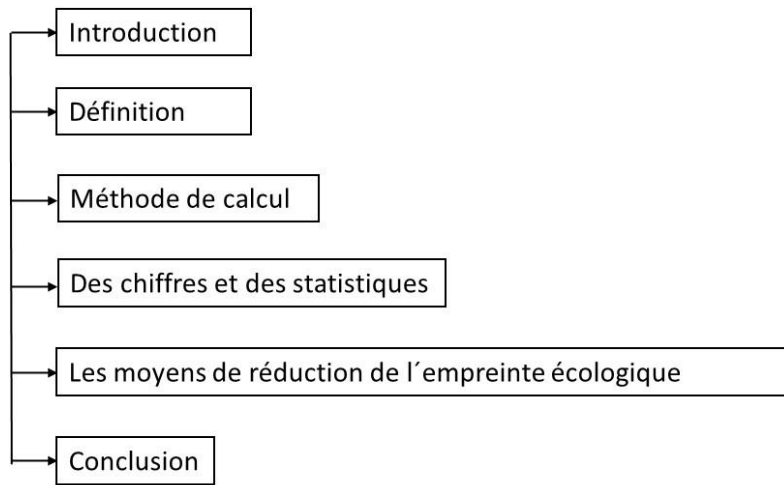
<https://www.hellocarbo.com/blog/reduire/comment-lutter-contre-le-rechauffement-climatique/>

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf

<https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>

CHAPITRE 03 : L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Un autre concept qui a vu le jour récemment avec l'apparition des soucis planétaires et la notion de la protection de l'environnement est « L'empreinte écologique », elle aide à analyser la pression exercée sur notre planète, l'analyse de l'empreinte écologique peut être un outil utile pour éduquer les gens à gérer plus judicieusement nos actifs écologiques et à prendre des mesures collectives pour s'assurer que la demande de produits et de services d'une nation reste à l'intérieur de ses frontières.

Le développement économique signifie souvent l'utilisation de plus de ressources et l'augmentation des émissions de carbone. Il existe de nombreuses solutions différentes, mais le moyen le plus rapide pour un pays de réduire son empreinte écologique c'est de passer à des sources d'énergie plus vertes.

L'écologiste canadien William Rees a créé le concept d'empreinte écologique, que l'urbaniste suisse Mathis Wackernagel a approfondi dans sa thèse sous la supervision de Rees, Wackernagel et Rees ont écrit le livre *Our Ecological Footprint* (1996) qui décrit le concept.

LECTURE 03 :

INTRODUCTION :

Parmi les notions qui ont émergé avec la naissance du développement durable, la notion de « l'empreinte écologique » qui a pour but la réduction de l'effet néfaste du réchauffement climatique. Si globalement l'empreinte écologique détermine la quantité des ressources naturelles consommées par un individu, une ville, une région, un état ou tous les habitants de notre planète afin d'assurer leur survie, elle est aussi un paramètre qui permettra de définir la stabilité écologique d'une région, cette stabilité renvoie à la réduction de l'empreinte.¹²

1. DÉFINITION :

« L'empreinte écologique est une méthode de calcul permettant de mesurer l'impact de l'Homme sur son environnement. Elle consiste à estimer la quantité de terre et d'eau nécessaire à la fois à la consommation et à l'absorption des déchets produits par un individu, une ville, une population... » (Figure 11)

Selon www.géo.fr

« La réduction de notre empreinte environnementale nous permet d'améliorer notre efficacité opérationnelle et de réaliser notre objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre. »

Selon www.igmfinancial.com

« L'empreinte écologique permet d'évaluer de manière concrète si notre développement est soutenable à long terme ou si nos activités économiques font peser un poids trop lourd sur la planète. Cet outil scientifique permet de faire des comparaisons entre les pays. »

Selon www.vacances-vertes.net



Figure 11 : Schéma repris de la vidéo de la chaîne youtube développement durable illustré

Si tous le monde consommait de la même manière que vous, il nous faudra 2,67 planètes pour subvenir aux besoins de toute population. (Raoul-Duval, 2008).

2. MÉTHODE DE CALCUL :

¹² <https://www.conserve-energy-future.com/what-is-ecological-footprint.php>

Ledant, J. P. (2005) stipule que L'EE peut être mesurée en unités ordinaires de surface ou en nombre de planètes. Estimée en unité de surface (en hectares), l'empreinte écologique (EEha) d'un habitant moyen d'un pays donné est calculée, du moins dans sa forme la plus vulgarisée (WWF, 2004), sur la base de la notion d' « hectare global ».

Pour calculer votre empreinte écologique, vous devez déterminer votre part personnelle de consommation d'énergie, d'eau et d'élimination des déchets. Cela signifie qu'il faut rassembler les chiffres relatifs à la consommation annuelle d'énergie, d'eau et de déchets de votre foyer et les diviser par le nombre de personnes vivant dans votre foyer, pour obtenir votre part individuelle.

Les résultats du calculateur d'empreinte écologique de Global Footprint Network représentent la superficie de terre et de mer nécessaire pour fournir les ressources dont une personne a besoin (nourriture, logement, etc.) et absorber ses émissions de dioxyde de carbone. L'empreinte écologique est exprimée en hectares globaux.

3. DES CHIFFRES ET DES STATISTIQUES :

Ledant, J. P. (2005) avait aussi présenté des chiffres présentés dans le tableau 1, il correspond à la population par continent et à l'empreinte spécifique à chaque continent d'abord écologique ensuite celle relative à la consommation des matières premières, en zones construites, en hectares et enfin sur toute la planète. Nous remarquons d'après les statistiques de 2001 que l'Amérique du Nord représente les plus grandes valeurs de l'empreinte écologique, et l'Afrique est le continent dans lequel l'empreinte énergétique a la plus petite valeur.

Tableau 1 : EE totale (en ha et planètes) et composantes (en ha) de l'EE pour le monde et ses diverses parties (données de 2001 d'après WWF, 2004).

	Population	Empreinte énergétique	Empreinte nourriture, fibre, bois	Terrain construit	Empreinte totale (ha)	Empreinte totale (planètes)
Afrique	810,2	0,4	0,7	0,06	1,2	0,7
Moyen Orient, Asie Centrale	334,3	1,3	0,7	0,08	2,1	1,2
Asie Pacifique	3406,8	0,6	0,7	0,06	1,3	0,7
Amérique Latine, Caraïbes	520,3	0,8	1,2	0,07	3,1	1,7
Amérique Nord	319,1	5,8	3	0,42	9,2	5,1
Europe Ouest	390,1	3	1,9	0,17	5,1	2,8
Europe Est et Centrale	336,5	2,2	1,4	0,07	3,8	2,1
Monde	6148,1	1,2	0,9	0,07	2,2	1,2

Dans le deuxième tableau nous trouverons les mêmes lectures mais cette fois-ci par pays, et c'est les États-Unis qui détiennent la plus grande valeur de l'empreinte énergétique, cependant nous pouvons remarquer que selon le tableau le Burundi présente les valeurs les plus basses de cette empreinte énergétique.

Ceci dit que la surpopulation n'a pas une grande influence sur le calcul final, ce dernier est lié au niveau de vie et à la consommation énergétique pour la survie et la production industrielle.

Tableau 2 : EE totale (en ha et planètes) et composantes (en ha) de l'EE pour une sélection de pays

	Population	Empreinte énergétique	Empreinte nourriture, fibre, bois	Terrain construit	Empreinte totale (ha)	Empreinte totale (planètes)
Etats-Unis	288	6,1	3	0,45	9,5	5,3
France	59,6	3,6	2,1	0,16	5,8	3,2
Belgique/Luxembourg	10,7	2,6	1,9	0,33	4,9	2,7
Arabie Saoudite.	22,8	3,3	0,8	0,19	4,4	2,4
Brésil	174	0,5	1,5	0,08	2,2	1,2
Chine	1292,6	0,7	0,8	0,07	1,5	0,8
Inde	1033,4	0,3	0,4	0,04	0,8	0,4
Niger	11,1	0,1	1	0,06	1,1	0,6
Burundi	6,4	0,3	0,4	0,04	0,7	0,4
Bengladesh	140,9	0,1	0,4	0,05	0,6	0,3

L'empreinte écologique est un outil qui peut être utilisé en sus d'autres indicateurs tels que le PIB et l'IDH. Le travail d'Aurélien Boutaud qui met en relation l'empreinte écologique et l'indicateur de développement humain (IDH) apparaît comme pertinent (Figure 12).

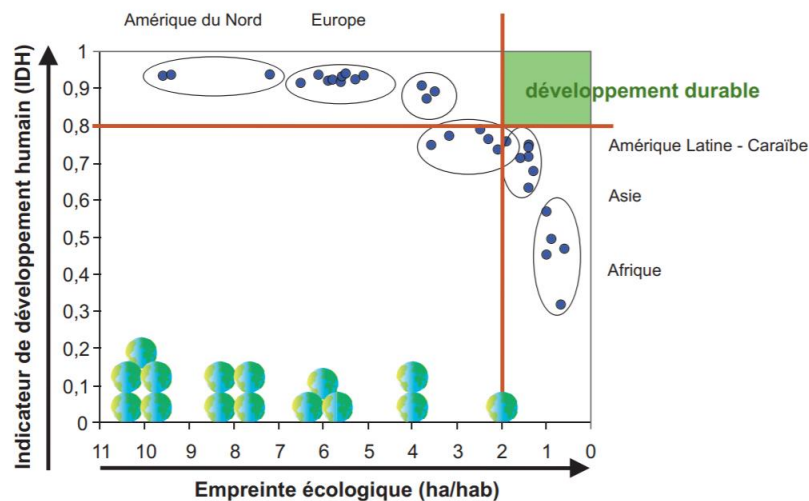


Figure 12 : REPRISE PAR Raoul-Duval, J. (2008) d'après Aurélien Boutaud, ENSMSE, RAE

4. LES MOYENS DE REDUCTION DE L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE :

Voici quelques points qui vous aideront à réduire votre empreinte écologique :¹³

¹³ Consultez ce site pour plus d'information <https://www.lapresse.ca/>

- Réduisez votre utilisation de plastiques à usage unique et jetables.
- Passez aux énergies renouvelables.
- Mangez moins de viande.
- Réduisez vos déchets.
- Recyclez de façon responsable.
- Conduisez moins.
- Réduisez votre consommation d'eau.
- Soutenez la population locale.

CONCLUSION :

Nous pouvons conclure que L'empreinte écologique, comme expliqué précédemment, compare les ressources totales que les gens consomment avec la surface de terre et d'eau qui est nécessaire pour remplacer ces ressources. L'empreinte carbone traite également de l'utilisation des ressources, mais se concentre strictement sur les gaz à effet de serre libérés par la combustion de combustibles fossiles.

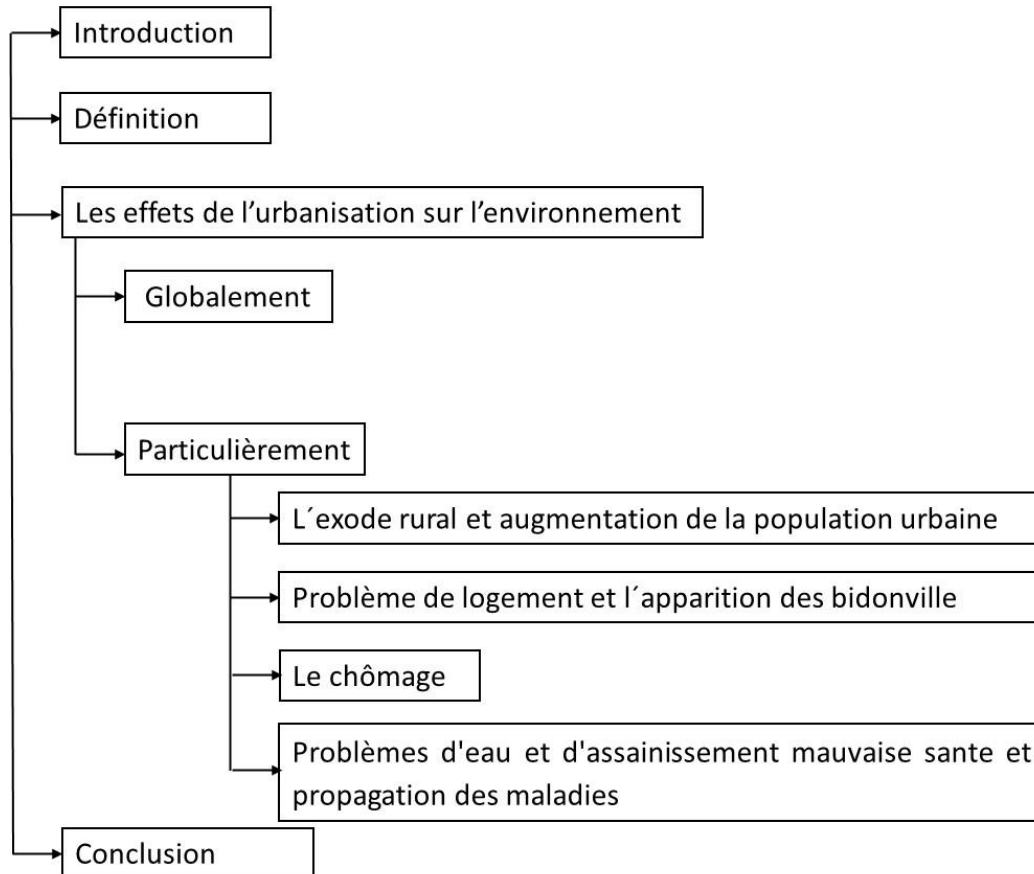
La réduction de l'empreinte écologique reviendrait à des petits gestes du quotidien, mais très particulièrement à la réduction des gaz à effet de serre et le retour à l'usage des énergies vertes et renouvelables non nocive à la planète.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE

- Piguet, F. P., Blanc, I., Corbiere-Nicollier, T., & Erkman, S. (2007). L'empreinte écologique: un indicateur ambigu. *Futuribles*, (334), 5-24.
- France. Conseil économique, social et environnemental, & Le Clézio, P. (2009). *Les indicateurs du développement durable et l'empreinte écologique*. Paris: Direction des journaux officiels.
- Ledant, J. P. (2005). L'empreinte écologique, un indicateur de... quoi. *Document de l'Institut pour le Développement Durable disponible à l'adresse [www. iddweb. be](http://www.iddweb.be)*.
- Maillefert, M. (2018). Aurélien Boutaud et Natacha Gondran, L'empreinte écologique. *Géocarrefour*, 92(92/2). DOI : <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.11680>
- Simard, M. (2014). Étalement urbain, empreinte écologique et ville durable. Y a-t-il une solution de rechange à la densification?. *Cahiers de géographie du Québec*, 58(165), 331-352.
- Raoul-Duval, J. (2008). *Empreinte écologique, retour sur expériences territoriales*. PUCA.
- Network, G. F. (2018). Ecological footprint. *Recuperado de [https://www. footprintnetwork. org/our-work/ecological-footprint](https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint)*.
- Rees, W. (2018). Ecological footprint. In *Companion to environmental studies* (pp. 43-48). Routledge.
- Costanza, R. (2000). The dynamics of the ecological footprint concept. *Ecological economics*, 32(3), 341-345.
- Belčáková, I., Diviaková, A., & Belaňová, E. (2017, October). Ecological footprint in relation to climate change strategy in cities. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 245, No. 6, p. 062021). IOP Publishing.
- www.géo.fr
- www.igmfinancial.com
- www.igmfinancial.com
- www.vacances-vertes.net
- <https://www.conserve-energy-future.com/what-is-ecological-footprint.php>
- <https://www.lapresse.ca/>

CHAPITRE 04 : URBANISATION ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

L'urbanisation est un processus par lequel les villes se développent, et des pourcentages de plus en plus élevés de la population viennent vivre dans la ville, selon l'Encyclopédie Britannica l'urbanisation est un processus par lequel un grand nombre de personnes se concentrent de façon permanente dans des zones relativement petites, formant ainsi des villes.

En raison de l'urbanisation incontrôlée dans le monde, la dégradation de l'environnement s'est produite très rapidement et a causé de nombreux problèmes tels que la pénurie de logements, la détérioration de la qualité de l'eau, la pollution excessive de l'air, le bruit, la poussière et la chaleur, ainsi que les problèmes d'élimination des déchets solides et des déchets dangereux.

Nous traitons dans cette lecture ce concept ainsi que les risques environnementaux qu'il peut causer.

LECTURE 04:

INTRODUCTION

L'image de la ville actuelle est le résultat d'une explosion urbaine vécue depuis la révolution industrielle, la ville est de plus en plus surpeuplée, elle est le centre des plus grandes valeurs de l'émissivité des gaz à effet de serre.

En raison de l'urbanisation incontrôlée, la dégradation de l'environnement s'est produite très rapidement et a causé de nombreux problèmes tels que la pénurie de logements, la détérioration de la qualité de l'eau, la pollution excessive de l'air, le bruit, la poussière et la chaleur, ainsi que les problèmes d'élimination des déchets solides et des déchets dangereux. Nous allons dans ce qui suivra définir les notions relatives à l'urbanisation et étudier l'impact qu'ils pourront avoir sur l'environnement.

1. DÉFINITION :

Voici quelques définitions relatives au chapitre :

Selon la banque mondiale :

« L'urbanisation est un processus, maîtrisé ou subi, qui se caractérise par la croissance des villes et de leur périphérie au détriment des espaces ruraux.

Le rapport indique que l'urbanisation a contribué à la croissance économique, qu'elle a également contribué aux défis environnementaux et socio-économiques, y compris le changement climatique, la pollution, les embouteillages, et la croissance rapide des bidonvilles. »

www.banquemondiale.org

Selon national géographique site :

« a population mondiale s'est considérablement accrue et nos économies se sont industrialisées au cours des cent dernières années, ce qui a entraîné l'installation d'un nombre croissant de personnes dans les villes. Ce processus est connu sous le nom d'urbanisation. Cependant, même après l'apparition des villes, une grande majorité de personnes vivaient et travaillaient dans des zones rurales. Ce n'est que lorsque l'industrialisation à grande échelle a commencé au XVIIIe siècle que les villes ont véritablement pris leur essor. Près de la moitié de la population vit aujourd'hui dans des zones urbaines. Ils sont attirés par les emplois dans l'industrie et les professions libérales, ainsi que par les possibilités accrues d'éducation et de divertissement.

L'urbanisation est souvent évoquée en référence aux pays qui sont actuellement en train de s'industrialiser et de s'urbaniser, mais toutes les nations industrialisées ont connu l'urbanisation à un moment donné de leur histoire. En outre, l'urbanisation est en hausse partout dans le monde. »
(Figure 13)

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urbanization/>



Figure 13 : Image de new york central parc montrant une partie urbanisée de la ville et une autre aménagée en espace vert.

2- LES EFFETS DE L'URBANISATION SUR L'ENVIRONNEMENT :

L'urbanisation produit plusieurs effets positifs et négatifs, si elle s'effectue dans des limites appropriées. Parmi les conséquences positives de l'urbanisation, on peut citer la création d'emplois, les progrès technologiques et infrastructurels, l'amélioration des transports et des communications, la qualité de l'enseignement et des installations médicales, et l'amélioration du niveau de vie. Cependant, l'urbanisation extensive a souvent des effets négatifs.¹⁴

2.1. GLOBALEMENT :

l'augmentation de la population urbaine engendre une augmentation de la consommation de la nourriture, de l'eau, d'énergie et de terres (Figure 14). Ceci exerce une influence sur l'environnement naturel le rendant pollué, cette influence souvent négative conduit à la détérioration du cadre de vie ce qui engendre des problèmes de santé. Cette explication forme un cercle vicieux, ou dès qu'on arrive au dernier maillon on revient au premier.



Figure 14 : Schéma montrant l'effet global de l'urbanisation sur l'environnement.

2.2. PARTICULIEREMENT :

Nous pouvons recenser deux volets dans les effets de l'urbanisation sur l'économie :

¹⁴ <https://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-solutions-urbanization.php>

2.2.1. L'EXODE RURAL ET AUGMENTATION DE LA POPULATION URBAINE :

Le surpeuplement est une situation dans laquelle un très grand nombre de personnes vivent dans un espace réduit. Cette forme de congestion dans les zones urbaines est constante en raison de la surpopulation et c'est un aspect qui augmente de jour en jour car de plus en plus de personnes et d'immigrants se déplacent vers les villes et les villages à la recherche d'une vie meilleure.

La plupart des personnes originaires de zones rurales ou sous-développées ont toujours envie d'émigrer vers la ville, ce qui entraîne normalement une congestion de la population dans une petite zone.¹⁵

2.2.2 . PROBLEME DE LOGEMENT ET L'APPARITION DES BIDONVILLE:

L'urbanisation attire les gens vers les villes et les villages, ce qui entraîne une forte augmentation de la population. Avec l'augmentation du nombre de personnes vivant dans les centres urbains, il y a une pénurie continue de logements.

Cette situation est due à l'insuffisance de l'espace d'expansion pour les logements et les services publics, à la pauvreté, au chômage et aux matériaux de construction coûteux que seuls quelques individus peuvent se permettre. Dans les milieux urbains on a plus de chance d'avoir accès à : une télévision, machine à laver, ou réfrigérateur

Ceci est dû à :

- Marché urbain de la main d'œuvre,
- Des salaires
- De la structure du foyer

Le niveau de la vie dans les zones urbaines est très élevé. Lorsque cette situation est combinée à une croissance aléatoire et inattendue ainsi qu'au chômage, on assiste à la propagation d'établissements de résidents illégaux représentés par des bidonvilles et des squatters.

La croissance des bidonvilles et des squatters dans les zones urbaines est encore exacerbée par l'industrialisation rapide, le manque de terrains aménagés pour le logement, l'afflux important d'immigrants ruraux dans les villes à la recherche d'une vie meilleure, et les prix élevés des terrains hors de portée des pauvres des villes.

2.2.3. LE CHOMAGE :

Le problème du chômage est le plus élevé dans les zones urbaines et il l'est encore plus chez les personnes instruites. On estime que plus de la moitié des jeunes chômeurs dans le monde vivent dans des villes métropolitaines. Même si les revenus sont élevés dans les zones urbaines, le coût de la vie fait paraître ces revenus terriblement bas. La délocalisation croissante des populations des zones rurales ou en développement vers les zones urbaines est la principale cause du chômage urbain.

¹⁵Consultez pour plus d'information le site : <https://www.prb.org/resources/lurbanisation-une-force-environnementale-incontournable/> en loccurence l'article de Barbara Boyle Torrey est un auteur et consultant qui siège au Conseil de direction du PRB.

2.2.4. PROBLEMES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT MAUVAISE SANTE ET PROPAGATION DES MALADIES :

En raison de la surpopulation et de l'augmentation rapide de la population dans la plupart des centres urbains, il est courant de constater que les installations d'assainissement sont inadéquates. Les municipalités et les gouvernements locaux sont confrontés à une grave crise de ressources dans la gestion des installations d'assainissement. En conséquence, l'assainissement devient médiocre et les eaux usées s'écoulent de manière chaotique, et elles sont drainées dans les ruisseaux, rivières, lacs ou mers avoisinants.

Les maladies transmissibles telles que la typhoïde, la dysenterie, la peste et la diarrhée finissent par se propager très rapidement, entraînant des souffrances et même des décès. La surpopulation contribue également fortement à la pénurie d'eau, car l'offre est inférieure à la demande.

Les conditions sociales, économiques et de vie dans les zones urbaines encombrées affectent l'accès et l'utilisation des services de santé publique. Les bidonvilles, en particulier, connaissent des conditions d'hygiène médiocres et un approvisionnement en eau insuffisant, ce qui rend généralement les populations des bidonvilles vulnérables aux maladies transmissibles.

2.2.3. LA CONSOMMATION D'ENERGIE :

Les zones urbaines consomment actuellement environ 75 % de l'approvisionnement mondial en énergie primaire, chiffre qui devrait augmenter considérablement à l'avenir en raison de la croissance urbaine. L'accès universel et durable à l'énergie est un défi urgent pour la plupart des régions du monde.

Les besoins énergétiques de la population urbaine sont beaucoup plus élevés que ceux de la population rurale. Cela s'explique par le fait que les citadins ont un niveau de vie plus élevé et que leur mode de vie exige davantage d'intrants énergétiques dans tous les domaines de la vie. Dans les pays développés, la quantité d'énergie utilisée est beaucoup plus importante que dans les pays en développement.

CONCLUSION

En guise de conclusion, nous joindrons parfaitement les récits des sites internationaux qui traite de ce phénomène, nous pensons que les gouvernements devraient adopter des lois qui prévoient des villes respectueuses de l'environnement et des techniques de croissance intelligente, étant donné que les gens ne devraient pas résider dans des zones dangereuses et polluées.

L'objectif ici est de construire des villes durables qui englobent des conditions environnementales améliorées et des habitats sûrs pour toutes les populations urbaines.

Les gouvernements doivent également encourager l'utilisation durable des ressources urbaines et soutenir une économie fondée sur les environnements durables, en investissant dans les infrastructures vertes, les industries durables, le recyclage et les campagnes environnementales, la gestion de la pollution, les énergies renouvelables, les transports publics écologiques, le recyclage et la récupération de l'eau.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE

Boumeaza, T., & Saidi, J. (2016). Risques environnementaux de l'urbanisation sur le littoral de Mohammedia: quels impacts des changements climatiques sur les zones urbaines et les sites industriels à haut risque Environmental risks of urbanization on the coast of Mohammedia: what impacts climate change on urban and. *Proceedings RSE*, 1(2016), 63A-71A.

Si-ming, L., & Koon-Kwai, W. (2007). Urbanisation et risques environnementaux dans le delta de la rivière des Perles. *Herodote*, (2), 105-126.

Véron, J. (2008). Economic, social, and environmental challenges in world urbanization. *Mondes en développement*, (2), 39-52.

www.banquemondiale.org

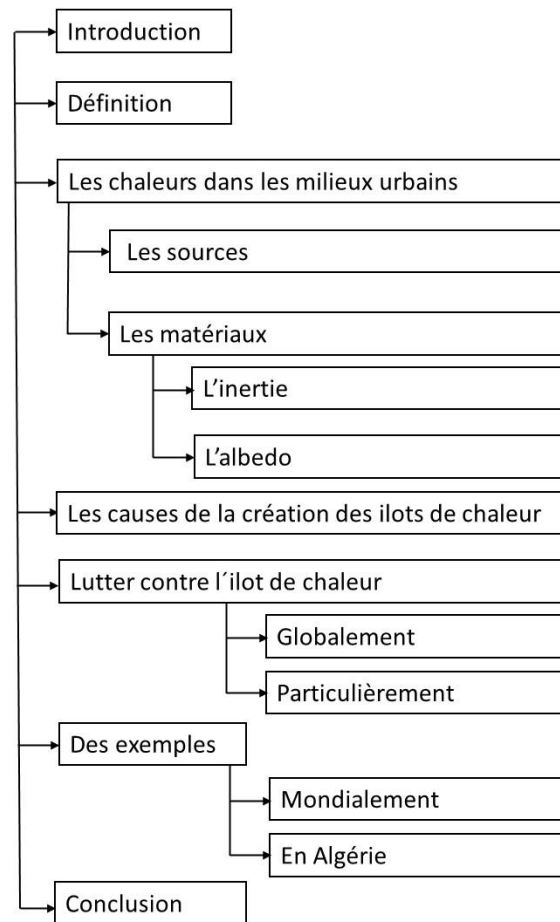
<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urbanization/>

<https://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-solutions-urbanization.php>

<https://www.prb.org/resources/lurbanisation-une-force-environnementale-incontournable/> en [occurrence](#) l'article de Barbara Boyle Torrey est un auteur et consultant qui siège au Conseil de direction du PRB.

CHAPITRE 05 : L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Les scientifiques ont découvert l'effet d'îlot de chaleur dans les années 1800 à Londres lorsqu'ils ont observé que les villes se réchauffaient davantage que les zones rurales environnantes, en particulier en été. Les surfaces urbaines constituées d'asphalte, de béton et d'autres matériaux absorbent davantage de rayonnement solaire au cours de la journée, et le diffuse.

Les approches les plus efficaces pour atténuer l'ICU consistent à augmenter l'albédo des matériaux dans une ville, à accroître la végétation, les arbres et les étangs dans les zones urbaines, à réduire les rejets de chaleur anthropique. Les recherches se concentrent aujourd'hui sur les forces motrices, l'ampleur et la portée globale de cet effet.

Dans cette lecture nous allons traiter ce concept, et nous terminant sur des exemples cités dans des travaux de recherche à l'échelle mondiale et à l'échelle locale.

LECTURE 05 :

INTRODUCTION :

De nos jours au moins 50 % de la population mondiale vit dans des zones urbaines (Simon, 2007). Les villes exercent une forte pression sur l'environnement. Elles font face à des défis majeurs en matière de développement durable pour améliorer la qualité de vie des citoyens et assurer un équilibre entre les écosystèmes tout en maintenant le moteur du développement économique.

Dans ce contexte, le maintien et l'amélioration des bilans sociaux et environnementaux des territoires urbains nécessitent une action concertée en matière de développement durable. L'objectif de cette lecture est de définir ce qu'est un îlot de chaleur, pourquoi il se forme et son impact sur l'environnement .

1.DÉFINITION :

Les îlots de chaleur sont des zones urbanisées qui connaissent des températures plus élevées que les zones périphériques. Les structures telles que les bâtiments, les routes et autres infrastructures absorbent et réémettent la chaleur du soleil plus que les paysages naturels tels que les forêts et les plans d'eau (Figure 15).

Selon notre-planete.info « L'îlot de chaleur urbain est un effet de dôme thermique, créant une sorte de microclimat urbain où les températures sont significativement plus élevées : plus on s'approche du centre de la ville, plus il est dense et haut, et plus le thermomètre grimpe. »¹⁶



Figure 15 : Coupe schématique de visualisation des températures en 2008 pour une nuit de canicule (type été 2003) © Groupe DESCARTES - Consultation internationale de recherche et de développement sur le grand pari de l'agglomération parisienne, 02/2009

Un îlot de chaleur urbain (ICU) est une zone métropolitaine qui est nettement plus chaude que son environnement. Cette différence de température est généralement plus importante la nuit que le jour et plus importante en hiver qu'en été, et elle est plus apparente lorsque les vents sont faibles. Les principales causes sont les modifications de la surface terrestre dues au développement urbain, ainsi que la chaleur résiduelle générée par la consommation d'énergie. Au fur et à mesure que les centres

¹⁶ https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaleur-urbain.php#

de population se développent, ils ont tendance à modifier de plus grandes surfaces de terre qui subissent alors une augmentation correspondante de la température moyenne.¹⁷

Les principaux effets et manifestations sont :

- Réduction des paysages naturels dans les zones urbaines :Les arbres, la végétation et les plans d'eau,...
- Propriétés des matériaux de construction dans les milieux urbains :Les matériaux conventionnels dans les environnements urbains, tels que les chaussées ou les toitures, ont tendance à moins réfléchir l'énergie solaire et à absorber et émettre davantage de chaleur solaire que les arbres, la végétation et les autres surfaces naturelles.
- La chaleur générée par les activités humaines :Les véhicules, les climatiseurs, les bâtiments et les installations industrielles émettent tous de la chaleur dans l'environnement urbain.
- Géométrie urbaine :Les dimensions et l'espacement des bâtiments dans une ville influencent la circulation du vent et la capacité des matériaux urbains à absorber et à libérer l'énergie solaire.
- Météo et géographie : Des conditions météorologiques calmes et claires entraînent des îlots de chaleur plus sévères en maximisant la quantité d'énergie solaire qui atteint les surfaces urbaines et en minimisant la quantité de chaleur qui peut être emportée, l'inverse est vrai.

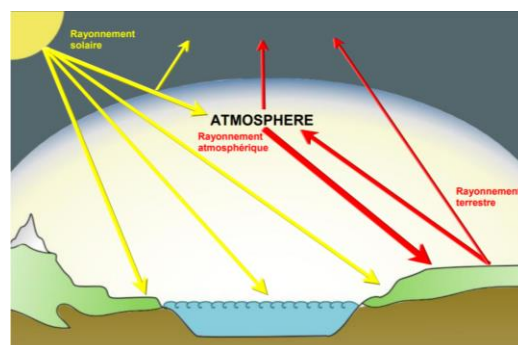
2- LES CHALEURS DANS LES MILIEUX URBAINS :

Les principales causes sont les modifications de la surface des terres par le développement urbain ainsi que la chaleur résiduelle générée par l'utilisation de l'énergie. Au fur et à mesure que les centres de population se développent, ils ont tendance à modifier de plus grandes surfaces de terre qui subissent alors une augmentation correspondante de la température moyenne.

2.1. LES SOURCES :LE CHAUFFAGE NATUREL DE LA TERRE et LES TRANSFERTS DE CHALEUR EN VILLE

Les principales sources de chaleurs urbaine sont la chaleur naturelle de la terre, le grand pourcentage de cette chaleur est captée souvent du soleil, le reste est issue de la reflexion de la voute celeste.

Pour ce qui est du transfert de chaleur, la chaleur est souvent réfléchiée par convection, conduction, rayonnement. Les parois dans le milieu urbain peuvent aussi recevoir et réléchir des quantité de chaleur du soleil (Figure 16 et 17).



¹⁷ <https://scied.ucar.edu/learning-zone/climate-change-impacts/urban-heat-islands>

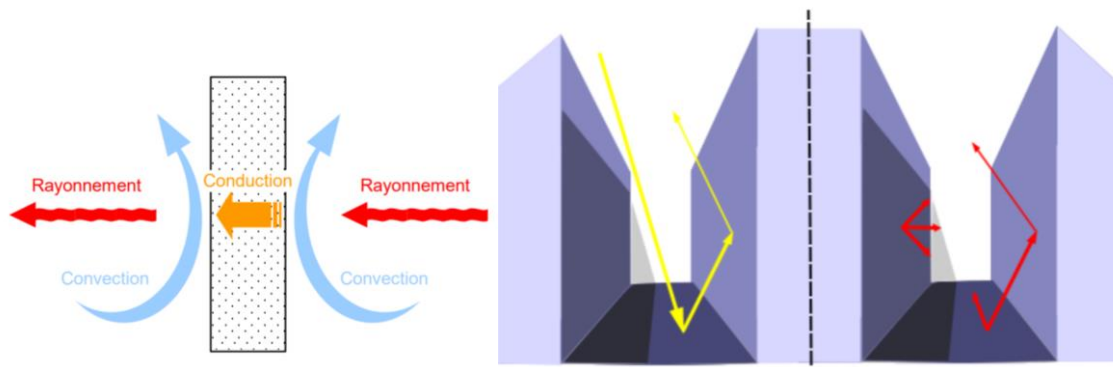


Figure 16 et Figure 17 : Comportement des parois dans les milieux urbain et types de transfert existants. D'après cnrs.fr

« L'îlot de chaleur est tout d'abord dépendant du moment de la journée. Comme Howard l'avait déjà remarqué, l'îlot de chaleur urbain est surtout marqué la nuit lors des minima de températures. »

2.2. LES MATERIEAUX :

2.2.1. L'INERTIE :

« L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur. Ce dernier restituera la chaleur ou la fraîcheur stockée en décalage par rapport à l'air ambiant. Ainsi, les matériaux lourds qui ont une bonne inertie thermique captent la chaleur de la journée pour la transmettre dès que la température ambiante diminue, c'est-à-dire la nuit. Ils tempèrent ainsi l'atmosphère de la maison aussi bien l'été que l'hiver. (Figure 18) Un mur de pierre ou de terre a une bonne capacité à stocker la chaleur et à la diffuser la nuit pour un confort thermique optimal. »¹⁸

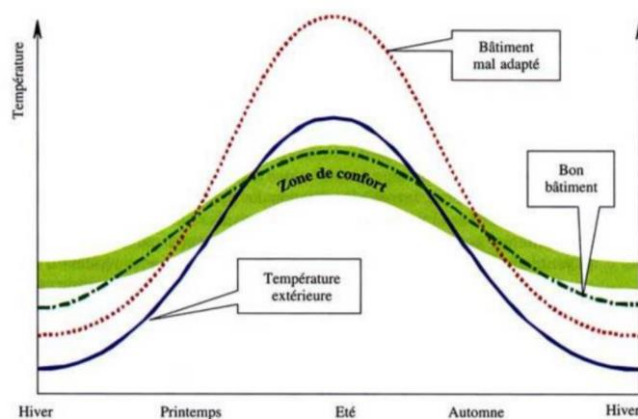


Figure 18 : Zone de confort durant les saisons et comparaison de différents types d'architecture.

¹⁸ <https://www.xn--coquartier-96a.com/2020/03/linertie-thermique.html#:~:text=Principe%20de%20l'inertie%20thermique%20%3A&text=Ce%20dernier%20restituera%20la%20chaleur,rappor%20%20C3%A0%20l'air%20ambiant.&text=Plus%20il%20y%20aura%20de,un%20confort%20%20C3%A0%20ses%20habitants.>

2.2.2. L'ALBEDO :

La définition est citée dans ce passage « le bâti, selon son albédo (indice de réfléchissement d'une surface) absorbe ou réfléchit l'énergie solaire. Ainsi, la ville absorbe pendant la journée 15 à 30 % d'énergie de plus qu'une aire urbaine. Cette énergie est ensuite restituée lentement la nuit sous forme d'infrarouge (chaleur). Or, la géométrie du bâti piège cette énergie thermique. La minéralité des villes et la densité du bâti sont donc des éléments fondamentaux dans la formation des îlots de chaleur. »¹⁹ (Figure 19)

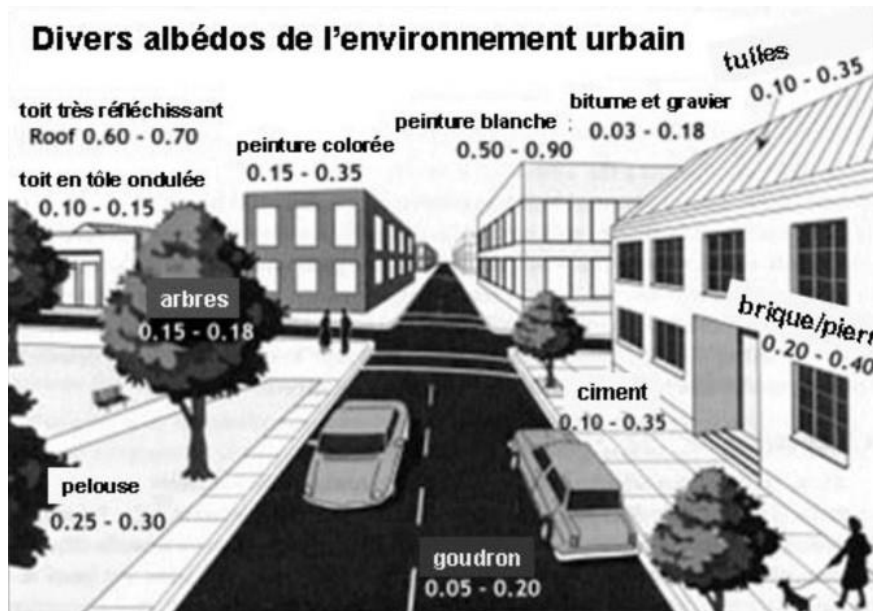


Figure 19 : albédos de la ville. Compris entre 0 et 1 l'albédo caractérise le pouvoir réfléchissant d'un support. A 1 l'énergie lumineuse est entièrement renvoyée.

© NASA

3. CAUSES DE LA CREATION DES ILOTS DE CHALEUR :

Nombreuses sont les raisons qui conduisent à l'apparition des îlots de chaleur urbain nous reprenons celle citée sur info ciments :

- Surfaces pavées et imperméables.
- Surfaces sombres.
- Masse thermique
- Manque de végétation
- Chaleur perdue
- Changement climatique²⁰

les causes de l'îlot de chaleur bien qu'elle soient multiples, Kleerekoper et al (2012) les a citée dans son travail sous forme de points qui correspondent aux chiffres cités dans la figure 20 qui suit :

¹⁹ https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaleur-urbain.php

²⁰ Pour plus d'information : <https://www.infociments.fr/enjeux-societe/notions-dilots-de-chaleur-urbains>

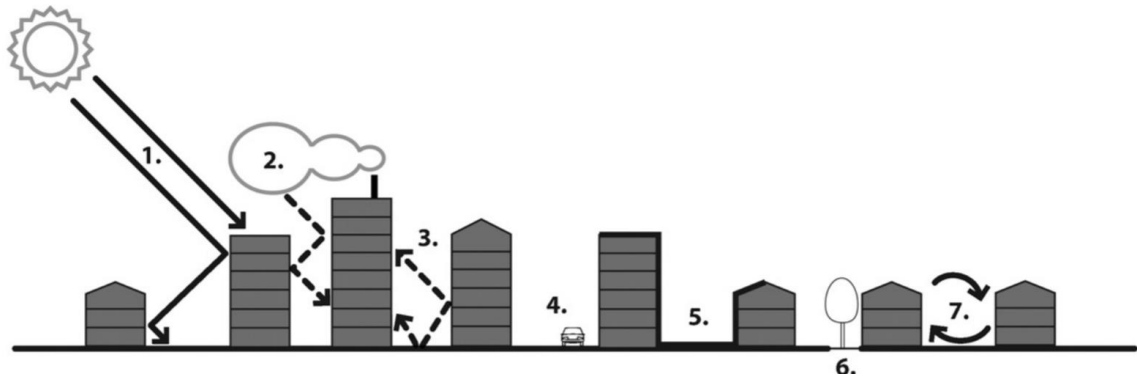


Figure 20: illustration des causes de la création de l'îlot de chaleur par Kleerekoper et al (2012)

1. Absorption du rayonnement solaire de courte longueur d'onde dans les matériaux à faible albédo (réflexion) et piégeage par réflexions multiples.
2. La pollution de l'air dans l'atmosphère urbaine absorbe et réémet le rayonnement à ondes longues dans l'environnement urbain.
3. L'obstruction du ciel par les bâtiments entraîne une diminution de la perte de chaleur radiative à grandes ondes de l'environnement urbain.
4. La chaleur anthropique est libérée par les processus de combustion, tels que le trafic, le chauffage des locaux et les industries.
5. Le stockage accru de la chaleur par les matériaux de construction à forte admittance thermique. En outre, les villes ont une plus grande surface par rapport aux zones rurales et donc plus de chaleur peut être stockée.
6. L'évaporation des zones urbaines s'est réduite grâce à des "surfaces imperméabilisées". Par conséquent, plus d'énergie est transformée en chaleur sensible et moins en chaleur latente.
7. Le transport turbulent de la chaleur à l'intérieur des rues est réduit par une réduction de la vitesse du vent.

4. LUTTER CONTRE L'ÎLOT DE CHALEUR :

Nombreuses sont les solutions, nous citons ici :

- Augmentez l'ombre autour de votre maison.
- Installer des toits verts.
- Installez des toits froids.
- Utilisez des appareils et des équipements économes en énergie.
- Utilisation de béton de couleur claire et de toits blancs
- Plantation d'arbres dans les villes
- Parcs de stationnement verts
- Mise en œuvre de la sensibilisation politique des citoyens pour la réduction de la chaleur

5. DES EXEMPLES :

5.1. DANS LE MONDE :

Il est à remarquer que les études qui mettent en exergue ce phénomène sont pour la plupart basées sur des prises de température pour la période les plus défavorables dans différents quartiers du milieu urbain. La simulation numérique ou le recours à la caméra thermique est plus que nécessaire pour l'évaluation de ce phénomène.

La caméra thermique est souvent munie d'un thermomètre numérique qui transforme la photo en image « False color » sur laquelle nous pouvons désigner des spots, ou effectuer une lecture en fonction des couleurs résultantes. Les expériences sont multiples nous citons ici le cas de la ville d'Atlanta où la caméra a été placée sur un avion. Et l'expérience sur la ville de New York où la caméra infrarouge a été placée par terre (Figure 21 et 22).

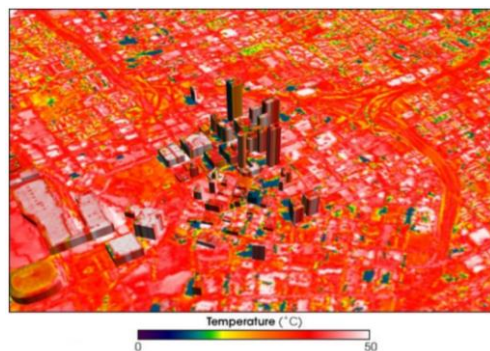


Figure 21 : Ville d'Atlanta : imagerie produite par un radiomètre placée sur un avion

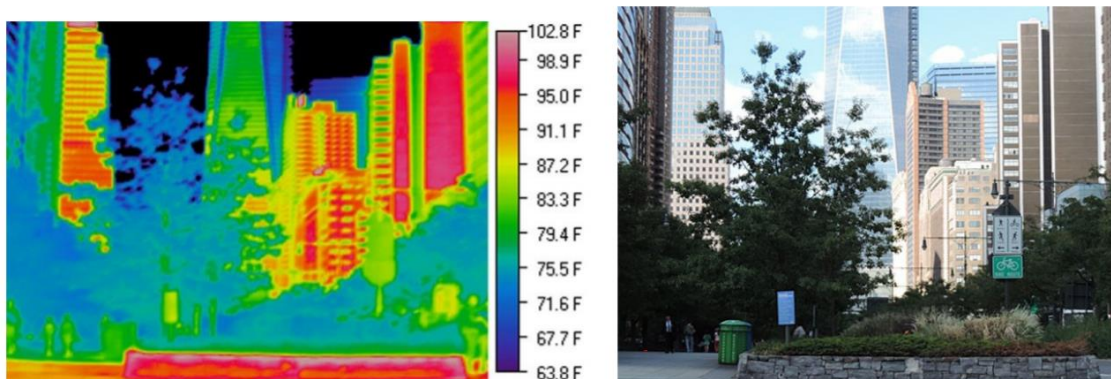


Figure 22 : Exemple d'imagerie résultant d'un thermomètre numérique à New York (tiré de: Crépin, 2014) par Filiatreault_Ysabelle.

5.2. EN ALGERIE :

Les travaux de recherche réalisés sur l'îlot de chaleur en Algérie sont nombreux, la plupart sont basés sur les mesures de température, nous avons aussi un travail très intéressant réalisé sur la ville d'Oran (Figure 23) par le biais du logiciel d'image satellite LANDSAT, des images traitées sur une période de la mi saison (Soufiane, 2013).

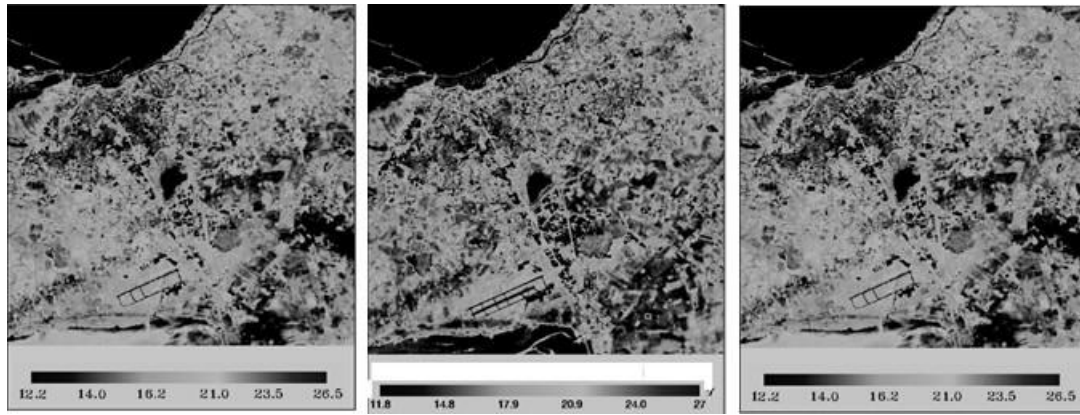


Figure 23 : Etude du concept des îlots de chaleur urbains, variations des image satellite sur la période de mi-saison (Soufiane, 2013)

CONCLUSION

Les scientifiques étudient comment les îlots de chaleur urbains pourraient contribuer au réchauffement de la planète, le changement climatique le plus récent qui comprend le réchauffement progressif de la température de la Terre est surtout due à ce phénomène, qui nous pousse à utiliser beaucoup d'énergie pour la climatisation et la ventilation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE

- Anquez, P., & Herlem, A. (2011). *Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal: causes, impacts et solutions*. Chaire de responsabilité sociale et de développement durable, UQAM.
- Boukhabla, M., Alkama, D., & Bouchair, A. (2013). The effect of urban morphology on urban heat island in the city of Biskra in Algeria. *International Journal of Ambient Energy*, 34(2), 100–110. doi:10.1080/01430750.2012.740424
- Chiche, S. (2020). *Intégration de sources urbaines de chaleur fatale au sein d'un réseau de chaleur* (Doctoral dissertation, Université Paris-Est).
- Chiche, S., Goumba, A., Bonneau, P., Guo, X., & Colombert, M. (2016, May). Recov'Heat: Outil d'estimation du potentiel de sources de chaleur fatale en milieu urbain. In *Congrès français de thermique*.
- du Québec, G., & Levasseur, M. E. (2014). Étude de performance de projets de lutte aux îlots de chaleur urbains dans la région de Montréal.
- Filiatreault, Y. (2015). *Changements climatiques et îlots de chaleur: indicateurs de performance pour les mesures d'adaptation* (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke).
- Kleerekoper, L., van Esch, M., & Salcedo, T. B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, 30–38. doi:10.1016/j.resconrec.2011.06.0
- Nawel, A. B. (2017). La Relation entre l'îlot de chaleur urbain, phénomène du changement climatique et la densité du plan bâti.
- Rchid, A. (2012). The effects of green spaces (Palme trees) on the microclimate in arides zones, case study: Ghardaia, Algeria. *Energy Procedia*, 18, 10-20.

Role of City Texture in Urban Heat Islands at Night Time. J.M. Sobstyl, T. Emig, M.J. Abdolhosseini Qomi, R. J.-M. Pellenq, and F.-J. Ulm. Physical Review Letters, 9 mars 2018

Soufiane, I. M. (2013). *Etude du concept des ilots de chaleur urbains: le cas de la ville d'Oran* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf des sciences et de la technologie).

<https://scied.ucar.edu/learning-zone/climate-change-impacts/urban-heat-islands>

<https://www.infociments.fr/enjeux-societe/notions-dilots-de-chaleur-urbains>

https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaleur-urbain.php#

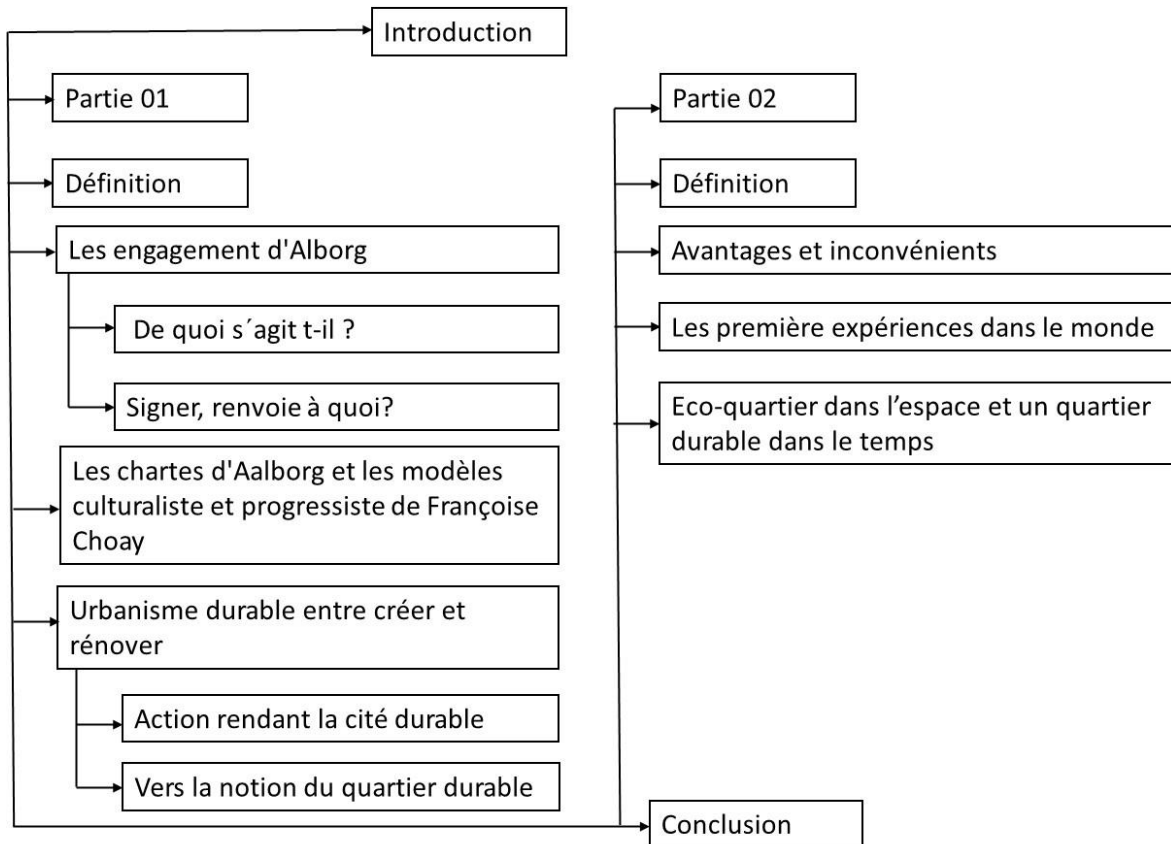
https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaleur-urbain.php

https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2015/Filiatreault_Ysabelle_MEnv_2015.pdf

<https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>

CHAPITRE 06 : L'URBANISME DURABLE ET LA NOTION DE L'ÉCOQUARTIER

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Le phénomène urbain est très ancien dans l'histoire de l'humanité, mais si nous parlons de l'urbanisme en tant que discipline ce n'est qu'en 1909 qu'il y'a eu son établissement en tant que fonction gouvernementale moderne, cette notion a vu l'adoption de la première loi sur l'urbanisme en Grande-Bretagne et, aux États-Unis, la première conférence nationale sur l'urbanisme, la publication du plan de Burnham pour Chicago et la nomination du plan de Chicago.

Si l'urbanisme était lié à la planification dans une zone urbaine et à l'atteinte des objectifs et des besoins des habitants de la zone étudiée. L'urbanisme durable améliore les relations sociales et environnementales avec les moindres pertes financière.

Notre lecture sera divisée en deux parties, la première est relative à l'urbanisme durable son apparition et la notion du quartier durable, la deuxième quand à elle sera consacrée à la notion de l'écoquartier.

LECTURE 06 :

INTRODUCTION :

Avec l'apparition du développement durable, la notion de l'urbanisme durable mobilisera les villes et favorisera l'intégration des dimensions économiques, sociales, environnementales du développement durable. Une telle approche systémique du développement urbain offre la meilleure chance de saisir les opportunités offertes par l'urbanisation rapide et d'éviter ses pièges potentiels.

La première étape vers l'urbanisme durable et la ville durable serait de passer par el concept de l'écoquartier, nous allons voir dans ce qui suit les notion relatives á l'urbanisme durable et l'écoquartier.

PARTIE 01 :

1.DÉFINITION :

« En réalité, l'urbanisme durable pose comme hypothèse que la ville a certes besoin d'une croissance économique, mais que celle-ci doit être menée en respectant les critères du développement durable pour chacun de ses piliers : équité sociale, qualité environnementale, préservation des ressources et du patrimoine, ainsi que de la cohérence des territoires. »

La charte d'Aalborg au Danemark a formalisé en 1994 les premiers principes de l'urbanisme durable.

L'urbanisme durable est à la fois l'étude des villes et les pratiques pour les construire (urbanisme), qui se concentrent sur la promotion de leur viabilité à long terme en réduisant la consommation, les déchets et les impacts nuisibles sur les personnes et les lieux tout en améliorant le bien-être général des personnes et des lieux. L'urbanisme durable vise á satisfert plusieurs principes, parmi ses principes nous citrons :

- Intégrité homme-environnement
- Le bien-être humain
- Équité intra et intergénérationnelle
- Maintien et efficacité des ressources
- Gouvernance démocratique
- Précaution et adaptation

2. LES ENGAGEMENT D'ALBORG :

2.1. DE QUOI S'AGIT T-IL ?

Les Engagements d'Aalborg ont été établis en 2004, 10 ans après la Charte d'Aalborg. Il s'agit d'une déclaration signée par plus de 700 villes et communes qui montrent leur engagement en faveur d'un avenir durable. Les Engagements ont été approuvés lors de la 4e Conférence européenne sur les villes durables, qui s'est tenue à Aalborg (2004). L'objectif de cet événement était de développer une compréhension commune de la durabilité et d'élaborer un cadre à utiliser au niveau local, qui permettrait de mieux définir la manière d'intégrer la durabilité dans tous les secteurs.²¹

Alors que la Charte était déclarative, les Engagements représentent une approche plus structurée et plus ambitieuse. En même temps, la nature holistique des Engagements permet aux décideurs de les

²¹ https://www.ccre.org/docs/T_599_24_3520.pdf

adapter à leurs propres conditions locales. Les engagements englobent une liste d'objectifs qualitatifs organisés en 10 thèmes :

- Gouvernance
- Gestion locale vers la durabilité
- Biens communs naturels
- Consommation responsable et choix de mode de vie
- Planification et conception
- Une meilleure mobilité, moins de trafic
- Action locale pour la santé
- Économie locale dynamique et durable
- Équité et justice sociales
- Du local au mondial

2.2. SIGNER, renvoie à quoi?

D'après le document de l'engagement signer renvoie à :

- fournir un état des lieux de votre situation locale, dans les 12 mois suivant la signature,
- engager un processus de définition des objectifs, avec une participation locale,
- définir les priorités de vos tâches, en vous efforçant de prendre en compte l'ensemble des dix Engagements,
- fixer les objectifs locaux spécifiques dans les 24 mois suivant la date de signature,
- publier périodiquement à l'intention de vos administrés un bilan des Engagements d'Aalborg et
- fournir des informations concernant vos objectifs et leur progression pour évaluation périodique (Figure 24).

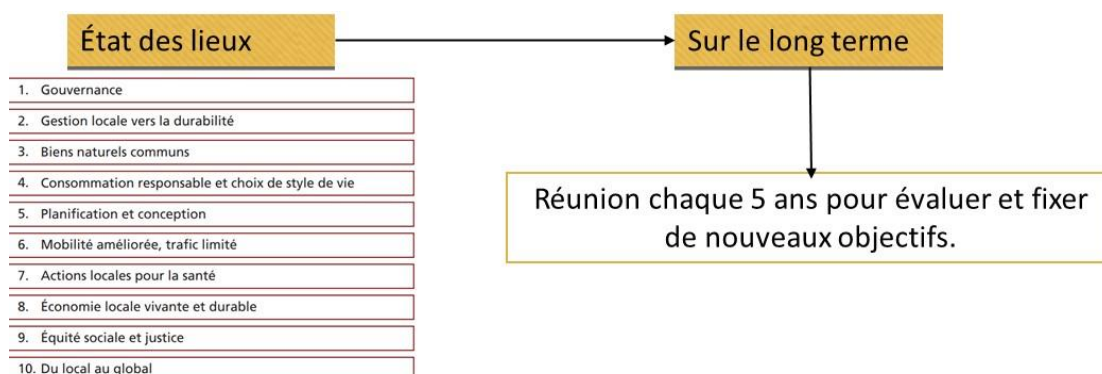


Figure 24 : les deux étapes les plus importantes dans la charte d'Aalborg

3. LES CHARTES D'AALBORG ET LES MODELES CULTURALISTE ET PROGRESSISTE DE FRANÇOISE CHOAY

Claire Carriou et Olivier Ratouis (2014) ont élaboré un travail de comparaison très intéressant entre les textes des deux versions de la charte d'Aalborg 1994 et 2004 et l'explication des modèles progressistes et culturalistes expliqué par Françoise Choay. La comparaison avait été faite en fonction du texte de la théorie, sa temporalité, la prise en charge de la structure sociale et de la nature, la technique

morphologie urbaine, l'esthétique et l'économie et enfin la gouvernance. (Carriou & Olivier Ratouis 2014)

Tableau 3 : tableau tiré du texte Quels modèles pour l'urbanisme durable ?, Claire Carriou et Olivier Ratouis, pour métropolitiques 17 juillet 2014, <https://www.union-habitat.org/>

Critères déterminants	Modèle culturaliste	Modèle progressiste	Charte d'Aalborg (1994)	Aalborg + 10 (2004)
Utopie (imaginaire)	Dimension utopique forte : retrouver la "belle totalité passée"	Dimension utopique forte : inventer la ville efficace, "déterminer le type idéal de l'établissement humain"	Ambivalence : discours de fondation qui en même temps vise à "rééquilibrer" la ville existante	Ambivalence : "vision commune" des villes européennes pour un "développement durable local"
Temporalités	"Recréer un passé mort", nostalgie du passé	Rupture historique radicale avec le passé	Durabilité comme "système d'équilibrage", "tirer les leçons du passé au plan local", "pas un état immuable"	"Futur durable". Conserver l'héritage culturel urbain, responsabilité intergénérationnelle
Structure sociale	Restaurer les communautés organiques	Promouvoir l'individu sur un modèle universel, "besoins-types" libèrent de l'aliénation	Ville comme "entité holistique" ou "écosystème"	Soutenir "les communautés ouvertes et solidaires"
Nature	Dissociation nature/ville (avec des formes intermédiaires)	Association nature/ville	"Capital naturel" à préserver et valoriser, biodiversité	Protection et préservation des biens naturels communs
Technique	Refus de la technique, "idéologie de la culture"	Promotion de la technique, "idéologie du progrès"	Appui : "utiliser les instruments politiques et techniques pour une approche écosystémique de la gestion urbaine"	Ambivalence : "Faire face aux pressions de la technique" mais favoriser "les techniques de construction de haute qualité"
Morphologie urbaine	"Modes d'occupation différenciés" selon les lieux, ensembles clos et limités, inspiration des formes anciennes	Fonctionnalisme, zonage, ordre-type, hors contexte, entités réfléchies ("unités"), créer une ville nouvelle	Combinaison des fonctions, réduction des besoins de mobilité, "chaque ville est différente", ville compacte	Densité urbaine, restaurer les zones désavantagées et friches
Esthétique	Laideur du monde industriel	Promotion du standard, géométrie	- Néant -	- Néant -
Économie	<i>Retour à des formes plus traditionnelles d'exploitation</i>	<i>Adapter la ville à la révolution industrielle</i>	<i>Favoriser une économie qui assure la "viabilité de la communauté"</i>	<i>Promouvoir l'économie et l'emploi "au niveau local"</i>
Gouvernance	<i>Rôle central des professionnels-experts, idéal de démocratie locale</i>	<i>Rôle central des professionnels-experts, pouvoir fort</i>	<i>Pouvoir des villes, "négociation", "participation" des citoyens, experts mis au service des collectivités locales</i>	<i>Démocratie participative, appliquer l'Agenda 21 local, experts mis au service des collectivités locales</i>

4. URBANISME DURABLE ENTRE CREER ET RENOVER :

4.1. Action rendant la cité durable :

Il est à remarquer que plus de la moitié de la population mondiale vit désormais dans des villes. Ce chiffre devrait passer à 68 % d'ici 2050. Pour remédier et problème de nos villes et rendre nos villes plus durables nous pouvons suivre quelques points qui sont²² :

- Faire en sorte qu'il soit facile de se déplacer sans voiture : diminution de la congestion ,réduction des émissions nocives ,amélioration de la qualité de l'air, amélioration de la santé et du bien-être.
- Ajouter des stations de recharge de voiture électrique : Réduction des coûts de transport, diminution de la pression sur le trafic, gestion des infrastructures, réduction massive des émissions de carbone, air plus pur.
- Fournir un accès aux ressources publiques et aux espaces verts : Des centres urbains plus agréables à vivre, une meilleure mobilité urbaine, le soutien d'un écosystème diversifié, y compris les oiseaux, les abeilles et les papillons, la santé mentale des résidents.
- Améliorer la conservation de l'eau et la gestion des eaux usées : Moins de pénuries d'eau, une plus grande disponibilité de l'eau à des fins récréatives, une réduction des déchets et de l'énergie utilisée pour les gérer, une diminution de la pollution environnementale.
- Soutenir l'agriculture urbaine : Répondre à la demande croissante d'aliments locaux, stimuler l'économie locale, transformer des espaces sous-utilisés en paysages vivants et comestibles, réduire l'impact environnemental de la chaîne d'approvisionnement agricole.
- Mettre en œuvre une architecture verte : Économies d'énergie, réduction des émissions de gaz à effet de serre, amélioration de la qualité de l'air, meilleure santé.

4.2. Vers la notion du quartier durable :

Un quartier durable est un endroit où les gens veulent vivre maintenant et à l'avenir. C'est un quartier sain sur le plan social, environnemental et économique, un endroit sûr, bien planifié et construit pour durer. Les quartiers durables sont socialement cohésifs et diversifiés, avec un mélange de types de logements et de possibilités d'emploi donnent la priorité à la marche, au vélo et au transport en commun encouragent l'efficacité énergétique favorisent l'utilisation efficace des ressources ont des zones résidentielles situées à proximité de services récréatifs et commerciaux, avec des liaisons piétonnes et cyclistes²³.

Dans les nouveaux quartiers :

- Structure communautaire compacte à usage mixte
- Des quartiers à l'échelle des piétons
- Quartiers favorisant le transport en commun
- Système d'espaces ouverts reliés entre eux
- Préservation du patrimoine naturel et culturel
- Des zones d'emploi importantes
- Des voies piétonnières et cyclables
- Impacts minimisés sur les caractéristiques naturelles et les traversées de cours d'eau

Dans les anciens quartiers :

- Complet et connecté
- Efficace sur le plan foncier et favorable aux transports en commun
- Sûr et confortable

²² <https://www.digi.com/blog/post/sustainable-city>

<https://www.neighbourhoodguidelines.org/>

²³ <https://www.neighbourhoodguidelines.org/how-guidelines-organized>

- Adaptable et résilient
- Économe en énergie et en ressources
- Vert et sain

PARTIE 02 :

1.DÉFINITION : L'ÉCOQUARTIER

Un éco-quartier ou écoquartier est un néologisme associant les termes "district" et "éco", abréviation d'écologique. Il désigne un aménagement urbain visant à intégrer des objectifs de développement durable et d'équité sociale et à réduire l'empreinte écologique d'un quartier, d'une aire urbaine ou d'une région.

Un écoquartier, ou quartier durable est un quartier qui s'inscrit dans une perspective de développement durable : il doit réduire au maximum l'impact sur l'environnement, favoriser le développement économique, la qualité de vie, la mixité et l'intégration sociale.

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

- Créer une identité de quartier cohérente
- Options diversifiées, multi-modèles et abordables.
- Zéro déchet et gestion optimisée des matériaux
- Gestion fiable et abordable de l'eau
- Des écosystèmes urbains sains qui protègent et régénèrent les écosystèmes.
- Consommation énergétique annuelle nette zéro
- Promouvoir l'équité et les opportunités
- Promouvoir la santé humaine et le bien-être de la communauté

Un ÉcoQuartier est un projet d'aménagement urbain qui respecte les principes du développement durable tout en s'adaptant aux caractéristiques de son territoire.

C'est avant tout, une démarche transversale de questionnement sur le projet urbain avec l'ambition de :

- faire du projet autrement (conduite de projet, mobilisation citoyenne, démarche d'amélioration continue)
- montrer que tous les territoires contribuent aux enjeux nationaux et mondiaux (en terme de lutte contre le changement climatique et de transition énergétique)
- faire levier vers la ville durable (pérenniser la démarche). (service de l'état Loire atlantique – France)

2.AVANTAGES ET INCONVEINIANTS :

Nous avons trouvé beaucoup de sources à ce sujet, mais nous avons préféré cité intégralement les avantages et les inconvénients des écoquartiers présents sur le site géo.fr.

Avantages :

- les écoquartiers offrent 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.

- grâce à la mise en œuvre de normes rigoureuses, la construction d'écoquartiers permet de réduire la consommation énergétique des bâtiments.

Inconvénients :

- la mise en place d'un écoquartier est un processus complexe, qui fait intervenir la collectivité, les urbanistes, les promoteurs et les citoyens.

- un écoquartier peut rapidement devenir obsolète, car les critères de performance énergétique et d'éco-construction du bâtiment sont de plus en plus exigeants.

- un écoquartier conçu hors du cadre d'une politique urbaine globale risque d'être isolé, vivant en autarcie par rapport au reste de l'agglomération.²⁴

3. LES PREMIERE EXPÉRIENCES DANS LE MONDE :

Le quartier Vauban est un écoquartier de la ville de Fribourg-en-Brigau, en Allemagne, situé à 3 km au sud du centre-ville de Fribourg (Figure 25). Depuis 2006, le quartier Vauban comprend 2000 logements et 5000 habitants, des écoles, une cité estudiantine, des magasins, une ligne de tram qui mène directement au centre-ville et seulement deux parkings situés en bordure du quartier .



Figure 25 : Quelques photos prise dans le quartier Vauban

4. ECO-QUARTIER DANS L'ESPACE ET UN QUARTIER DURABLE DANS LE TEMPS :

Selon Boutaud, B. (2009) l'écoquartier n'est qu'une évolution du quartier durable dans le temps, ce qui montre clairement que l'écoquartier est un quartier durable à troisieme génération, cependant la meme étude stipule que l'on préfere appelé un quartier « éco » les quartier durable qui n'ont pas réussi à remplir toutes les condition de la durabilité sur le court terme (Figure 26).

Boutaud (2009) conclue : « Il ressort ainsi de nos précédentes observations que la signification liée au mot *éco-quartier* a changé. L'usage nous montre que cette utilisation basée aujourd'hui sur des objectifs environnementaux, sociaux et économique est largement partagée, à commencé par les pouvoirs publics. Hier, un éco-quartier était plutôt une association des unités suivantes : *écologique* et *quartier*. C'est-à-dire clairement un quartier écologiquement performant. Depuis quelques années, *éco-quartier* a néanmoins tendance à ne former qu'une seule unité regroupant non seulement des considérations environnementales mais élargies aux piliers sociaux et

²⁴ Pour plus d'information : <https://www.geo.fr/environnement/ecoquartier-environnement-developpement-durable-45637#:~:text=Avantages%20%3A,et%20pr%C3%A9servation%20de%20l'environnement.>

économiques. Si *quartier durable*, comme *agriculture durable* ou *ville durable*, peut continuer d'évoquer théoriquement et de manière générale un certain nombre de concepts et d'idées maîtresses, il semble en revanche beaucoup moins adapté pour la désignation du quartier dans sa matérialité. »

- *(Histoire)* Une forme d'expérimentation urbanistique initiée dès la fin du XX^e siècle essentiellement dans les pays du nord et du centre de l'Europe qui débute avec le phénomène des éco-villages créé dans plusieurs régions du monde dans les années 1960 et 1970. L'ambition de ces ensembles était de concrétiser, par des opérations exemplaires bénéficiant de ressources financières exceptionnelles, certains principes environnementaux puis sociaux et économiques regroupés dans les années 1990-2000 dans la notion de développement durable. Laboratoires expérimentaux des principes de l'urbanisme du XXI^e siècle, ils constituent des vitrines indispensables visant à rendre concrètes les approches théoriques d'une ville qui s'insère plus harmonieusement dans son environnement naturel tout en amorçant une diffusion de ces principes à grande échelle. Le temps des pionniers passé, tout éco-quartier développé depuis les années 2000 doit présenter des caractéristiques sociales, environnementales et économiques optimales.
On distingue trois générations d'éco-quartiers :
 1. ■ *Les proto-quartiers* : disséminés, confidentiels et à fort caractère militant.
 2. ■ *Les quartiers prototypes* : réalisés dans les années 1980 et au début des années 1990, peu nombreux, circonscrits aux pays du nord de l'Europe et aux pays germaniques, à caractère exceptionnel et devenus très célèbres (Fribourg, Malmö, Helsinki, Stockholm...).
 3. ■ *Les quartiers types* : de la fin des années 1990 à aujourd'hui, très nombreux, ne dérogeant plus aux dispositifs classiques pour leur réalisation, encore principalement localisés dans une large frange nord de l'Europe mais commençant à être présent dans les espaces plus au sud.
- *(Scientifique)* Un espace bâti nouveau ou reconverti d'une ville, dans ou à proximité d'un centre urbain dense, de l'échelle d'un quartier, ayant pour vocation d'appliquer, de préserver et de développer sur le temps long l'ensemble des principes environnementaux, sociaux et économiques de développement durable qui ont gouvernés à sa conception.
- *(Usuel)* Dans le langage courant, un quartier d'une ville désigné comme tel par ses initiateurs et répondant à un certain nombre de principes environnementaux, sociaux ou économiques. *Éco-quartier* est parfois utilisé comme synonyme de *quartier durable* bien que leurs sens divergent.
- *(Institutionnel)* Un terme labellisé (« ÉcoQuartier ») en 2008 par le MEEDDM dans le cadre d'un concours sur la ville durable afin notamment de dynamiser le développement des pratiques d'urbanisme durable en France.

Figure 26 : Synthèse de la définition du concept l'écoquartier tiré de l'article de Boutaud, B. (2009).

CONCLUSION

Une attention constante à la poursuite de la " cohésion de l'expérience urbaine " pourrait aider à répondre à des questions environnementales urgentes, centrés sur la consommation des ressources naturelles, et donc des facteurs objectivement mesurables tout en tenant compte de tous les éléments relatifs à la qualité de l'environnement mesurables objectivement et en considérant tous les éléments relatifs à la qualité de la forme des lieux concernés, bien qu'il s'agisse d'un élément plus difficile à évaluer. Cette approche synthétique pourrait offrir une réponse à la dérive que connaissent fréquemment les projets objectivement durables, car ils perdent leur potentiel de développement durables en cherchant gratuitement à attirer l'attention par la création de bâtiments tout compris et performants, qui tout en étant plus difficiles à évaluer, ne sont pas à la hauteur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE

- Benoît Boutaud, « Quartier durable ou éco-quartier ? », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Débats, Quartier durable ou éco-quartier ?, mis en ligne le 24 septembre 2009, consulté le 02 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22583>.
- Boutaud, B. (2009). Quartier durable ou éco-quartier?. *Cybergéo: European journal of geography*.
- Carriou, C., & Ratouis, O. (2014). Quels modèles pour l'urbanisme durable?. *Métropolitiques*. eu.
- Codispoti, O. (2021). Sustainable urban forms: eco-neighbourhoods in Europe. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 1-26.

Emelianoff, C. (2004). Urbanisme durable?. Ecologie politique, (2), 13-19.

L'ENGAGEMENT D'AALBORG dans : https://www.ccre.org/docs/T_599_24_3520.pdf

Leconte, A., & Lallemand, X. (2009). Italie—Une analyse du discours sur le développement durable. L'Europe en Formation, (2), 79-104.

<https://www.digi.com/blog/post/sustainable-city>

<https://www.neighbourhoodguidelines.org/>

<https://www.neighbourhoodguidelines.org/how-guidelines-organized>

LIVRES BIBLIOTHEQUE :

-Petit manuel de la conception durable BC 710/04.2 et 710/04.3 BTec 710/04.4 á 710/04.9

-Bâtiments et aménagement durable: bien-être, vie urbaine et écoquartier BC 711.4/52.8 á 711.4/52.12 B Tec 711.4/52.2 á 711.4/52.7.

-Concevoir et évaluer un projet d'écoquartier: avec le référentiel BTec 711.4/56.2 á 711.4/56.6

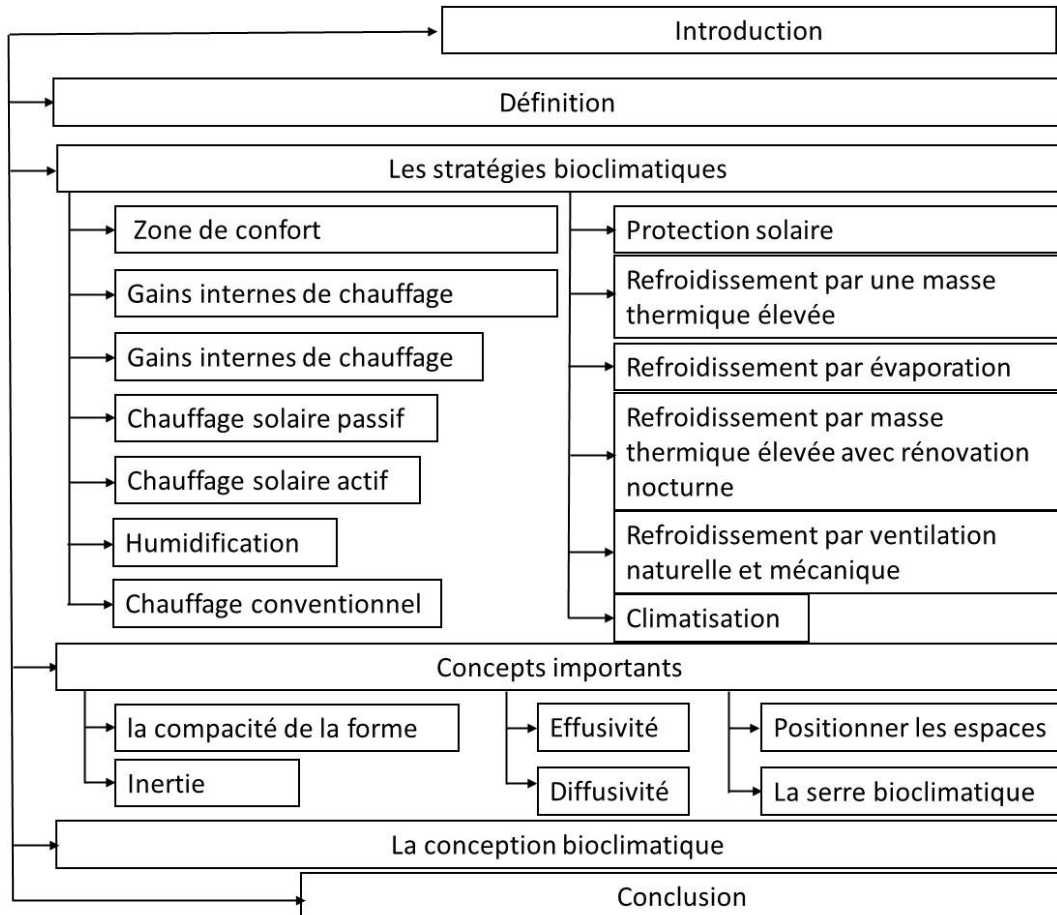
-L'urbanisme durable: Concevoir un écoquartier BC 711.4/40.2 et 3 BTec 711.4/40.4 á 711.4/40.10

-L'Architecture Ecologique du Vorarlberg BC 720/41.2 BTec 720/41.3 á 720/41.5

-L'architecture écologique: 29 exemples européens : enjeux et perspectives, urbanisme et développement durable, architecture et qualité environnementale BC 720/19.2 BTec 720/19.3 á 720/19.8

CHAPITRES 07 : BATIMENTS ET TECHNIQUES BIOCLIMATIQUES

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Si L'architecture bioclimatique est une des façons à concevoir des bâtiments en fonction du climat local, dans le but d'assurer le confort thermique en utilisant les ressources environnementales, les stratégies bioclimatiques renvoient à des réflexions lors de la conception à plusieurs éléments qui sont : l'enveloppe du bâtiment, l'ombrage, la ventilation naturelle, le chauffage et le refroidissement passifs, nous pouvons aussi identifié quatre variables des principes de l'architecture bioclimatique : dispositifs de protection solaire, système de refroidissement passif, stratégies de masse thermique et stratégies de ventilation.

Nous nous intéresserons dans cette lecture aux stratégies bioclimatiques qui pourront constituer une solution appropriée pour assurer le confort thermique en été, un chauffage plus utile des locaux et des économies d'énergie, ainsi qu'une réduction des émissions de polluants environnementaux, et une empreinte carbone plus faible grâce à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

LECTURE 07 :

INTRODUCTION :

Les concepts inhérents au bioclimatisme sont récents dans le domaine de l'architecture, la "maison solaire bioclimatique" a été le premier projet expérimental développé à l'issue des recherches menées de 1981 à 1984 et récompensé en 1985 dans ce volet, dès cette période les recherches et les expériences sur ses stratégies dans les bâtiments se sont multipliées, qu'ils soient conçues ou rénovés, l'objectif était de concevoir des bâtiments capables de s'adapter à l'environnement sans pertes économiques, comme par exemple capter les vents chauds et secs, humidifier l'air en évaporant une petite quantité d'eau et fournir de l'air frais sans autre technologie.

Comment ce concept avait été développé e quelles sont les stratégies qui lui sont relatives ?

1.DÉFINITION : C'EST QUOI LE BIOCLIMATISME

Une approche bioclimatique de la conception est donc une réponse synthétique à la dialectique entre la tectonique de l'expérience physique et la dynamique de l'environnement naturel. le concept de "bioclimatisme" peut s'appliquer à de nombreux types de bâtiments, mais il intéresse de plus en plus les constructeurs de maisons individuelles soucieux de respect de l'environnement (Figure 27).

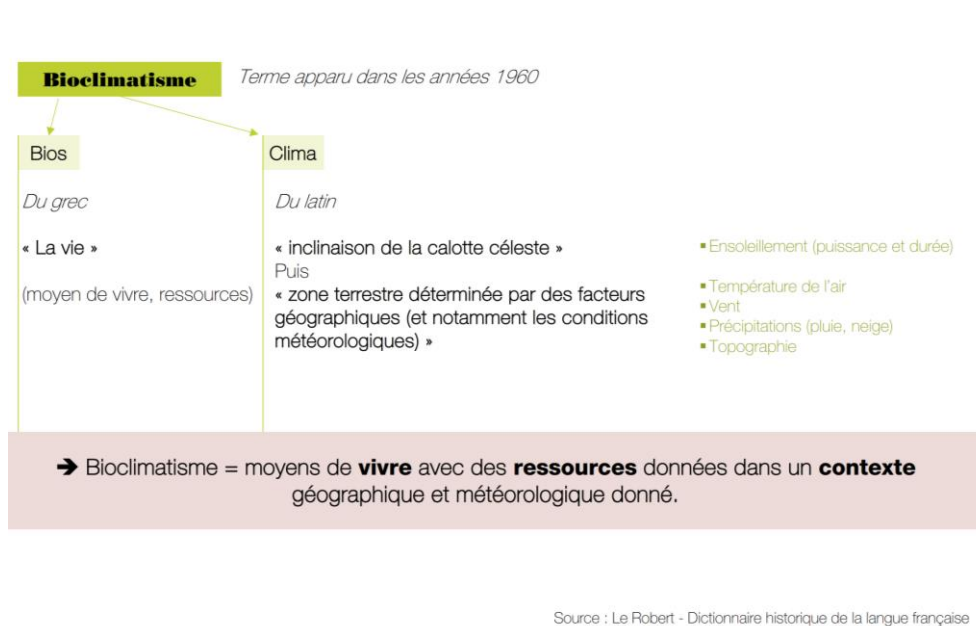


Figure 27 : d'après Romain Marten Ad Hoc architecture 14/03/2018 Conception Bioclimatique EHPAD de Nort-sur-Erdre, Ad Hoc architecture.

Le bioclimatisme est une question de bon sens, si nous prenons l'exemple de la conception d'une maison, Il s'agit simplement de concevoir sa maison pour profiter au maximum des phénomènes climatiques. Ainsi, on estime qu'une maison bioclimatique consomme jusqu'à 30 % de chauffage en moins qu'une maison traditionnelle (Figure 28).

- Construire une maison compacte (carrée ou rectangle)
- Organiser les pièces de sa maison en fonction de la course apparente du soleil
- Placer ses menuiseries en conséquence
- Se protéger du soleil d'été
- Maximiser l'isolation et l'étanchéité à l'air.

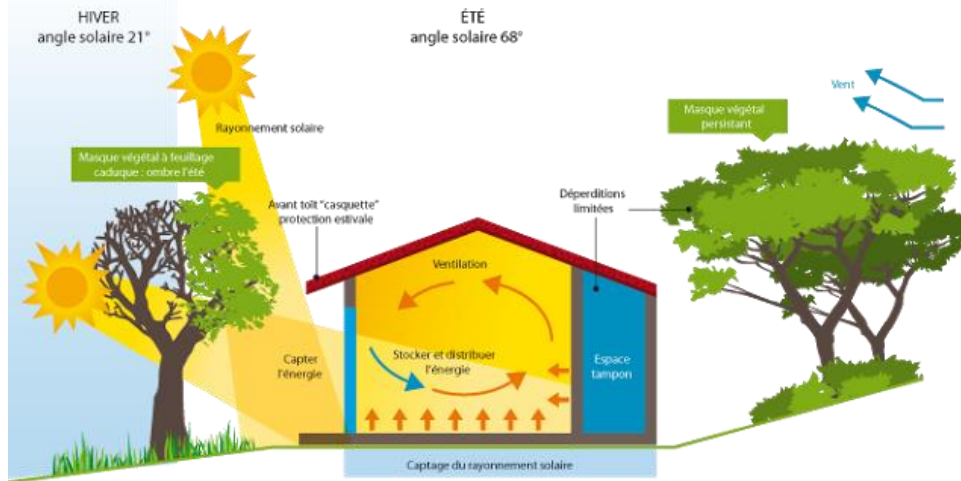


Figure 28: Stratégie de l'architecture bioclimatique figure tiré du livre traité d'urbanisme et d'architecture bioclimatique.

2. LES STRATÉGIES BIOCLIMATIQUES :

2.1. Zones de confort :

La zone de confort, représente les conditions idéales pour le corps humain. Statistiquement parlant, cette zone est confortable pour 70 % de la population . Elle représente la zone dans laquelle le corps humain, avec des vêtements légers et peu d'activité, ne nécessite pas de dépenses énergétiques pour rester confortable. Cette zone est délimitée par des valeurs de température comprises entre 21 et 26 °C et des valeurs d'humidité relative comprises entre 20 et 70 % . Aucune stratégie bioclimatique ne doit être mise en œuvre dans cette zone (Figure 29).

Pour les zones restantes l'usage de la stratégie renvoie à la réduction des énergies consommées dans le bâtiment en question. Nous avons dans ce qui suit détailler les stratégies en fonction de chaque zone selon le travail réalisé par F. Manzano-Agugliaro et al.(2015)

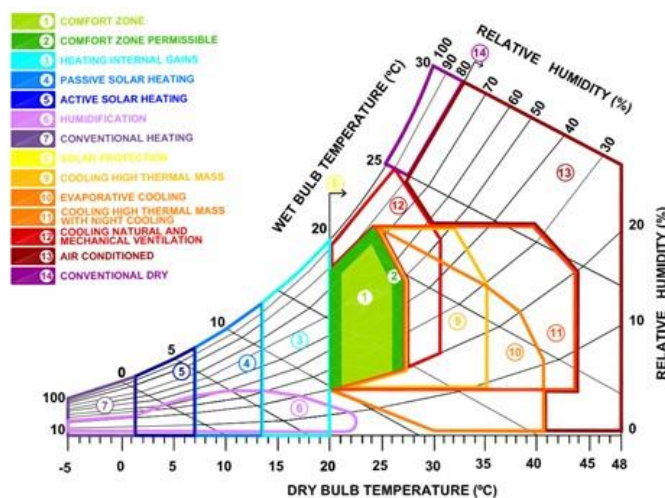


Figure 29: Tableau psychrométrique adapté de Givoni d'après F. Manzano-Agugliaro et al.(2015)

2.2. Gains internes de chauffage :

Les gains internes sont fournis par les personnes qui occupent le même espace, l'éclairage artificiel, les machines qui génèrent de l'énergie thermique et tout processus susceptible d'influencer la température qui génère de l'énergie thermique et tout processus susceptible de générer de la chaleur. Ce gain interne est uniquement dû aux différences de température et est décrit comme une charge sensible, un paramètre important pour le calcul climatique d'un bâtiment.

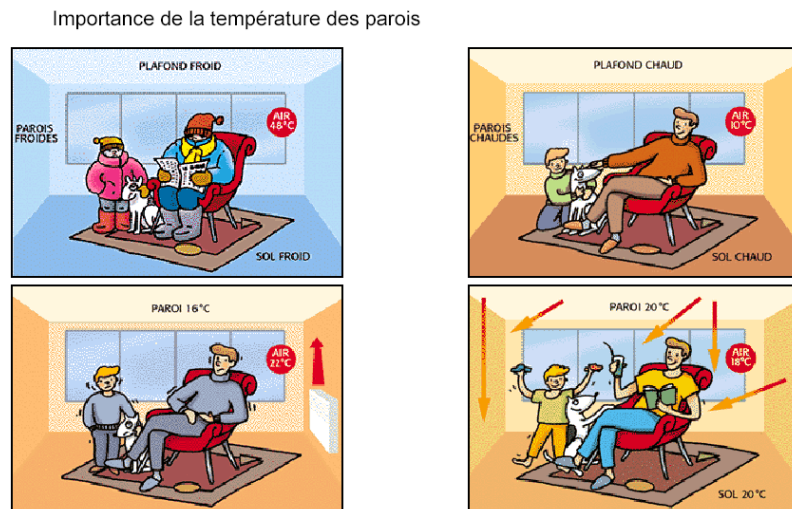


Figure 30: influence de la température de al parois sur l'ambiance et le confort thermique (De Herde & Liébard, 2005).

2.3. Chauffage solaire passif :

Le terme "passif" se rapporte à la conception de l'enveloppe du bâtiment, alors que le chauffage "actif" se rapporte à l'utilisation de toute source d'énergie externe. Le chauffage "actif" concerne l'utilisation de toute source d'énergie externe, autre que l'énergie thermique solaire, utilisée pour la climatisation du bâtiment ou même le chauffage solaire. Le chauffage solaire passif a été largement utilisé au cours de l'histoire avec un grand succès (Figure 31).

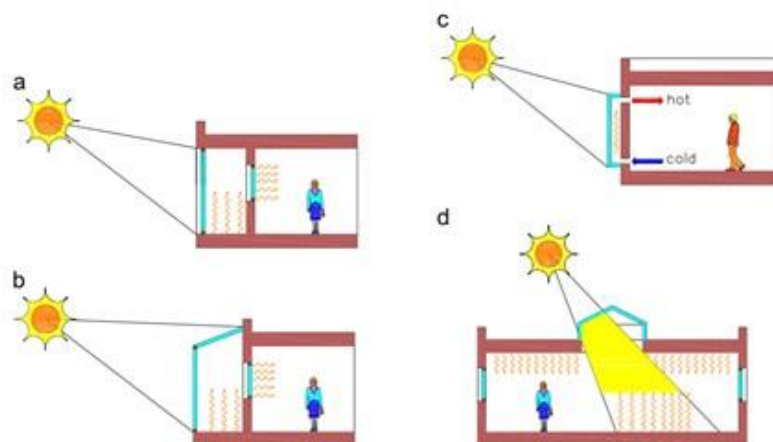


Figure 31: Technique du chauffage solaire passif d'après F. Manzano-Agugliaro et al.(2015)

2.4. Chauffage solaire actif :

L'objectif du chauffage solaire actif est similaire à celui du chauffage solaire passif ; toutefois, dans le cas du chauffage actif, un fluide est chauffé et chauffe ensuite l'intérieur de la maison. Parfois, une petite quantité d'énergie est parfois nécessaire pour conduire et distribuer ce gain de chaleur car les conditions climatiques correspondent à des valeurs de température comprises entre 1 et 7 °C. Les systèmes passifs ne permettent pas à eux seuls d'obtenir des conditions de confort dans l'espace mais peuvent contribuer à réduire la consommation d'énergie(Figure 32).

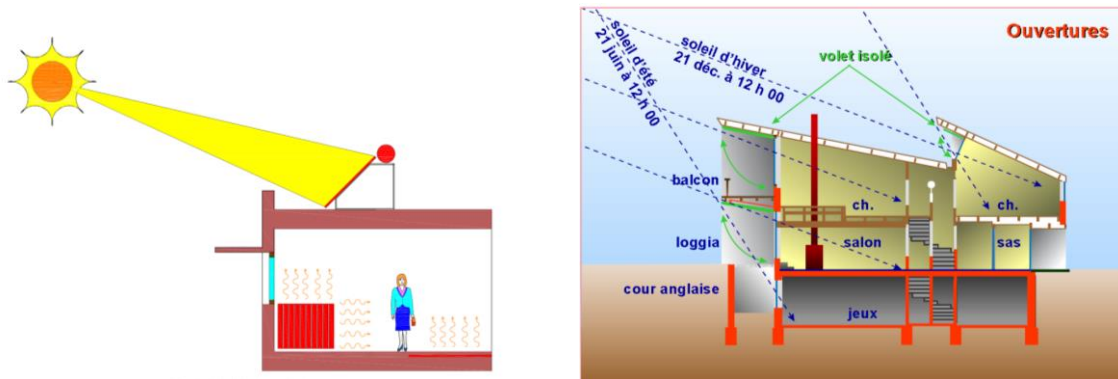


Figure 32: Techniques du chauffage solaire actif d'après F. Manzano-Agugliaro et al.(2015)

2.5. Humidification :

Les stratégies d'architecture bioclimatique les plus courantes visent à introduire l'humidité par le biais de courants d'air, pour lesquels il est nécessaire de considérer les conditions dominantes de mouvement de l'air afin de fournir de l'humidité aux pièces environnantes (Figure 33).

Les stratégies les plus fréquentes sont :

- la présence de végétation à proximité ou à l'intérieur du bâtiment ou dans un patio
- surfaces d'eau ou de fontaines.
- des installations ad hoc comme des tuyaux enterrés remplis d'eau à un tiers enterrés, remplis au tiers d'eau pour permettre le passage de l'air.
- les filtres humides.

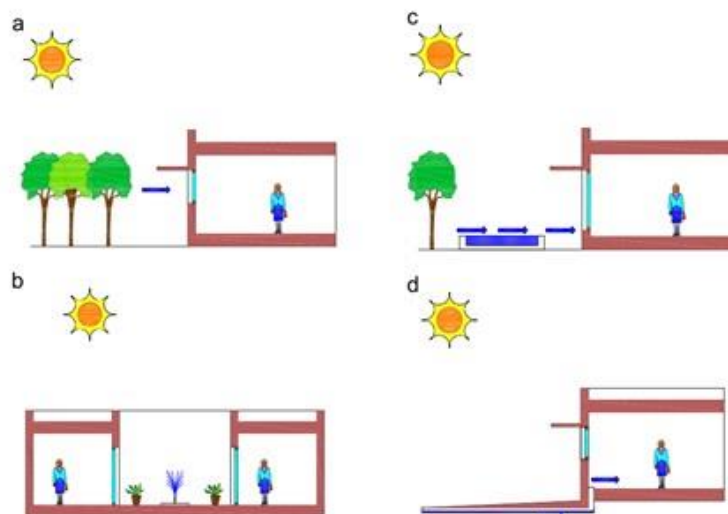


Figure 33: Techniques de l'humidification d'après F. Manzano-Agugliaro et al.(2015)

L'objectif de cette stratégie est d'atteindre le confort en augmentant l'humidité relative. Pour ce faire, on introduit de l'air qui est passé au-dessus d'une surface d'eau. Cet air peut être déplacé par des différences de pression (passif) ou par des dispositifs mécaniques (actif).

2.6. Chauffage conventionnel :

Les conceptions solaires passives peuvent ne pas être suffisantes pour assurer le confort thermique intérieur, en particulier dans les régions au climat extrême. Dans ce cas, les stratégies passives sont insuffisantes pour obtenir du confort et il devient nécessaire d'utiliser un dispositif qui consomme de l'énergie électrique, du gaz, du pétrole ou du charbon pour augmenter la température moyenne de 20 °C.

L'emplacement optimal des systèmes de chauffage tels que les radiateurs se situe sous les fenêtres afin d'obtenir un rayonnement thermique maximal ; Il est également déconseillé de bloquer les radiateurs avec des meubles afin de profiter au mieux de la chaleur.

2.7. Protection solaire :

Dans ce cas, les stratégies d'architecture bioclimatique tentent d'éviter les gains de chaleur par rayonnement solaire et d'éviter les augmentations de température pour rester dans la zone de confort. La protection est axée sur toutes les ouvertures du bâtiment, mais elle peut aussi s'appliquer de manière générale à l'enveloppe du bâtiment. La protection solaire peut être mise en œuvre (Figure 34) :

- De Manière Naturelle Comme L'utilisation D'arbres A Feuilles Caduques
- Par Le Biais D'éléments Architecturaux Tels Que Des Pergolas Avec De La Végétation A Feuilles Caduques.
- Éléments Architecturaux Tels Que Des Pergolas Avec Une Végétation A Feuilles Caduques
- Les Porches
- Les Auvents
- Les Stores extérieurs (brise-soleil) et les lattes.



Figure 34: Protections solaires (De Herde & Liébard, 2005).

2.8. Refroidissement par une masse thermique élevée :

Cette stratégie est constituée de la masse thermique de l'enveloppe du bâtiment qui reçoit et transmet ensuite le rayonnement vers l'intérieur avec une différence de phase pour obtenir un climat uniforme tout au long de la journée. Afin d'obtenir une uniformité climatique tout au long de la journée. Les matériaux capacitifs aident à créer une différence de phase dans la transmission quotidienne de l'énergie et à en tempérer l'intensité. La dissipation nocturne par la façade et le toit

est nécessaire. Il est idéal de placer un dispositif de protection mobile diurne pour éviter les gains et favoriser la dissipation nocturne.

2.9. Refroidissement par évaporation :

Il vise à atteindre le confort en réduisant la température par l'évaporation de l'eau et en augmentant en augmentant simultanément l'humidité relative. Le processus d'évapotranspiration se fera par : la couverture végétale, l'aspersion d'eau sur le toit, la pulvérisation d'eau à l'intérieur pour réduire la température de l'air aérien, et la production d'une circulation d'air par convection.

2.10. Refroidissement par masse thermique élevée avec rénovation nocturne :

Cette stratégie crée une différence de phase entre l'effet des températures extérieures diurnes et nocturnes pour effectuer une rénovation nocturne. Elle est efficace lorsque le climat présente des différences de thermiques significatives entre les périodes de jour et de nuit. L'enveloppe du bâtiment doit être composée de matériaux capacitifs qui transmettent l'énergie avec la plus grande différence de phase possible (environ 12 h) avec un certain amortissement. La nuit, la dissipation et la rénovation doivent se faire par les ouvertures, les terrasses et les toits (Figure 35).

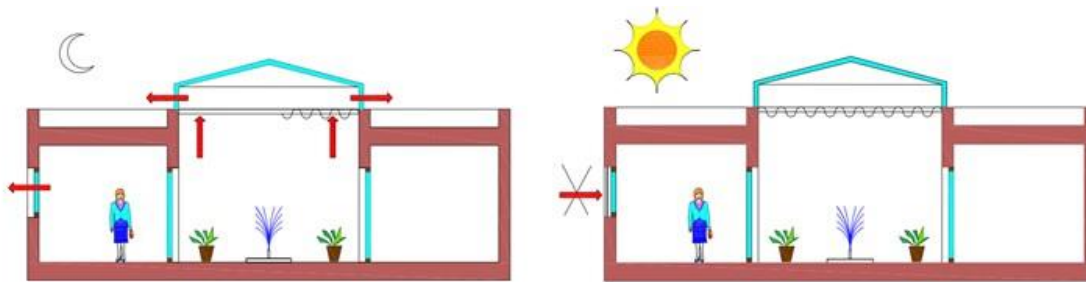


Figure 35: Les techniques de refroidissement par masse thermique

2.11. Refroidissement par ventilation naturelle et mécanique :

Une plus grande La sensation thermique est accrue et l'air intérieur est simultanément purifié. Ceci peut être obtenu naturellement en utilisant la ventilation croisée des façades nord-sud ou les vents dominants, l'effet cheminée, une chambre solaire, la ventilation souterraine, les tours à vent, les tours d'évaporation, les espaces verticaux dans un bâtiment ou des patios. De plus, cet effet peut être obtenu mécaniquement à l'aide de ventilateurs ou de souffleurs.

2.12. Climatisation :

Cette stratégie a comme objectif d'atteindre le confort en installant des machines à air conditionné pour réduire la température et l'humidité relative. Cependant, une température de 26 °C est suffisante pendant l'été et ne nécessite pas la consommation d'énergie excédentaire.

Deux autres recommandations très courantes concernant l'utilisation de la climatisation consistent à ne pas régler le thermostat à une température inférieure à la normale, car cela entraîne un gaspillage d'énergie, et à éteindre les appareils de climatisation en quittant la maison. les appareils de climatisation lorsqu'on quitte la maison (Figure 36).

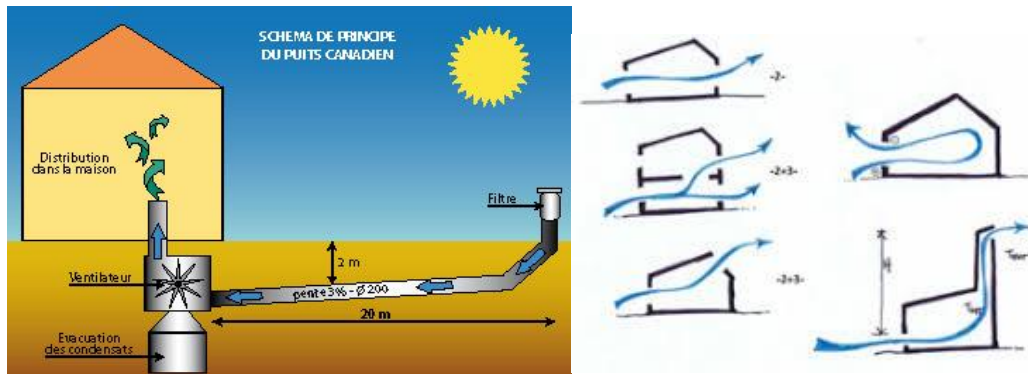


Figure 36: Shéma de principe de la climatisation par puits canadien et de ventilation naturelle

3. CONCEPTS IMPORTANTS :

3.1. la compacité de la forme :

C'est une caractéristique géométrique importante du bâtiment. Par compacité du bâtiment, nous entendons la compacité du solide qui est un modèle géométrique isométrique géométrique de l'enveloppe du bâtiment ou de sa partie. La compacité géométrique (Figure 37) d'un solide rigide est la relation entre la surface et le volume de l'enveloppe. La mesure classique de la compacité est définie par le rapport sans dimension rapport $(\text{surface})^3 / (\text{volume})^2$ sans dimension, Il existe deux façons de l'évaluer la compacité et le facteur de compacité. (Kozniowski, 2019)

La compacité est le rapport entre la surface de la paroi et la surface habitable, parfois nous trouvons aussi ce rapport par calcul inversé, il se calcule comme suit : **$C = Sp / SHab$ ou $C = SHab / Sp$**

Le facteur le plus utilisé et le plus réaliste est **$C = Sp / SHab$**

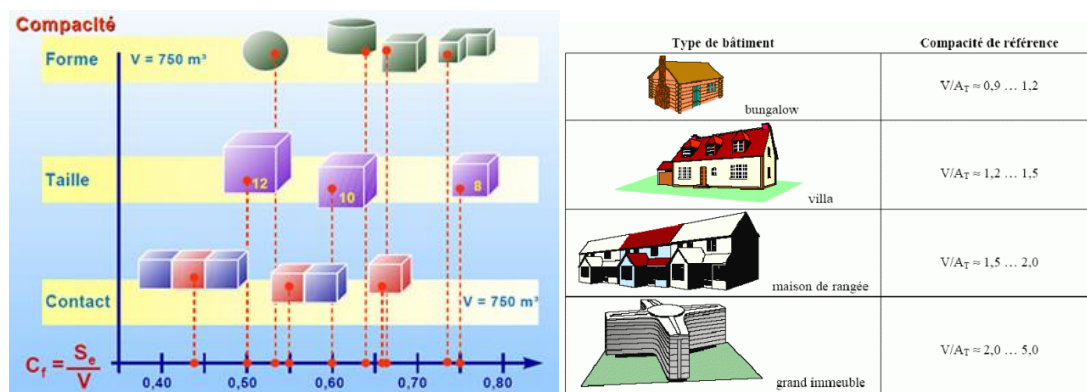


Figure 37: Schéma montrant la variation de la compacité en fonction du volume, la taille et la forme de l'édifice. (De Herde & Liébard, 2005).

3.2. Inertie : L'inertie d'un bâtiment mesure sa capacité à stocker la chaleur, à en différer la restitution et à atténuer l'effet des surchauffes dues aux apports solaires

3.3. Effusivité : Les matériaux de construction lourds qui par conséquent, ont une forte conductivité et une forte chaleur volumique vont avoir une forte effusivité et inversement pour les matériaux de construction légers.

$$B = \sqrt{\lambda \rho c}$$

3.3. Diffusivité : lorsqu'un matériau est soumis à des conditions frontières variables au cours du temps, la vitesse de variation des températures à l'intérieur de sa masse au cours du temps est déterminée par sa diffusivité thermique. Plus celle-ci est grande plus le matériau va chauffer et refroidir rapidement.

$$a = \frac{\lambda}{\rho c} [M^2/S]$$

3.4. Positionner les espaces: le zonage selon l'orientation

L'une des pratiques les plus fondamentales de l'architecture durable est l'orientation du site (Figure 38). L'essentiel est d'examiner votre site de construction et de prendre note de l'environnement naturel. Identifiez les changements saisonniers, les schémas des vents dominants, la trajectoire du soleil sur le terrain et les ressources naturelles telles que les arbres. L'orientation du site augmente considérablement l'efficacité énergétique de votre maison tout en diminuant l'effet de votre bâtiment sur l'environnement naturel. Elle influe sur le chauffage et la climatisation de votre bâtiment et, si elle est bien faite, elle vous aidera à maintenir une température optimale dans votre environnement de vie. L'effet sur vos résultats est notable, car elle réduit les besoins en climatisation en été et de chauffage en hiver.

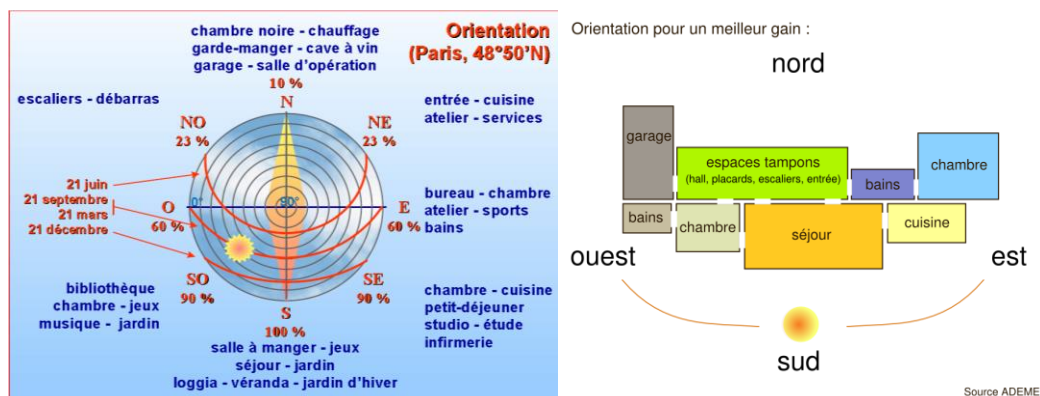


Figure 38: proposition du zonage spatial en fonction de l'orientation géographique de la ville de Paris. (De Herde & Liébard, 2005).

3.5. La serre bioclimatique :

Les serres bioclimatiques appartiennent à la catégorie des technologies passives pour le contrôle des conditions thermo-hygrométriques des bâtiments. Le terme "système solaire passif" est utilisé pour décrire les systèmes qui collectent, accumulent et redistribuent l'énergie solaire sans utiliser de systèmes mécaniques.

Les systèmes solaires passifs sont essentiellement composés de deux éléments : un capteur, généralement constitué d'une surface transparente orientée (Figure 39) vers le sud/sud-ouest et une masse thermique capable d'accumuler la fraction thermique du rayonnement solaire tel qu'un mur en pierre.

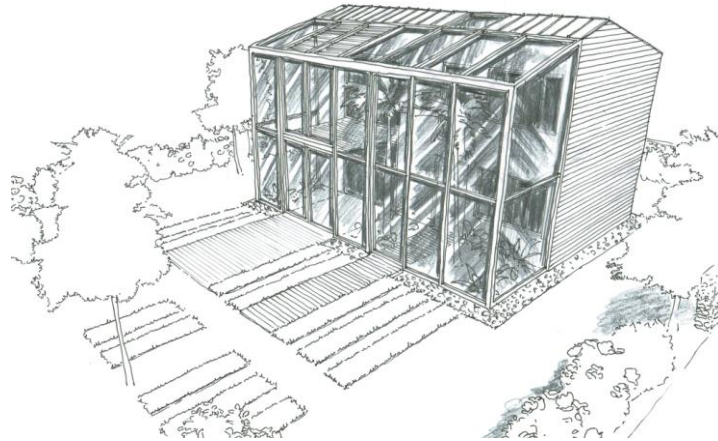


Figure 39: Représentation schématique de la serre bioclimatique.

4. LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE :

Les éléments de base de la conception bioclimatique sont les systèmes solaires passifs qui sont intégrés aux bâtiments et utilisent les sources environnementales (par exemple, le soleil, l'air, le vent, la végétation, l'eau, le sol, le ciel) pour chauffer, refroidir et éclairer les bâtiments. Pour parler de conception bioclimatique, nous devons énumérer certaines stratégies qui sont :

- Réduire au minimum le flux de chaleur par conduction. Cette stratégie est réalisée en utilisant l'isolation. ...
- Retarder le flux de chaleur périodique. ...
- Minimiser l'infiltration.
- Fournir un stockage thermique .
- Favoriser les apports solaires.
- Minimiser les apports solaires .
- Minimiser le flux d'air extérieur.
- Favoriser la ventilation.

CONCLUSION

Les stratégies bioclimatiques sont importantes dans la mesure où elles participent à rendre le produit architectural plus performant, ces stratégies ou quelqu'une existait déjà dans l'architecture traditionnelle en l'occurrence « Les architecture sans architecte ». L'usage de ses stratégies bioclimatiques permettra de se concentrer sur les systèmes passifs dans le but d'augmenter le confort, dans ce cas par exemple nous pouvons proposer plusieurs solutions qui sont : d'inertie thermique, d'éclairage et de ventilation. Ses solutions permettront de réduire la consommation énergétique du bâtiment conçus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE

Courgey, & Oliva. (2006). *La conception bioclimatique: Des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation*. Terre vivante.

De Herde, A., & Liébard, A. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*.

Gaouas, O. (2014). *Approche multicritère en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).

Koźniewski, E., Żaba, A., & Dudzik, P. (2019). The compactness indicators of solids applied to analysis of geometric efficiency of buildings. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(8), 742.

Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Sabio-Ortega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736-755.

<https://conseils-thermiques.org/contenu/bioclimatisme.php>

<https://maison-passive.ooreka.fr/astuce/voir/312244/bioclimatisme>

<https://passivact.fr/Concepts/files/CompaciteBatiment-Consequences.html>

<https://www.evolutionarchitects.co.za/blog/2018/2/16/smart-architecture-the-importance-of-site-orientation>

LIVRES BIBLIOTHEQUE:

25 maisons écologiques BC 728/05.2 BTec 728/05.3 á 728/05.19

-Architectures solaires BC 690/101.2 á 690/101.3 BTec 690/101.4 á 690/101.10

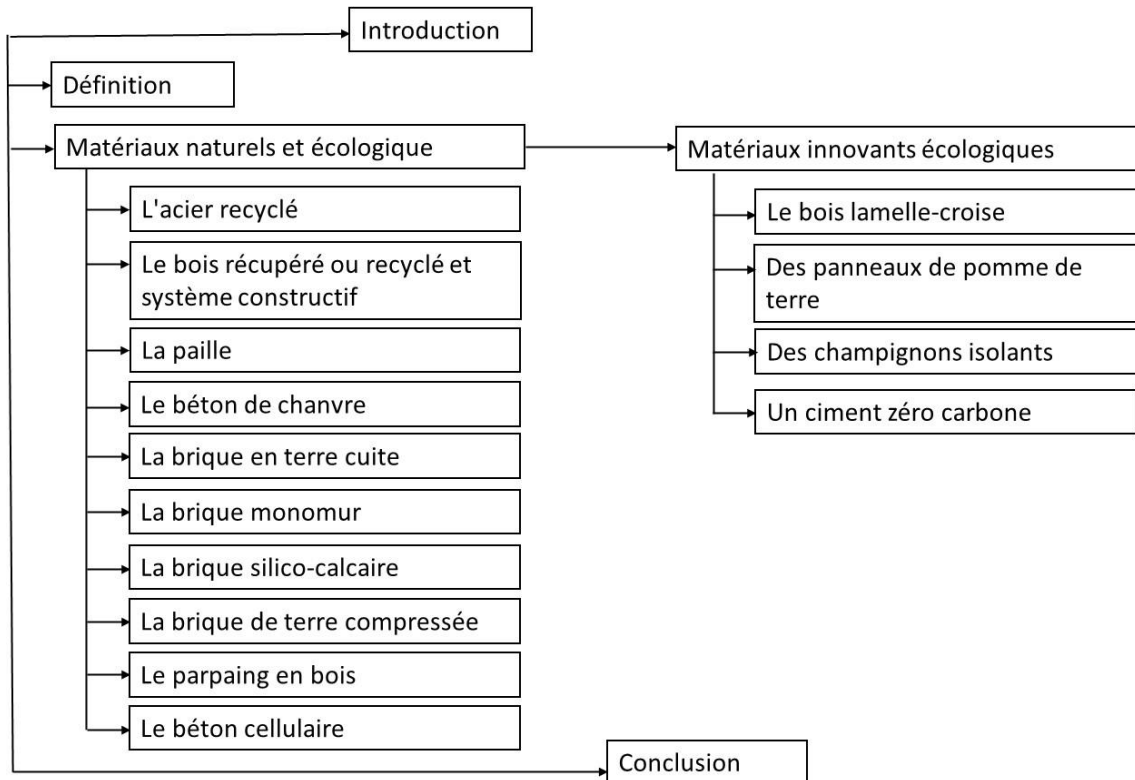
-La lutte contre le bruit: des bruits de voisinage aux bruits des aéroports, mesures de protection et contrôles, médiation et contentieux S. REFERENCE TARGA 721/17

-La ville écologique: contributions pour une architecture durable = The ecological city : contributions for a sustainable architecture BC 720/51.2 BTec 720/51.3 á 720/51.7

-Sustainability assessment: criteria and processes BC 553/02.2 et 553/02.3

CHAPITRE 08 : LES NOUVEAUX MATÉRIAUX ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Les matériaux de construction sont l'élément qui permet la matérialisation de l'architecture. Ils démontrent la présence d'un sens esthétique dans une conception et, par conséquent, définissent la praticabilité de la structure. Ils permettent d'établir une relation entre la qualité visuelle et la stabilité structurelle en architecture.

De la conception à la réalisation, le choix des bons matériaux permet de garantir la meilleure qualité possible du bâtiment une fois utilisé. Il s'agit d'une considération qui doit être prise en compte tout au long du processus, depuis les premières étapes de la construction jusqu'à l'obtention d'un certificat de conformité.

Les matériaux de construction sont souvent choisis en fonction de : Leur force, leur durée de vie, leur coût du matériau, manipulation et stockage, leur disponibilité locale, leur climat, les compétences requises et leur disponibilité,... avec la naissance du développement durable, la question du choix des matériaux a beaucoup changé, les débats actuellement sont centrés autour de l'usage des matériaux écologiques, ou innovants non nocifs à l'environnement, notions que nous développons à travers cette lecture.

LECTURE 08 :

INTRODUCTION :

Les matériaux de construction sont tous les matériaux qui peuvent être utilisés à des fins de construction. Il s'agit généralement de bois, de béton, d'acier, de ciment, d'agréments, de briques, d'argile, de métal, etc. Dans les temps anciens, les gens utilisaient des briques pures, du bois ou de la paille.

Les matériaux de construction jouent un rôle majeur dans la durée de vie, le comportement thermique, sonore ou énergétique du bâtiment, nous avons souvent été confronté dans notre formation à l'étude des rôles de matériaux dans le comportement thermique de nos conceptions, ou des produits architecturaux existants, de ce fait le choix des matériaux se fait en fonction de la zone et des produits existant dans le contexte ou aussi selon le budget proposé pour la construction. Ce choix est accompagné par le choix des matériaux les plus isolants thermiquement ou phoniquement comme nous pouvons le constater dans la figure 40.

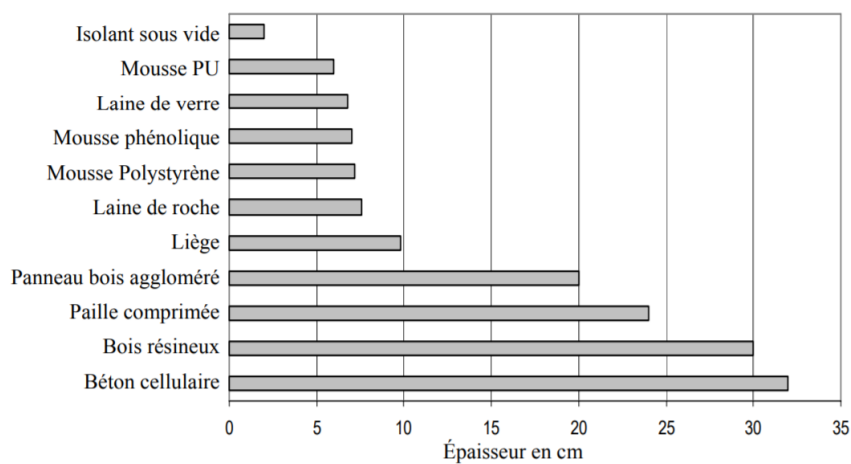


Figure 40: Épaisseur d'isolant pour une résistance de 2 K.m²/W (à l'exception des isolant sous vide, toutes la valeurs sont tirées de la RT2000

Dans ce qui suit nous allons voir deux typologie de matériaux, d'abord ceux qui sont considéré comme naturelle écologique, ensuite ceux qui sont innovants et écologiques dans le domaine de la construction

2. MATERIAUX NATURELS ET ECOLOGIQUE

2.1. L'ACIER RECYCLÉ

C'est un matériau très intéressant et recyclable à l'infini, respectueux de l'environnement (Figure 41). L'acier récupéré de 6 voitures hors d'usage fournit suffisamment d'acier recyclé pour construire une maison de 2000 m². Le recyclage permet d'économiser 75 % des coûts énergétiques.

- L'acier peut supporter le poids
- Une faible inertie thermique.
- L'ossature acier est donc assez facile à chauffer
- L'isolation dépend cependant des matériaux choisis pour les murs.



Figure 41: L'acier comme matériau de construction recyclable (© tpe2.eklblog.com)

2. 2. LE BOIS RÉCUPÉRÉ OU RECYCLÉ ET SYSTEME CONSTRUCTIF :

Le bois récupéré ou recyclé a un impact environnemental bien moindre que la récolte de bois neuf. Étant donné que de nombreuses maisons et autres structures ont utilisé du bois pendant plusieurs années, il est relativement facile de récupérer ces structures pour la construction de nouvelles maisons. Le bois (Figure 42) peut être utilisé dans la construction d'une maison, le bois récupéré et recyclé peut également être utilisé pour fabriquer des planchers uniques ou des poutres apparentes à l'aspect antique.

- Le matériau écologique par excellence
- Économise l'énergie
- Un bon isolant thermique (les différences de température entre l'air ambiant et les parois sont beaucoup moins ressenties qu'avec un autre matériau.)
- Résiste au temps et est très facile d'entretien
- Un matériau sain qui minimise les risques d'allergies et de prolifération des acariens



Figure 42: le bois comme matériau et le système de structure (@ihebtalbi et © lycegaudier)

2.3. LA PAILLE

La paille a également de fantastiques propriétés isolantes. La paille (Figure 43) est placée dans les murs, les greniers et les plafonds pour contribuer à rafraîchir les températures en été et à les réchauffer en hiver. La paille peut être récoltée et replantée facilement avec un impact minimal sur l'environnement. La fabrication de la paille en bottes a également une très faible influence. Des recherches ont montré que la construction en bottes de paille est une méthode de construction durable, tant du point de vue des matériaux que de l'énergie nécessaire au chauffage et à la climatisation.

- Plus d'un siècle d'existence caractérise surtout des terrain sub-saharien(terre peu sableuse et manque de bois).
- La paille, associée au bois, constitue un très bon isolant de très haute performance.



Figure 43: La paille et système de structure en bois (@batirama.com)

2.4. LE BETON DE CHANVRE

Le chanvre est une plante cultivée en Europe et utilisée pour ses fibres particulièrement robustes (Figure 44), lui-même peut être utilisé par tout carrelage, mur, plafond et toiture. Le béton de chanvre est fabriqué à partir des débris de chanvre (la chènevotte) et un liant à base de chaux. Le béton de chanvre est un matériau de construction durable à faible impact environnemental qui supprime la production de déchets, réduit la consommation d'énergie et la consommation de ressources naturelles. (Kore & Sudarsan, 2021).

- Solide, aucun autre traitement d'engrais,
- très économe
- léger,
- pousse vite et produit papiers et textiles de bonne qualité et très sains.
- Son faible coût d'énergie à la fabrication
- isolation phonique
- Bonnes caractéristiques thermiques,
- Son élasticité



Figure 44:Le béton de Chanvre et système de construction en bois (© Tradical).

2.5. LA BRIQUE EN TERRE CUITE

La brique est fabriquée avec des argiles cuites à très haute température et compressées. La brique d'argile cuite (Figure 45) est l'un des matériaux de construction les plus anciens et les plus écologiques, car elle est fabriquée à partir de matières premières naturelles, à savoir l'argile, le sable et l'eau. Ces produits présentent une densité et une résistance à la compression élevée, une résistance aux cycles de gel et de dégel, ainsi que de faibles valeurs d'absorption d'eau (Kizinievič, 2018).

Deux typologies :

- Les briques pleines
- Les briques creuses

Connue par son confort thermique supérieur à tout autre matériau.



Figure 45: L'usage de la brique en terre cuite avec des systèmes de construction différent.

2.6. LA BRIQUE MONOMUR

Ces briques sont conçues à partir de terre cuite assez épaisse. Parsemées de cellules, elles se révèlent très isolantes cela s'explique par leur forte inertie thermique et les poches d'air qu'elles englobent. Ces matériaux impressionnent également par leur résistance exceptionnelle, ils peuvent être utilisés pour construire des résidences à plusieurs étages (Figure 46). La plupart des maçons savent s'en servir, malheureusement, la cuisson des briques monomur nécessite beaucoup d'énergie.

- Un matériau très sain et très adapté à la construction écologique.
- Elle est plus aérée ce qui en fait un très bon isolant.
- Lors de la cuisson de l'argile sont ajoutées des microbilles qui fondent et augmentent la quantité d'air contenu dans la brique.



Figure 46: l'usage de la brique monomur dans la construction (© 2005 - Eric JARROT).

2.7. 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. Ces briques sont utilisées à plusieurs fins dans les industries de la construction, comme les travaux d'ornementation des bâtiments, les travaux de maçonnerie, etc (Figure 47). Les briques silico-calcaires sont très utilisées dans les pays européens, en Australie et dans les pays africains (Dachowski & Stepien, 2014).

- Une bonne isolation phonique grâce à sa densité élevée,
- Une haute résistance au feu
- Un potentiel écologique non négligeable
- Elle permet également de conserver une température agréable grâce à son fort potentiel d'accumulation



Figure 47: la construction à l'aide de la brique silico-calcaire (©kubrix.ch).

2.8. LA BRIQUE DE TERRE COMPRESSEE

Une brique de terre crue, un mélange d'argile de sable, de ciment ou de chaux qui est compressé dans une presse et ensuite séché. De nombreuses cultures à travers les siècles ont utilisé la terre pour construire et les maisons construites en terre sont chaudes en hiver et fraîches en été. Ce matériau est considéré dans nombreuses région dans le monde comme le matériau le plus ancien (Figure 48).

- Utilisée surtout en région rurale
- Elles possèdent d'excellentes propriétés de régulation hygrométrique (humidité de l'air)
- Protège contre le rayonnement à haute fréquence.
- Relativement difficile à trouver

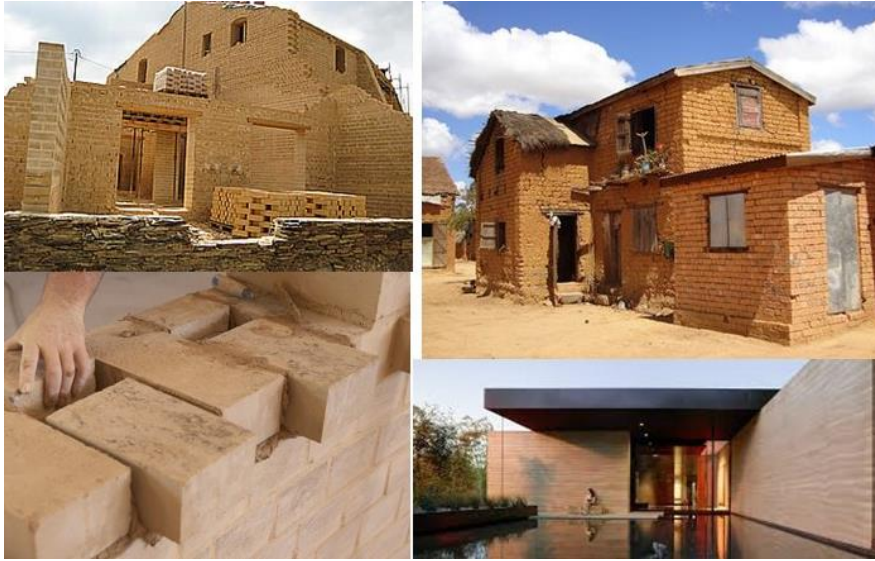


Figure 48: Construction avec la brique de terre compressée

2.9. LE PARPAING EN BOIS

Souvent fabriqué à partir de chutes de sciage, de bois d'éclaircie ou de bois tombés lors de tempêtes.

Il ressemble aux parpaings en béton dans la manière de s'empiler mais se fixe différemment, grâce à des vis et des clous (Figure 49).

- Un matériau très isolant.
- Facile à mettre en œuvre,
- Rapide à monter et à démonter
- Beaucoup plus léger qu'un parpaing traditionnel
- Il est résistant,
- Il existe plusieurs dimensions : de longueur 300*60, et plus généralement 500*85 pour 140 à 200 mm d'épaisseur.



Figure 49: construction avec parpaing en bois.

2.10. LE BETON CELLULAIRE (THERMOPIERRE)

Découvert à la fin du 19^{ème} siècle ,Le silicate de calcium hydrate (béton cellulaire) existe de façon naturelle mais est présent en trop faible quantité dans la nature pour pouvoir être exploité, il est donc reproduit de façon industrielle à partir de ciment, de chaux, de gypse, de sable et d'aluminium et il contient 80% d'air (Figure 50).

La présence d'un grand nombre de pores fermés et remplis d'air dans le béton cellulaire a une incidence sur sa résistance à l'usure, l'air dans le béton cellulaire influe sur sa légèreté et permet une isolation thermique élevée.

- Un poids faible par rapport à un volume important
- Bonnes propriétés d'isolation thermique,
- Haute résistance à la compression,
- Bonne isolation acoustique et au feu,
- Résistance au gel,
- Résistance à la corrosion et aux agents biologiques,
- Faible humidité à l'état sec à l'air,
- Grande capacité d'accumulation,
- Absorption d'eau pas très élevée,
- Perméabilité à la vapeur d'eau favorable,
- La capacité de séchage rapide,
- Doit être produit à partir de ressources locales,
- Coût d'achat aussi bas que possible,
- La possibilité de récupération et de recyclage de ce matériau.



Figure 50: Construction avec des prique de béton cellulaire.

3. LES MATERIAUX INNOVANTS ECOLOGIQUES

3.1. LE BOIS LAMELLE-CROISE :

Des petits morceaux de bois résineux laminés pour former une structure plus grande, il est collé par pression extrême dans deux directions opposées. Celui lui donne une résistance surhumaine (Figure 51).

Le béton lamellé croisé est loin d'être le seul matériau de construction durable. Toutefois, il gagne déjà du terrain dans des villes en Europe et aux états unies, où la réglementation encourage l'utilisation du bois dans les bâtiments. Il peut être utilisé pour n'importe quel type de bâtiment, bien qu'il soit mieux adapté aux modèles rectilignes qu'aux modèles courbes. Une autre limite est que l'approvisionnement en CLT ou en bois de masse, plus généralement, doit se faire par l'intermédiaire de fournisseurs de confiance afin de s'assurer que le bois utilisé provient bien de forêts gérées durablement.



Figure 51: construction avec du bois lamellé croisé.

3.2. DES PANNEAUX DE POMME DE TERRE

Un concept découvert au Royaume-Uni vise à fabriquer des panneaux à partir de pommes de terre. Chip[s] Board est un produit entièrement fabriqué à partir de déchets de pommes de terre récoltés dans les restaurants. Ce concept permet de recycler les déchets alimentaires inutiles en matériaux de construction durables (Figure 52).

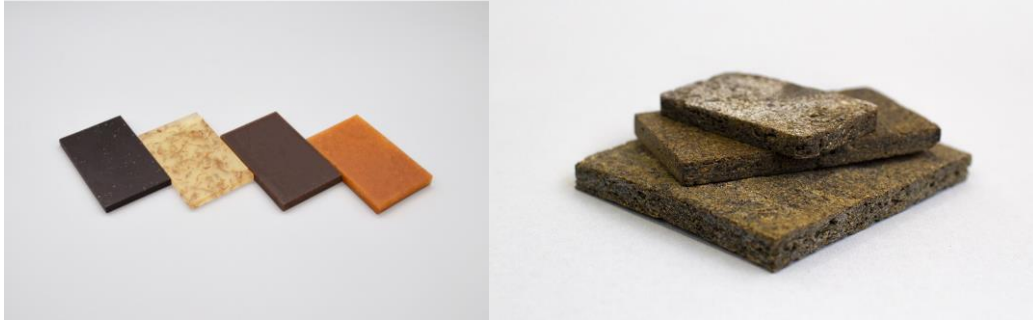


Figure 52: panneaux de chips board.

- haute densité est rigide,
- durable,
- lourd et inflammable,
- peu coûteux.

3.3. DES CHAMPIGNONS ISOLANTS

Les champignons sont les premiers recycleurs de la nature. Ils produisent des enzymes qui aident à la dégradation de la matière organique, la transformant en minéraux. En général, ces formes de vie se développent mieux dans des environnements ombragés et humides. Lorsque le champignon est implanté dans un endroit approprié, le mycélium se comporte comme une colle, cimentant le substrat et le transformant en un bloc solide ; ce substrat peut être composé de sciure de bois, de bois broyé, de paille, de divers résidus agricoles ou d'autres matériaux similaires, qui pourraient autrement être jetés (Figure 53).

Le processus de biofabrication du mycélium consiste à laisser la moisissure du champignon se nourrir d'un substrat tel que la sciure de bois. Le champignon prendra alors la forme du moule dans lequel il a été placé et sa croissance ne s'arrêtera que lorsque le champignon aura séché.



Figure 53: Le champignon développé dans un moule.

3.5. UN CIMENT ZERO CARBONE

Ce béton est principalement composé de calcaire, de calcium, de silicium, de fer et d'aluminium et est le matériau principal du béton (Figure 54). Récemment, DB Group a créé le béton sans ciment Cemfree, qui permet d'économiser jusqu'à 88 % de CO₂ par rapport aux mélanges conventionnels, le tout sans compromettre la résistance. Un autre exemple est la toile de béton, un tissu flexible imprégné de béton qui durcit lorsqu'il est exposé à l'eau, créant une couche de béton mince, durable, imperméable et résistant à l'incendie.



Figure 54: Construction avec le ciment zéro Carbon

CONCLUSION

Dans la construction d'un bâtiment, deux types de matériaux sont nécessaires : les matériaux physiques ou structurels tels que le ciment, le sable, les briques, le plastique et le bois, etc. et les matériaux non physiques ou fonctionnels tels que le confort visuel, le contrôle de la température, le contrôle du bruit, l'occupation, l'état du site, l'environnement, la forme et les dimensions générales, etc.

A travers cette lecture nous avons traité deux typologies de matériaux en relation avec la technologie et l'environnement, cette palette très variée des matériaux offre un choix diversifié aux constructeurs, ce choix sera fait en fonction du budget de la construction, la zone géographique et la disponibilité des matériaux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE DU CHAPITRE

- Adamczyk, J., Zarębska, J., & Ingraio, C. (2015). Cellular concrete—the material of sustainable construction. *Technical Issues*.
- Antoun, M., Issa, C. A., Aouad, G., & Gerges, N. (2021). SUSTAINABLE MASONRY BLOCKS: OLIVE WOOD WASTE AS SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATES. *Case Studies in Construction Materials*, e00590.
- Dachowski, R., & Stepień, A. (2014). Impact of modification of sand-lime mass with organic compounds on the microstructure and mechanical features of silicate bricks. In *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE* (Vol. 9, p. 1). Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.

Kizinievič, O., Kizinievič, V., Pundiene, I., & Molotokas, D. (2018). Eco-friendly fired clay brick manufactured with agricultural solid waste. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 18(4), 1156–1165. doi:10.1016/j.acme.2018.03.003

Kore, S. D., & Sudarsan, J. S. (2021). HEMP CONCRETE: A Sustainable Green Material for Conventional Concrete. *Journal of Building Material Science*, 3(2).

<http://www.le-guide-de-la-maison.com/materiaux-ecologique.html>

<https://broadsword-group.co.uk/the-importance-of-eco-friendly-materials/>

<https://www.archdaily.com/949007/mushroom-buildings-the-possibilities-of-using-mycelium-in-architecture>

<https://www.materialdriven.com/blog/2017/12/5/from-potato-waste-to-industry-staple-chipsboard>

<https://www.thecarbonic.com/post/cross-laminated-timber-as-a-sustainable-building-material-for-tight-budgets>

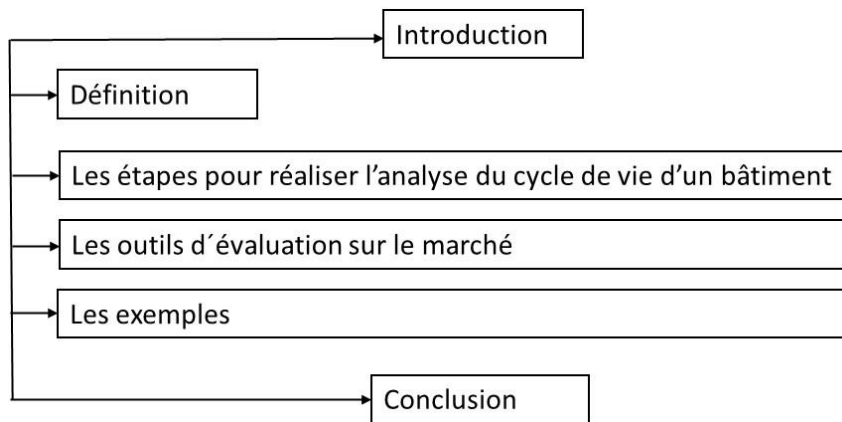
LIVRES BIBLIOTHEQUE:

-Matériaux écologiques d'intérieur: aménagement, finition, décoration BC 690/94.2 á 690/94.3, BTec 690/94.4 á 690/94.4 á 690/94.10

-Propriétés et caractéristiques des matériaux de construction: énergie grise des matériaux écologiques BC 691/32.10 á 691/32.15 BTec 691/32.16 á 691/32.20.

CHAPITRE 09 : LE CYCLE DE VIE DE BATIMENT

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

Un cycle de vie est un ensemble d'événements qui donne naissance à un nouveau produit et suit sa croissance jusqu'à ce qu'il atteigne la maturité, puis la masse critique et le déclin. Les étapes les plus courantes du cycle de vie d'un produit sont le développement du produit, son introduction sur le marché, sa croissance, sa maturité et son déclin/stabilité. La construction architecturale est considérée comme un produit, elle fait partie des produits à analyser par rapport à leurs cycles de vie.

Grâce aux analyses du cycle de vie, les propriétaires de bâtiments et les promoteurs immobiliers peuvent mieux comprendre les avantages et les économies à long terme de l'intégration de stratégies et de technologies de conception de l'efficacité énergétique. Ces avantages s'accompagnent d'une augmentation marginale du coût de la construction, mais d'une récupération de ce coût sur le long terme grâce à la rentabilité de la construction.

Une analyse du cycle de vie fournit des informations sur un bâtiment pendant toutes les phases de sa vie. L'utilisation de l'ACV dans le processus de conception aide l'équipe de projet à comprendre les impacts à court et à long terme des différentes décisions de conception, ce qui lui permet de prendre de meilleures décisions de conception. Nous allons à travers cette lecture traiter les notions relatives à cette manière de lire l'espace.

LECTURE 09 :

INTRODUCTION

Comme tout produit sur le marché, le bâtiment aussi a une durée de vie, Le cycle de vie d'un bâtiment fait référence à la vision que l'on aura d'un bâtiment tout au long de sa vie, en le considérant non seulement comme un bâtiment opérationnel, mais en prenant en compte toutes les étapes de sa vie allant de la conception jusqu'à sa démolition .

1.DÉFINITION :

Selon le site du gouvernement Canadien : « Le cycle se déroule de la quête des matières premières jusqu'à la fin de vie utile du matériau. On parle donc de l'extraction de la matière première, du transport, de la fabrication, de l'installation, de l'entretien, de la démolition (s'il y a lieu) et du recyclage. » <https://www.environnement.gouv.qc.ca/>

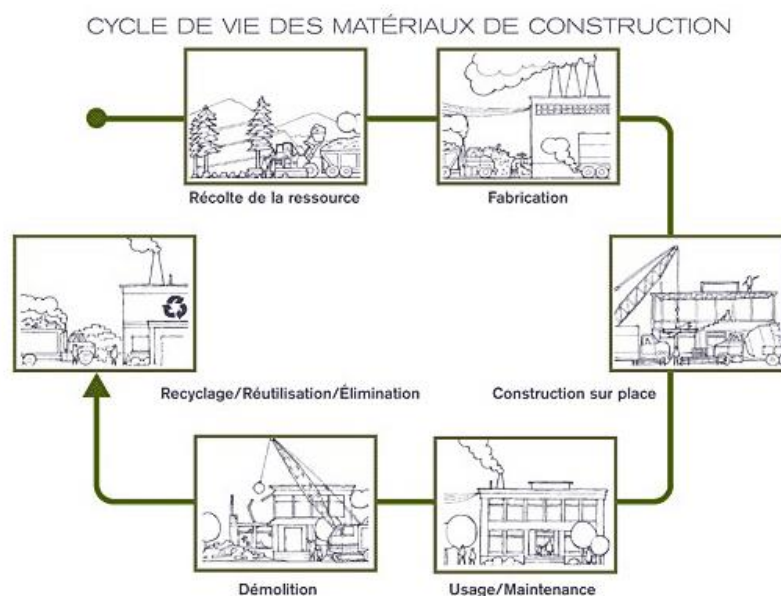


Figure 55: Schéma représentant les étapes du cycle de vie d'un bâtiment d'après le site du gouvernement Canadien.

Nous divisons le cycle de vie d'un bâtiment en quatre étapes différentes : étape de production, étape de construction, étape d'utilisation et étape de fin de vie. Dans la phase de fin de vie, les matériaux peuvent devenir une charge pour l'environnement ou avoir un impact positif en les renvoyant à la phase de production, réduisant ainsi l'extraction de matières premières (Figure 55).

Selon Bourcy : « une ACV peut permettre par exemple de guider des décideurs dans leurs choix, d'un point de vue environnemental (quel système produit le moins d'impacts), mais elle peut également aider à cibler quelles phases du cycle de vie du produit étudié seraient les plus utiles à modifier, dans le but d'améliorer ses performances environnementales ». (Bourcy, 2011).

2. LES ETAPES POUR REALISER L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) D'UN BATIMENT

Le circuit de l'analyse de cycle de vie passe par plusieurs étapes qui sont (Figure 56) :

- l'extraction des matériaux : Tout vient de la nature au début de son cycle, il s'agit de retracer le parcours de l'extraction jusqu'au lieu où il sera utilisé.
- La fabrication : C'est là que nous prenons les matériaux extraits et les transformons en matériaux de base, produits et biens utilisables - l'arbre en copeaux de bois qui sont ensuite blanchis et irrités chimiquement, roulés à chaud et transformés en papier, ensuite recouvert d'un film plastique et transformé en tasse à café, par exemple.
- L'emballage et le transport : Cela se produit à chaque étape de la vie du produit, c'est souvent là que les gens supposent que les impacts écologiques les plus importants se produisent mais ce n'est généralement pas le cas lorsque l'on compare toutes les activités sur toute la durée de vie du produit.
- Phase d'utilisation : C'est au cours de cette phase que nous achetons le produit, que nous l'emportons chez nous, que nous l'utilisons, que nous le lavons peut-être, que nous lui ajoutons des éléments supplémentaires au cours de sa vie et que, lorsqu'il n'est plus désiré, fonctionnel ou à la mode, il passe à la phase finale de sa vie. Dans le cas d'un bâtiment cette phase correspond à la période d'exploitation.
- Fin de vie : Les impacts de la fin de vie varient considérablement en fonction des options disponibles sur place et de la manière dont le produit a été conçu. Il existe quatre grandes options de fin de vie : la mise en décharge et l'abandon des déchets (où nous perdons des valeurs du système et créons des externalités négatives), le recyclage avec des degrés de remanufacturation, de réutilisation, de réparation, etc.

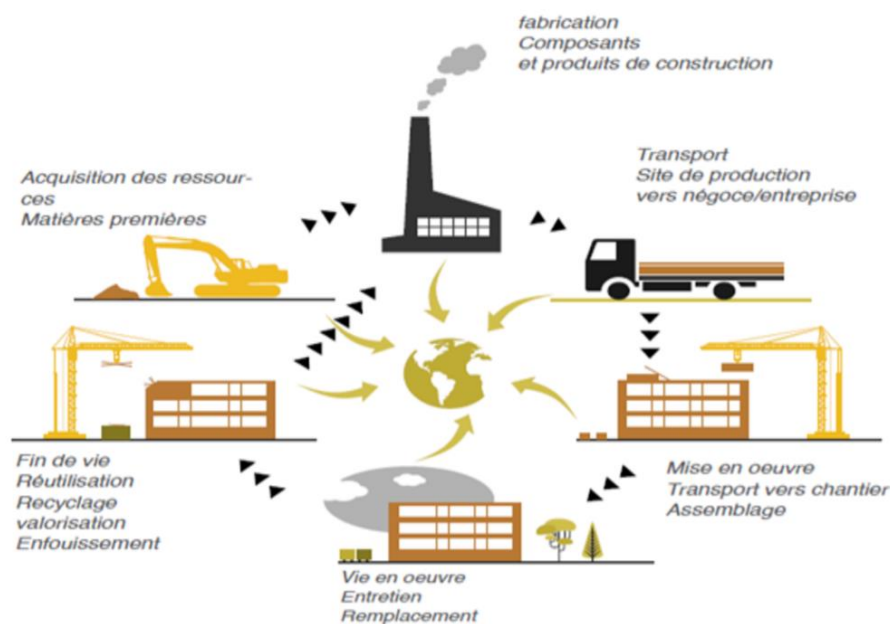


Figure 56: Les sept étapes de l'ACV d'eaprès Dakhia.A. 2017.

3.LES OUTILS D'ÉVALUATION SUR LE MARCHÉ :

Selon Dakhia.A. (2017) : « Les outils de simulations énergétiques et environnementales dans le cadre de ces approches d'analyses de cycle de vie disponibles sur le marché mondial, sont (Peuportier et al, 2008): Equer et nova-Equer (Peuportier, 2008), Elodie (CSTB, 2010), Invest (BRE, 2010a), Legep (LEGEP, 2010), Eco-Quantum (IVAM, 2010a), Team Bâtiment (TEAM, 2010), Impact Estimator (Athena Institute, 2010), Bees (NIST, 2010), Ecoeffect (KTH, 2010), Ecosoft (IBO, 2010) », Greencalc+ (Sureac, 2010). Nous avons testé dans le cours un des outils les plus utilisé actuellement qui est EQUEST (Figure 57).

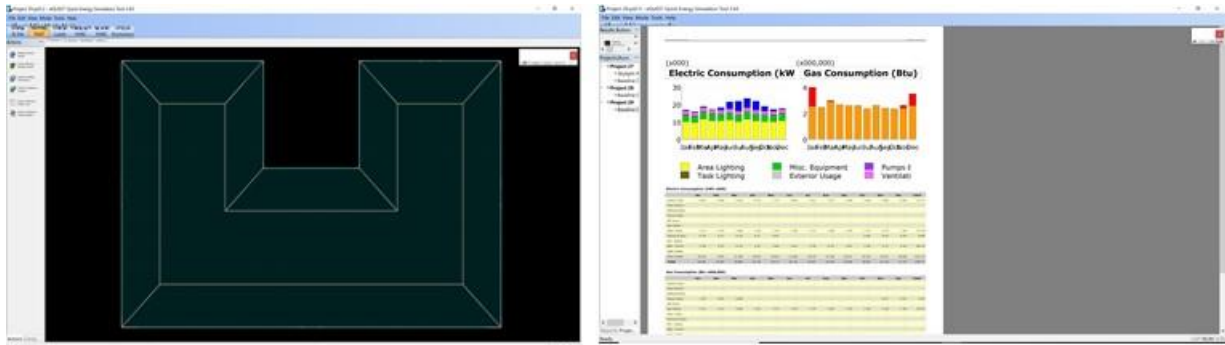


Figure 57: captures d'écran de l'interface EQUEST

4. LES EXEMPLES :

Nombreux travaux de recherche traitent la problématique relative au cycle de vie de bâtiment, nous citons ici le travail de recherche publié par Trocmé, M., & Peuportier, B. (2008), il s'agit d'une combinaison de plusieurs logiciels ALCYONE, COMFIE et EQUER dans le but d'étudier un bâtiment, son comportement énergétique, sa rénovation et sa destruction.

Selon cette recherche le bâtiment a deux typologies de frontière d'abord une physique marquer par les échanges entre le bâtiment et son environnement et une deuxième qui marquera la frontière de tous les flux existant autour d'un bâtiment. L'étude de ses frontières contribuera à la création d'une analyse inventaire. L'utilisateur fait aussi partie de ce traitement par le fait qu'il consomme de l'énergie, de l'eau, produit des déchets et fait le tri et de recycle (Figure 58).

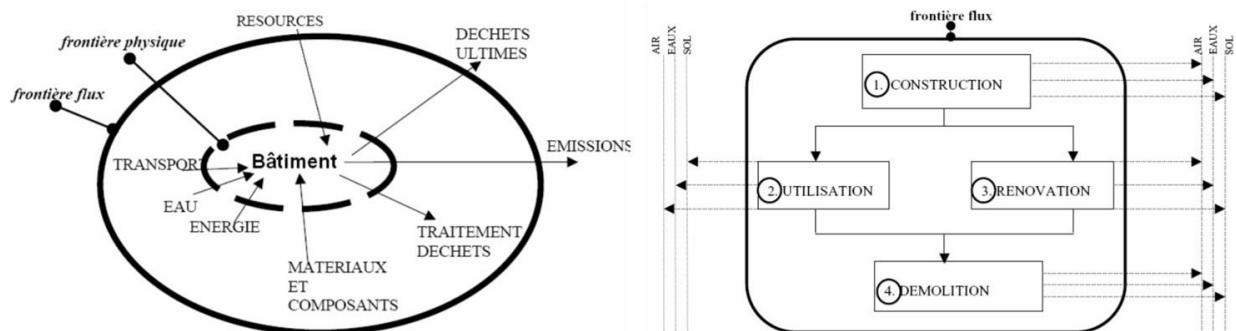


Figure 58: frontière et modélisation du système d'étude du cycle de vie selon Trocmé, M., & Peuportier, B.

Cette étude met en exergue ensuite l'impact du bâtiment vis à vis des indicateurs environnementaux tels que la contribution à l'effet de serre qui est Calculé en fonction de la quantité de chaque gaz, pondéré par le potentiel Réchauffement climatique correspondant. Ces mesures sont évaluées par rapport à un bâtiment au cours de son cycle vie, et l'évaluation finale est donnée par une carte radar utilisant 12 axes Associées à ces 12 indicateurs, différentes alternatives peuvent être proposées et comparées entre l'état actuel et le futur du bâtiment vis à vis des relations au données environnementales (Figure 59).

<i>Indicateur environnemental</i>	<i>Unité</i>
Demande cumulative d'énergie [6]	GJ
Eau utilisée [6]	m ³
Epuisement des ressources abiotiques [8]	kg antimoine eq.
Déchets produits [6]	t
Déchets radioactifs [6]	dm ³
Effet de serre (100 ans) [8]	t CO ₂ eq.
Acidification [8]	kg SO ₂ eq.
Eutrophisation [8]	kgPO ₄ ³⁻ eq.
Dommages à la qualité des écosystèmes dus à l'écotoxicité [9]	PDF*m ²
Dommages à la santé [9]	DALY.
Production d'ozone photochimique [8]	kg C ₂ H ₄ eq.
Odeur [8]	m ³ air

Figure 59: Les indicateurs environnementaux évalués par Trocmé, M., & Peuportier, B.

Le projet présenté dans ce travail traite le site de Lyon confluences il s'agit du concerto, dans le but de proposer une requalification future du quartier en question, les bâtiments existants sur le site avaient été traités et classés en fonction de l'évaluation de leurs performances, les chercheurs ont dégagés trois catégories de performance, la première conforme à l'état standard et la seconde constitue la base et enfin une dernière qui stipule les meilleures pratiques. L'étude propose ensuite un diagnostic qui passe de la composition de la paroi jusqu'à l'évaluation thermique des bâtiments par simulation (Figure 60).

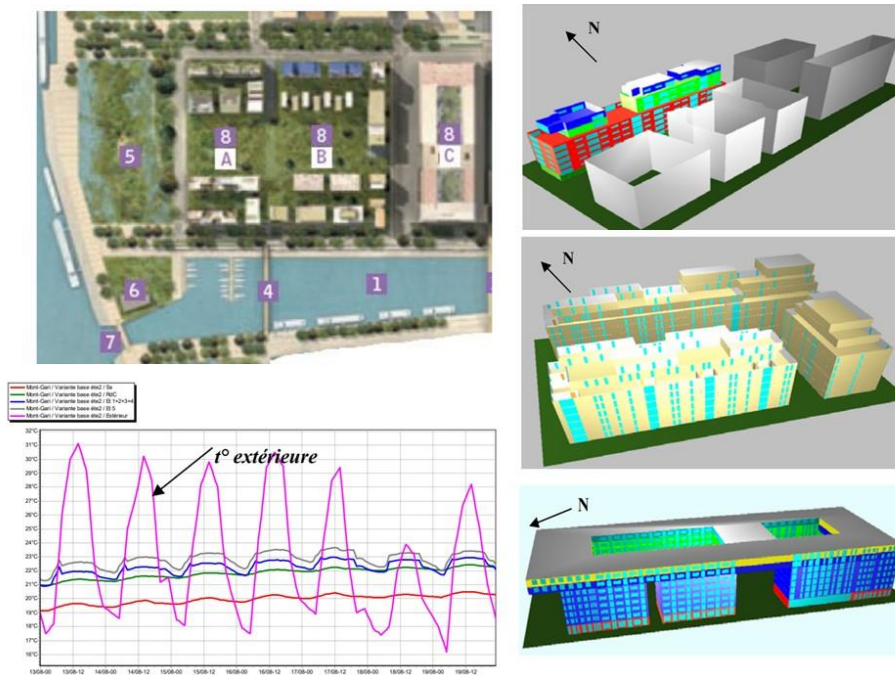
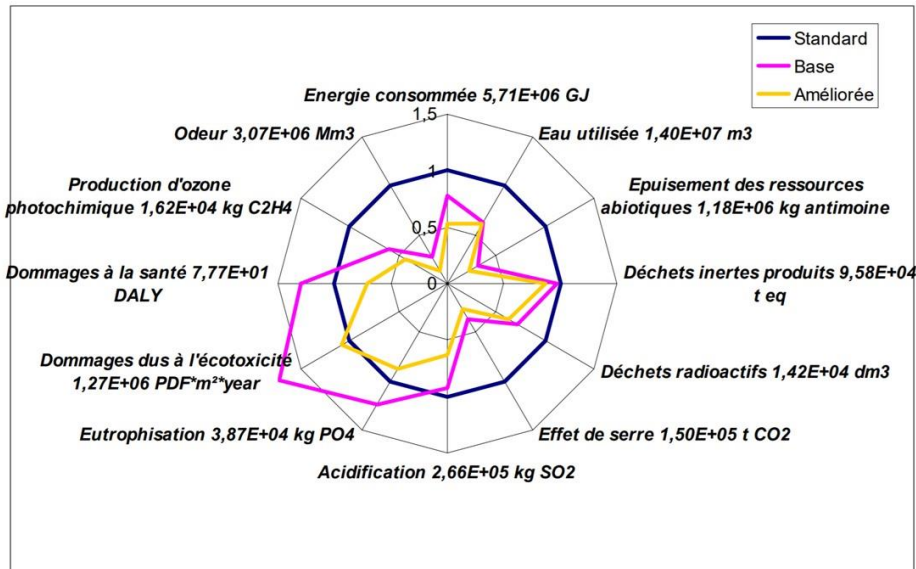


Figure 60: images tirées de l'article traitant l'évaluation thermique.

Le cycle de vie de vie est évalué par la suite grâce au logiciel EQUER, dans lequel un input des trois alternatives proposées avait été faite, l'étude conclue que les bâtiments à performances thermiques élevées qui intègrent les énergies renouvelables réduisent leurs émissivités de CO₂ à 62% comparées à des bâtiments de type standard. (Figure 60)



Emissions de gaz à effet de serre en kg CO ₂ éq. / (m ² .an)			
Variante :	Standard	Base	Meilleures Pratiques
Bâtiments	21,9	7,9	5,6

Figure 61: Carte Radar représentant le résultat de l'analyse de cycle de vie

CONCLUSION :

Dans le secteur de la construction, la réalisation d'une ACV offre un certain nombre d'avantages tangibles tels que :

- La réduction de l'impact environnemental en : Évaluant les options du site de construction afin de sélectionner le choix ayant le plus faible impact.
- La comparaison des impacts environnementaux de la rénovation plutôt que de la démolition et de la construction d'un nouveau bâtiment.
- Le coût du cycle de vie d'un bâtiment est l'analyse des coûts de votre bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie et peut aider à évaluer les économies et les coûts à long terme. Il fournit un crédit dans de nombreux crédits de certification de bâtiments écologiques et est souvent calculé parallèlement à une ACV du bâtiment.

L'analyse de cycle de vie permet aux décideurs de comparer des produits et de choisir celui qui a l'impact le plus faible sur l'environnement, cette analyse prend en compte l'ensemble du cycle de vie et empêche de réduire l'impact environnemental à une étape tout en augmentant l'impact à d'autres étapes du cycle de vie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE

Bekker, P. C. F. (1982). A life-cycle approach in building. *Building and Environment*, 17(1), 55-61.

Bourcy, E. (2011). Analyse de cycle de vie des bâtiments.

https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/2411/1/2010_2011_BOURCY_Elise.pdf

DAKHIA, A. (2019). *L'analyse du cycle de vie, comme stratégie de développement d'un bâtiment durable dans les milieux arides à climat chaud et sec. Cas de la ville de Biskra* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider–Biskra).

Dong, B., Kennedy, C., & Pressnail, K. (2005). Comparing life cycle implications of building retrofit and replacement options. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(6), 1051-1063.

Ginzburg, A. (2016). Sustainable building life cycle design. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 73, p. 02018). EDP Sciences.

Junnila, S., & Horvath, A. (2003). Life-cycle environmental effects of an office building. *Journal of Infrastructure systems*, 9(4), 157-166.

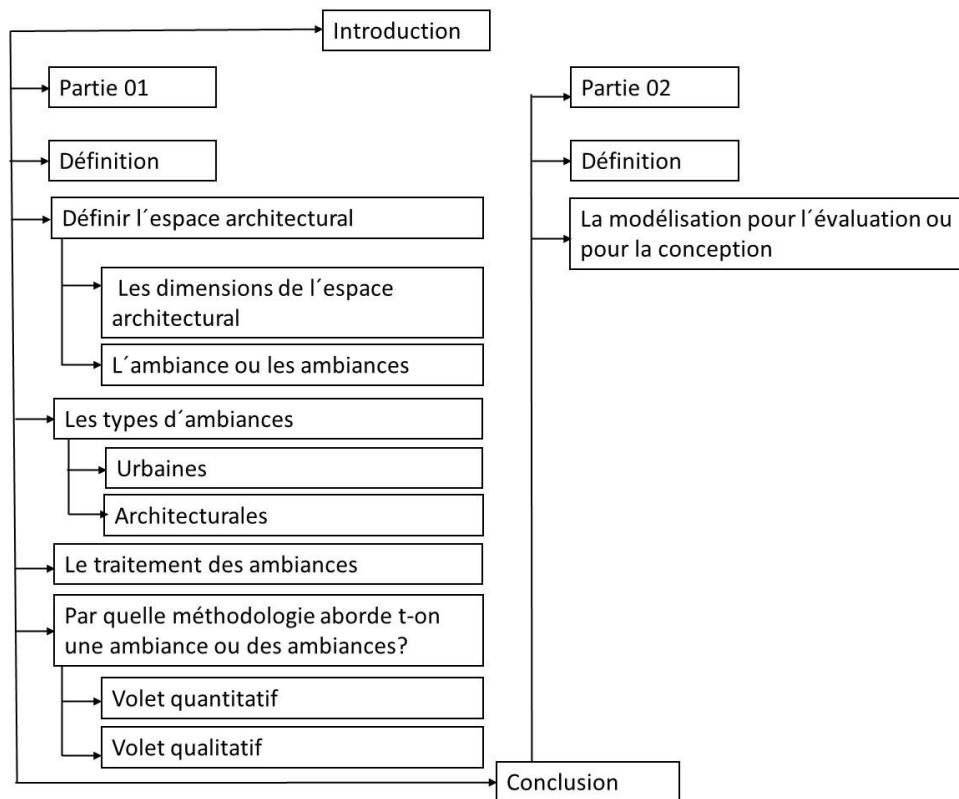
Lasvaux, S. (2010). *Étude d'un modèle simplifié pour l'analyse de cycle de vie des bâtiments* (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure des Mines de Paris).

Trocmé, M., & Peuportier, B. (2008). Analyse de cycle de vie d'un bâtiment. *J3eA*, 7, 0001.

<https://www.environnement.gouv.qc.ca/jeunesse/chronique/2013/1301-cycle-vie-materiaux.htm>

CHAPITRES 10 : AMBIANCES ET MODELISATION

STRUCTURE :



RÉSUMÉ :

De toutes les études liées à la perception et au vécu des espaces architecturaux, les études sur les ambiances sont de plus en plus importantes à l'époque contemporaine car elles intéressent les concepteurs et les utilisateurs de l'espace. Centrée sur la qualité de l'espace qui accueille diverses activités humaines, l'ambiance affirme une ou des expériences de vie qui en résulte en évaluant les caractéristiques physiques d'espaces quantifiables et celle psychologique dépendant des usagers, ses recherches visent à apporter des améliorations raisonnables à l'espace architectural et aux activités qui le caractérisent.

Si les ambiances dans l'espace tendent à lui offrir une nouvelle définition, la modélisation restera un outil incontournable pour représenter cette espace et visualiser son ou ses ambiances, la modélisation et la simulation sont l'utilisation d'une représentation physique ou logique d'un système donné pour les générer et aider à déterminer des décisions ou faire des prédictions sur le système, et c'est grâce au développement technologique que cet outil avait créer une révolution dans le domaine de l'architecture.

Nous allons diviser la lecture en deux parties une première dédiée à l'étude des ambiances et une seconde dédiée à la modélisation en architecture et sa contribution dans l'étude des ambiances.

LECTURE 10 :

INTRODUCTION :

De nombreux travaux de recherche ont souligné l'importance du concept d'ambiance, que les chercheurs visent à le clarifier. Le problème est que la base fondamentale du concept est restée jusqu'à présent vague et peu claire. Selon Thibault (2002) dans un sens très large, il s'agit de se focaliser sur le domaine sensoriel qui va permettre de structurer l'environnement dans lequel les humains vivent et pratiquent des activités.

Si le volet subjectif des ambiances est souvent traité par le biais d'une enquête, le volet objectif dépendra d'une évaluation in situ, qui sera souvent complétée par une simulation, cette dernière pourrait être aussi utilisée seule. Pour pouvoir simuler un projet nous devons le représenter en maquette virtuelle, cette représentation est souvent appelée la modélisation.

Nous allons commencer par explorer la notion de l'ambiance ensuite nous passerons à la notion de modélisation, il est à remarquer que cette dernière notion est très importante dans l'étude des ambiances.

PARTIE 01 :

1.DÉFINITION :

Étymologiquement le terme ambiance est dérivé du latin ambiens, participe présent du verbe : ambire (latin) : entourer, environner. D'après le dictionnaire encyclopédie 2000 l'ambiance est « Atmosphère qui existe autour de qqn, dans un lieu, dans une réunion : une bonne ambiance (syn. climat) » « "l'ambiance constitue la base continue du monde sensible". Croisant approche théorique et proposition méthodologique, sources littéraires et enquêtes de terrain » Jean-Paul Thibaud (2016) Selon Hégron. G, Torgue. H : « La notion d'ambiance nous permet d'échapper précisément à une trop stricte opposition sujet/objet, c'est-à-dire d'éviter la séparation entre la perception du milieu par un usager et l'objet perçu. Elle articule la connaissance des phénomènes physiques en présence, leurs interactions avec la forme construite, les usages des espaces architecturaux et urbains, la perception de l'usager et ses différentes représentations »



Figure 62: références bibliographique inhérente à l'étude des ambiances.

2. DÉFINIR L'ESPACE ARCHITECTURAL :

L'un des concepts les plus difficiles à définir est l'espace architectural (Parsaee et al, 2015), Il fournira un large éventail de définitions. Il pourrait être défini comme un espace aménagé par la construction, qui se rapporte fréquemment à un lieu où l'objet architectural est produit. (Wilhoit, 2016). Certaines études le décrivent comme un lieu vide ayant un but et une relation intérieure/extérieure significative. (Von Meis, 1993) Ce concept considère l'espace intérieur de l'homme, qui est fréquemment l'espace qui nous entoure, ainsi qu'un espace tridimensionnel qui incorpore l'homme, faisant grâce à notre relation avec lui la scène où se déroule notre vie. (Zevi, 1984)

La définition de l'espace architectural de Jean Cousin est l'une des plus utilisées, Il conclue que le corps humain est contenu dans une bulle qui lui sert d'espace personnel, un espace qui n'est pas confiné à la surface de la peau mais qui s'étend spatialement grâce au champ visuel (basé sur ce que la personne observe dans son environnement). (Cousin, 1980) L'espace architectural est également défini comme une entité vide ou un volume négatif, une entité immatérielle qui sculpte l'espace lorsqu'elle croise une entité solide. (Kurmann et al, 1997 ; Goulette, 1999).

Face à cette ambiguïté, les définitions de l'espace architectural des universitaires sont fréquemment anthropologiques (Sfintes, 2019). Lorsque nous retirons l'espace architectural de son contexte humain, il se transforme en un espace tridimensionnel, géométrique et aux mesures précises (Borie & Denieul, 1984). C'est grâce à la géométrie que nous avons pu représenter l'espace architectural, l'histoire montre que nous sommes passés très vite grâce au développement de la technologie, des simples dessins à mains levées aux dessins complexes réalisés par des ordinateurs.(Scheer, 2014).

3.L'AMBIANCE OU LES AMBIANCES :

- ▶ «une ambiance architecturale ou urbaine est la synthèse pour un individu et à un moment donné, des perceptions multiples qui lui suggèrent le lieu qui l'entoure.... »,
- ▶ «C'est une collection de simplexes, d'objets ambiants repérables dans un espace à trois dimensions : espace, temps et perception..... »
- ▶ «C'est une globalité perceptive rassemblant des éléments objectifs et subjectifs et représentée comme atmosphère, climat, milieu physique et humain. »
- ▶ Selon les chercheurs du laboratoire « ambiances architecturales et urbaines » présidé par Gérard Hégran, c'est l'ensemble des phénomènes physiques qui participent à la perception sensible de l'environnement construit et au confort de l'utilisateur : lumière, chaleur, vent, sons...Le directeur ajoute : « Nous appréhendons les ambiances à travers plusieurs dimension », « Cela va de la caractérisation des paramètres physiques à la dimension esthétique en passant par la dimension psychologique et émotionnelle. »
- ▶ « *La couleur est l'essence même de l'architecture* »

Les événements de la vie de l'homme sont, pour la plus part, déclenchés et définis par les cinq sens : la vue, l'odorat, le goût, l'ouïe et le toucher.

3.1. La triade de Luc Adolphe 1998

Il existe deux façons d'analyser l'espace, selon l'évolution des théories sur l'espace architectural et ses liens avec l'expérience humaine, notamment ceux liés aux ambiances : une approche très raisonnable

qui ignore l'homme et se concentre sur les facteurs physiques de l'espace dits " quantitatifs ", qui se définit par l'objectivité et se base sur des mesures et des valeurs quantifiables de l'environnement. La seconde concerne l'être humain et ses actes dans l'espace, et elle est fondée sur des qualificatifs qui peuvent être utilisés pour définir l'espace et donc sa subjectivité (Chelkoff, 2018).

L'approche des ambiances avait été expliquée de manière claire par Luc Adolphe (1998) à travers sa triade (Figure 63), il définit l'espace en fonction de trois paramètres qui sont : L'espace (La conformation), le signal physique (qui peut être lumineux, sonore, ...) et enfin l'utilisateur qui est l'homme. L'interaction relationnelle entre les trois paramètres suffit largement pour définir une ou des ambiances.

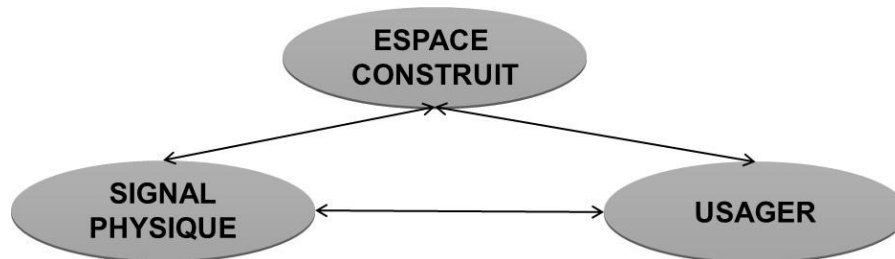


Figure 63: schéma représentatif de la triade d'Adolphe Luc d'après Belakehal (2008)

4. LES TYPES D'AMBIANCES :

4.1. Urbaines :

Les ambiances environnementales urbaines peuvent être définies comme des *mécanismes d'interaction* entre les usagers de la ville (les citoyens) et les facteurs environnementaux. Elles se composent d'une manière globale de:

- AMBIANCES LUMINEUSES
- AMBIANCES SONORES
- AMBIANCES HYGROTHERMIQUES
- AMBIANCES OLFACTIVES
- AMBIANCES AÉRAULIQUES
- AMBIANCES VERTES

- le MACRO-CLIMAT est associé à la ceinture des vents et est enregistré à une échelle globale (ou macro) et s'étendant sur quelques milliers de Kms.

- le MESO-CLIMAT enregistré à une échelle régionale (ou échelle méso) et s'étendant sur quelques centaines de Kms.

- le CLIMAT LOCAL (ou TOPOCLIMAT) s'étendant sur quelques dizaines de Kms.

- & le MICRO-CLIMAT qui s'étend sur des distances limitées (quelques Kms).

4.2. Architecturales :

Les ambiances Architecturales peuvent être définies comme des *mécanismes d'interaction* entre les usagers de l'espace architectural et les facteurs de l'environnement intérieur de la conformation. Elles se composent d'une manière globale de:

- AMBIANCE LUMINEUSE
- AMBIANCE SONORE

- AMBIANCE THERMIQUE
- AMBIANCE OLFACTIVE
- AMBIANCE TACTILE
- AMBIANCES ESTHETIQUE ET FORMELLE

On peut parler de micro climat intérieur , mais beaucoup plus de conformation architectural.

5 . LE TRAITEMENT DES AMBIANCES :

- **L'approche multi dimensionnelle**

A) La dimension physiologique :

Confort des ambiances : c'est le stade où le souci est de garantir le bon rendement du travail et de la lutte contre la fatigue et l'indisposition.

B) La dimension psychologique :

Agrément des ambiances : Il correspond au stade où l'on vise la réalisation de l'appréciation des ambiances (ambiances agréables).

C) La dimension sociale :

Par environnement construit, on entend l'ensemble des constructions matérielles ou immatérielles, produites par l'homme et interagissant sur son mode de vie et sa sociabilité.

- **L'approche multi sensorielle**

On compte cinq sens chez l'être humain :L'ouïe, l'odorat, le toucher, la vision et le goût. Ce sont des facteurs très importants dans l'élaboration d'un projet avec l'approche de l'ambiance.

- **L'approche pluridisciplinaire**

Ambiance thermique

Ambiance acoustique

Ambiance lumineuse

Ambiance olfactive

6.PAR QUELLE METHODOLOGIE ABORDE-t-ON UNE AMBIANCE OU DES AMBIANCES?

Les champs d'investigation en architecture et en urbanisme se sont enrichis avec l'émergence de nouvelles méthodologies de recherche liées aux environnements, ceci afin de pousser la recherche pour ce champ émergent au sens empirique. (Grosjean & Thibaud, 2001).

La définition de l'espace liée à l'ambiance avait permis de réconcilier les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'espace. Cette réconciliation a poussé les observations sur les outils de représentation de l'espace qui peuvent traiter non seulement les aspects géométriques mais aussi les aspects sensoriels de l'espace architectural, passant des outils de dessin assisté par ordinateur (Autocad, Archicad) aux outils de conception assistée par ordinateur. (Pellegrini, 2015). et les palettes d'analyse liées aux environnements. Nous résumons ici le levier conceptuel (Figure 64) des ambiances proposées par Thibaud (2002)

- L'ambiance est indivisible : l'ambiance peut être caractérisée par son degré de prédominance. Elle n'est saisissable que dans sa globalité, et selon le schéma de TH elle articulera entre le caractère intensif et extensif.

- L'ambiance est immédiate : l'ambiance convoque un style de motricité qui lui attribue un caractère spécifique. Elle est assujettie du corps ce qui nécessite une articulation entre le conduit pré-réflexif et celui réflexif.
- L'ambiance est omniprésente : une ambiance se singularise par les dynamiques de variations auxquelles elle se prête. Il s'agit ici d'une affirmation de l'introduction de l'arrière fond et le plan thématique de l'activité interprétative qui correspondra au thème.
- L'ambiance est diffuse : l'ambiance à un caractère individuel, elle est différente en fonction des échelles suivant lesquels elle a été identifiée. Elle doit impérativement dans ce cas associer l'ordre de la perception (la pente pathique) en l'articulant à l'ordre du sentiment (sa pente cognitive).

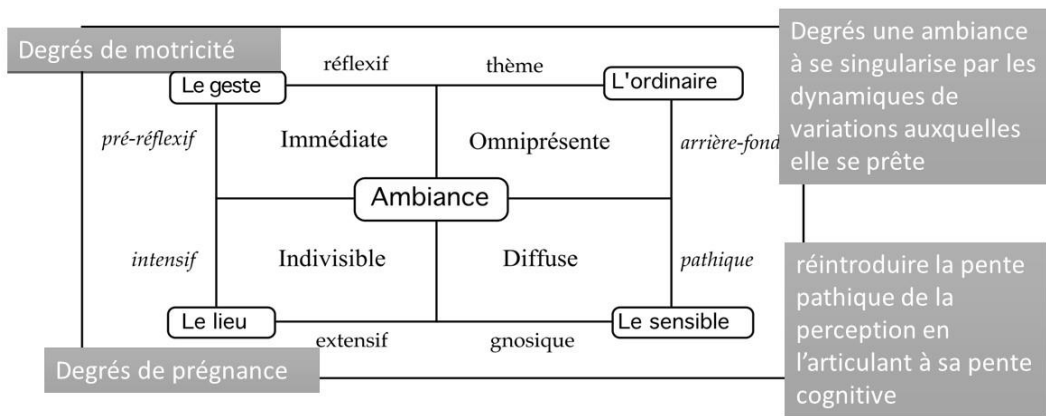


Figure 64: le levier conceptuel selon Thibaud (2002)

Plusieurs méthodes la plus utilisée la correspondance entre quantitative et qualitatives (Figure 65)

6.1.VOLET QUANTITATIF : Observation, prise de mesure, simulation, (rationnel), le parcours commenté, modèles réduits, simulation...

6.2.VOLET QUALITATIF : Simulation, analyse de contenu de discours ou de texte, enquête, le parcours commenté (sensoriel).

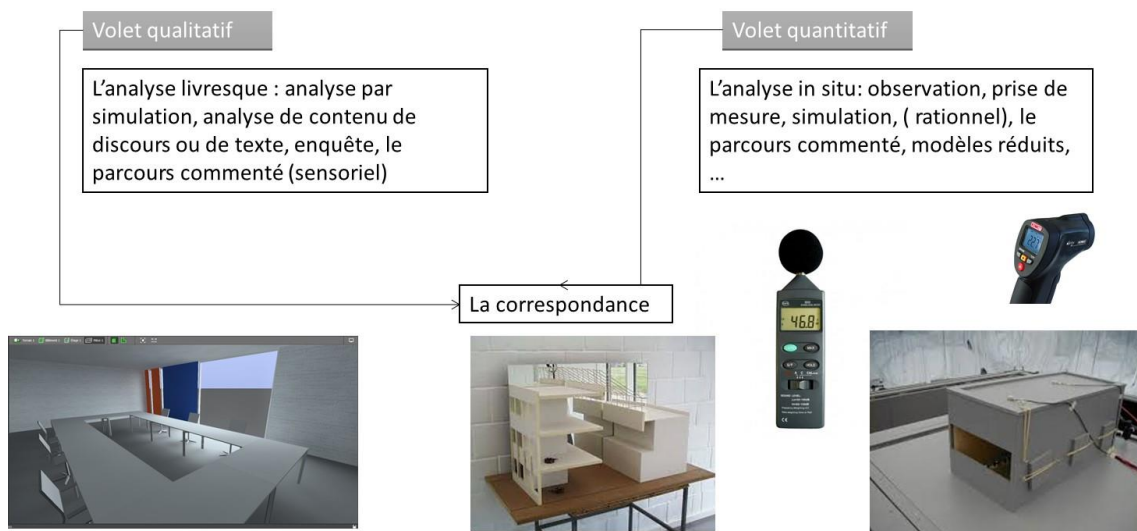


Figure 65: schéma représentant les méthodologie de recherche dans le domaine des ambiances

7. PEUT-ON TRAVAILLER SUR N'IMPORTE QUEL TYPE D'AMBIANCE?

il est à remarquer que nous pouvons travailler sur n'importe quel type d'ambiance, il suffit juste durant la recherche de faire un positionnement épistémologique qui dictera par la suite l'angle selon lequel nous allons l'étudier, comme nous l'avons expliqué dans ce schéma de la figure 66.

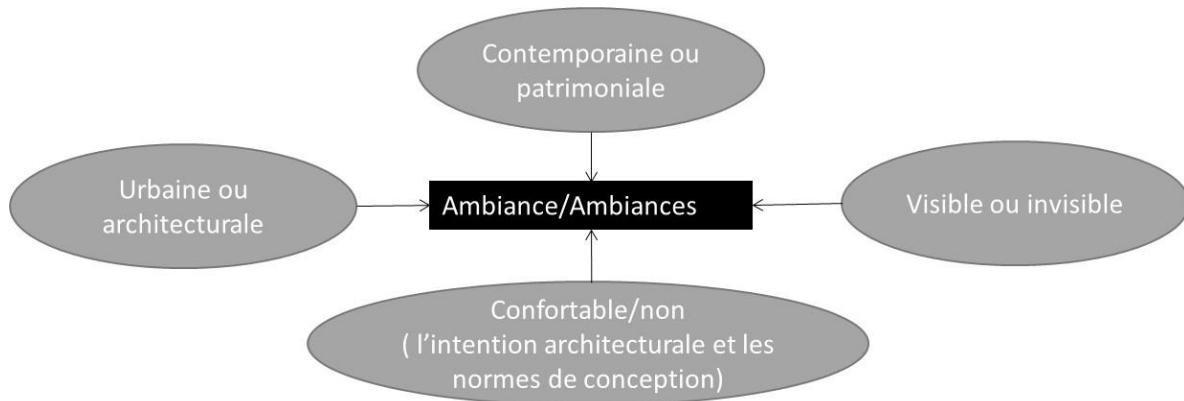


Figure 66: Traiter l'ambiance selon l'angle de recherche.

PARTIE 02 :

1 DÉFINITION : LA MODÉLISATION

« Modéliser, c'est créer une représentation ou une copie de quelque chose, souvent à plus petite échelle, ou baser sa méthode de comportement sur une autre personne ou une procédure. Un exemple de modèle est la construction d'un avion à petite échelle. Un exemple de modèle est lorsque vous copiez le comportement de votre frère ou sœur aîné(e). »²⁵

« Les modèles utilisent des objets familiers pour représenter des choses non familières. Les modèles peuvent vous aider à visualiser, ou à vous représenter dans votre esprit, quelque chose qui est difficile à voir ou à comprendre. Les modèles peuvent aider les scientifiques à communiquer leurs idées, à comprendre les processus et à faire des prédictions. »²⁶

Un modèle architectural est une représentation en 3D d'une proposition de conception de bâtiment, avec un modèle d'architecture, vous pouvez voir l'échelle et la conception potentielles d'un projet de construction ou d'aménagement intérieur, Le rôle de la modélisation et de la visualisation de nos jours et primordial dans l'étude des ambiances, car elle permet de rendre visible des signaux invisible et difficile à étudier (Hadia, 2016)

Par le biais de la visualisation, nous cherchons une nouvelle définition de l'espace architectural qui prend en charge à la fois son aspect géométrique et son actualité sensorielle. En utilisant une approche topologique de l'espace, nous verrons si la topologie peut caractériser la spatialité architecturale uniquement par des relations de discontinuité (Figure 67).

²⁵ <https://www.yourdictionary.com/model>

²⁶ <https://www.texasgateway.org/resource/scientific-models>

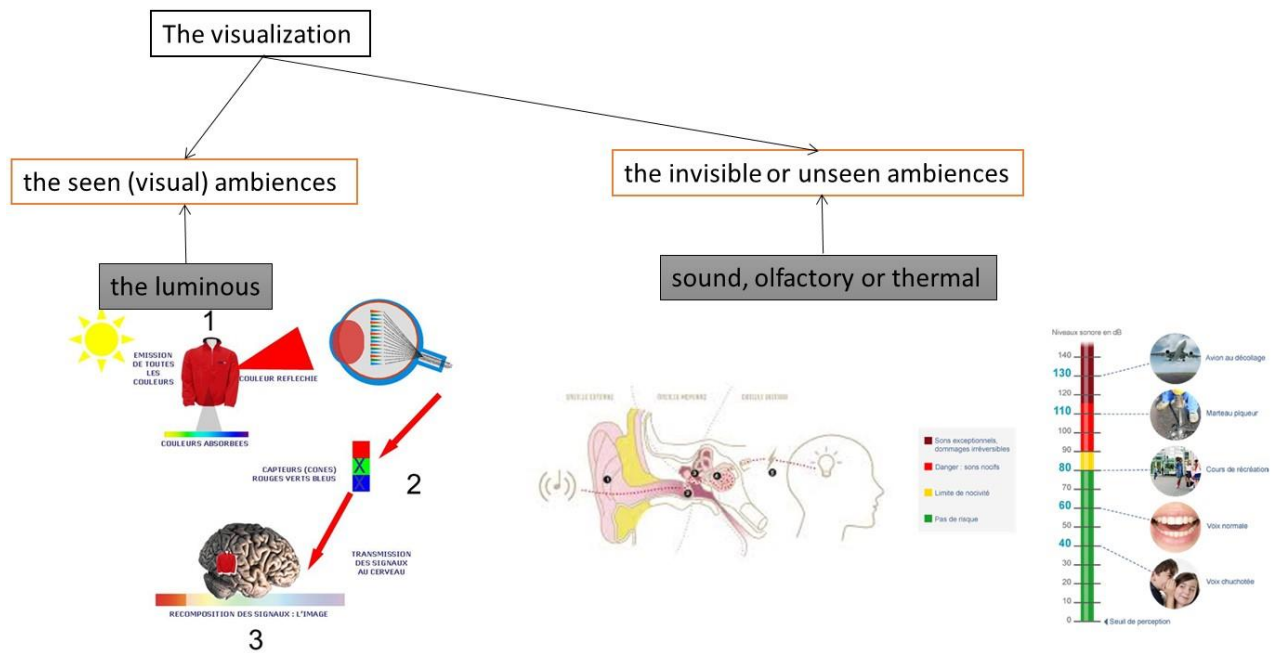


Figure 67: Type de visualisation existante dans le domaine des ambiances.

2.LA MODÉLISATION POUR L'ÉVALUATION OU POUR LA CONCEPTION

Les logiciels représentent désormais l'espace architectural de diverses manières, notamment par des dimensions à l'échelle, des fichiers climatiques, des réglages, des orientations et des matériaux. Ces éléments rendent la représentation de l'espace extrêmement réaliste ; on ne parle plus de modélisation générale, mais de représentation de l'espace architectural.

A partir des modèles virtuels nous pouvons effectuer des simulations, cette simulation caractérise toutes les typologies des ambiances architecturales, nous présentons ici des exemples, dans la figure 68 sur le gauche nous avons une photo prise à l'intérieur du musée de l'acropole, sur la droite une simulation du même espace sous conditions conforme à la réalité, cette simulation avait été faite à partir d'un modèle 3D du musée en question.

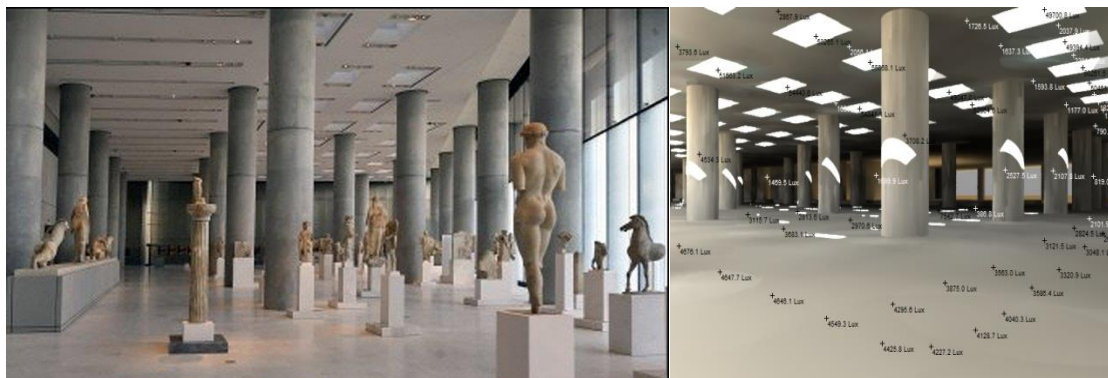


Figure 68: Modélisation et simulation d'une ambiance lumineuse existante.

Il est à remarquer que la modélisation ne prend pas en charge comme nous l'avons expliqué juste la visualisation de l'ambiance lumineuse, nous présentons dans la figure 69, une simulation du comportement de l'onde sonore, la variation de l'onde sonore en fonction de l'emplacement de la

source nous laisse conclure que pour l'ambiance sonore la modélisation et la simulation permettent de rendre visible ce qui ne l'est pas.

1.



Figure 69: Modélisation et visualisation des variation des positions de la source sonore et la limite de l'onde

Nous remarquons que pour les cas des ambiances invisibles, la visualisation par modélisation ne caractérisent pas uniquement les ambiances sonores, elles peuvent aussi mettre en exergue des ambiances thermiques, tel que vous pouvez le remarquer sur la figure 70, la modélisation d'un modèle réduit du musée du quai de Branly, nous a permis de simuler ses différents niveaux thermiquement, et de conclure les écarts de températures qui peuvent caractérisés ce musée annuellement en fonction des résultats relatifs aux périodes les plus défavorables.

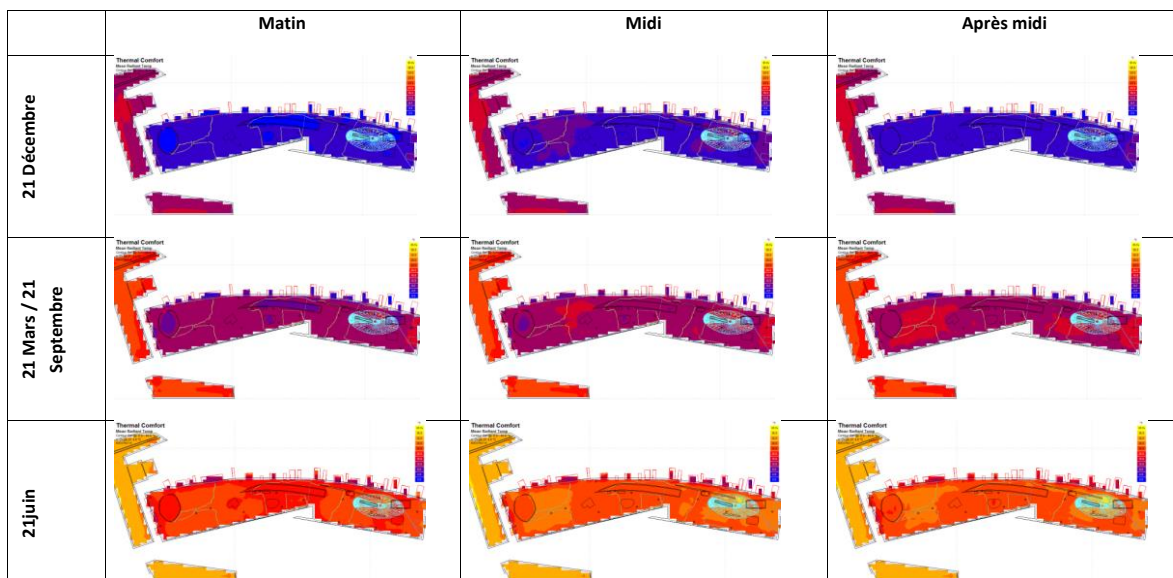


Figure 70: Simulation et visualisation des ambiances thermiques selon les périodes les plus défavorable de l'année.

CONCLUSION

La modélisation en architecture reste un des outils qui permettent la représentation de l'espace architectural. Le développement de la technologie a accéléré l'utilisation de la modélisation la rendant ainsi conforme à la réalité. L'espace architectural restera un élément très ambigu pour tous ceux qui ont tenté de le définir, actuellement, les essais de définition tendent tous à se baser sur l'axe des ambiances, où le subjectif et l'objectif sont réconciliés.

La modélisation des ambiances permet leurs visualisations, cette dernière est plus que nécessaire dans la phase d'analyse pour les cas des ambiances non visible à l'œil (sonore, thermique, ...), alors que pour les ambiances visibles, elle complète et soutient les résultats obtenus par l'analyse qui sera choisie en fonction de la recherche.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE

- Parsaee, M., Parva, M., & Karimi, B. (2015). Space and place concepts analysis based on semiology approach in residential architecture: The case study of traditional city of Bushehr, Iran. *HBRC journal*, 11(3), 368-383. <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2014.07.001>
- Wilhoit, E. D. (2016). Organizational Space and Place beyond Container or Construction: Exploring Workspace in the Communicative Constitution of Organizations. *Annals of the International Communication Association*, 40(1), 247-275. doi:10.1080/23808985.2015.1173526
- Von Meiss, P. (1993). De la forme au lieu: une introduction à l'étude de l'architecture. PPUR presses polytechniques.
- Zevi, B. (1984). Apprendre à voir l'architecture. Ed. de Minuit.
- Cousin J. (1980). L'Espace Vivant. Introduction à l'Espace Architectural Premier. Ed. Le Moniteur, Paris.
- Kurmann, D., Elte, N., & Engeli, M. (1997). Real-time modeling with architectural space. In *CAAD futures 1997* (pp. 809-819). Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-94-011-5576-2_59
- Goulette, J. P. (1999). Sémantique formelle de l'espace. Application au raisonnement spatial qualitatif en architecture. *Intellectica*, 29(2), 9-34.
- Sfintes, A. I. (2019, February). Architecture and Anthropology. Working in between Concepts. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 471, No. 7, p. 072027). IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/471/7/072027
- Borie, A., & Denieul, F. (1984). Méthode d'analyse morphologique des tissus urbains traditionnels, Collection Etudes et Documents sur le patrimoine culturel, UNESCO.
- Scheer, D. (2014). The death of drawing: architecture in the age of simulation. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315813950>
- Chelkoff, G. (2018). Expérimenter l'ambiance par l'architecture. *Ambiances. Environnement sensible, architecture et espace urbain*, <http://journals.openedition.org/ambiances/1558> ; <https://doi.org/10.4000/ambiances.1558>
- Grosjean, M., & Thibaud, J. P. (2001). L'espace urbain en méthodes. Editions Parenthèses.
- Pellegrini, G. (2015). Survey and Drawing Representation of Architecture and Environment: Different Teaching Approach for Architects and Engineers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 4090-4095. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1159
- Thibaud, J. P. (2002). L'horizon des ambiances urbaines. *Communications*, (73), 185-201.
- Adolphe, L. (1998). Ambiances architecturales et urbaines (No. 42-43). Editions Parenthèses. https://cressound.grenoble.archi.fr/fichier_pdf/num/2004_JP_T_BS_PragmatiqueAmbiancesUrb.pdf
- Hadia, H. A., & Ozkan, S. T. (2016). Modelling in Architecture-physical or virtual?. http://papers.cumincad.org/data/works/att/ascaad2016_016.pdf

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- Adamczyk, J., Zarębska, J., & Ingraio, C. (2015). Cellular concrete—the material of sustainable construction. *Technical Issues*.
- Adolphe, L. (1998). Ambiances architecturales et urbaines (No. 42-43). Editions Parenthèses.
- Antoun, M., Issa, C. A., Aouad, G., & Gerges, N. (2021). SUSTAINABLE MASONRY BLOCKS: OLIVE WOOD WASTE AS SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATES. *Case Studies in Construction Materials*, e00590.
- Asl, M. R., Stoupine, A., Zarrinmehr, S., & Yan, W. (2015). Optimo: A BIM-based multi-objective optimization tool utilizing visual programming for high performance building design.
- Bekker, P. C. F. (1982). A life-cycle approach in building. *Building and Environment*, 17(1), 55-61.
- Belčáková, I., Diviaková, A., & Belaňová, E. (2017, October). Ecological footprint in relation to climate change strategy in cities. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 245, No. 6, p. 062021). IOP Publishing.
- Benoît Boutaud, « Quartier durable ou éco-quartier ? », Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Débats, Quartier durable ou éco-quartier ?, mis en ligne le 24 septembre 2009, consulté le 02 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/22583>.
- BODENHEIMER, Thomas, GHOROB, Amireh, WILLARD-GRACE, Rachel, *et al.* The 10 building blocks of high-performing primary care. *The Annals of Family Medicine*, 2014, vol. 12, no 2, p. 166-171.
- Borie, A., & Denieul, F. (1984). Méthode d'analyse morphologique des tissus urbains traditionnels, Collection Etudes et Documents sur le patrimoine culturel, UNESCO.
- Boukhabla, M., Alkama, D., & Bouchair, A. (2013). The effect of urban morphology on urban heat island in the city of Biskra in Algeria. *International Journal of Ambient Energy*, 34(2), 100–110. doi:10.1080/01430750.2012.740424
- Boumeaza, T., & Saidi, J. (2016). Risques environnementaux de l'urbanisation sur le littoral de Mohammedia: quels impacts des changements climatiques sur les zones urbaines et les sites industriels à haut risque Environmental risks of urbanization on the coast of Mohammedia: what impacts climate change on urban and. *Proceedings RSE*, 1(2016), 63A-71A.
- Bourcy, E. (2011). Analyse de cycle de vie des bâtiments.
https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/2411/1/2010_2011_BOURCY_Elise.pdf
- Boutaud, B. (2009). Quartier durable ou éco-quartier?. *Cybergéo: European journal of geography*.
- Caney, S. (2015). Climate change. In *The Routledge handbook of global ethics* (pp. 384-398). Routledge.
- Carriou, C., & Ratouis, O. (2014). Quels modèles pour l'urbanisme durable?. *Métropolitiques*. eu. *causes, impacts et solutions*. Chaire de responsabilité sociale et de développement durable, UQAM.
- Change, A. D. C., Blair, T., Pachauri, R. K., & Pachauri, R. (2006). *Avoiding dangerous climate change*. Cambridge University Press.
- Change, C. (2001). Climate change. *Synthesis Report*.
- Chelkoff, G. (2018). Expérimenter l'ambiance par l'architecture. *Ambiances*. Environnement sensible, architecture et espace urbain, <http://journals.openedition.org/ambiances/1558> ; <https://doi.org/10.4000/ambiances.1558>
- Chiche, S. (2020). *Intégration de sources urbaines de chaleur fatale au sein d'un réseau de chaleur* (Doctoral dissertation, Université Paris-Est).

- Chiche, S., Goumba, A., Bonneau, P., Guo, X., & Colombert, M. (2016, May). Recov'Heat: Outil d'estimation du potentiel de sources de chaleur fatale en milieu urbain. In *Congrès français de thermique*.
- Codispoti, O. (2021). Sustainable urban forms: eco-neighbourhoods in Europe. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 1-26.
- Costanza, R. (2000). The dynamics of the ecological footprint concept. *Ecological economics*, 32(3), 341-345.
- Courgey, & Oliva. (2006). *La conception bioclimatique: Des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation*. Terre vivante.
- Cousin J. (1980). *L'Espace Vivant. Introduction à l'Espace Architectural Premier*. Ed. Le Moniteur, Paris.
- Dachowski, R., & Stepien, A. (2014). Impact of modification of sand-lime mass with organic compounds on the microstructure and mechanical features of silicate bricks. In *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE* (Vol. 9, p. 1). Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.
- DAKHIA, A. (2019). *L'analyse du cycle de vie, comme stratégie de développement d'un bâtiment durable dans les milieux arides à climat chaud et sec. Cas de la ville de Biskra* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider–Biskra).
- Day, J. K., & Gunderson, D. E. (2015). Understanding high performance buildings: The link between occupant knowledge of passive design systems, corresponding behaviors, occupant comfort and environmental satisfaction. *Building and Environment*, 84, 114-124.
- Dong, B., Kennedy, C., & Pressnail, K. (2005). Comparing life cycle implications of building retrofit and replacement options. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(6), 1051-1063.
- du Québec, G., & Levasseur, M. E. (2014). Étude de performance de projets de lutte aux îlots de chaleur urbains dans la région de Montréal.
- Emelianoff, C. (2004). Urbanisme durable?. *Ecologie politique*, (2), 13-19.
- Filiatreault, Y. (2015). *Changements climatiques et îlots de chaleur: indicateurs de performance pour les mesures d'adaptation* (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke).
- France. Conseil économique, social et environnemental, & Le Clézio, P. (2009). *Les indicateurs du développement durable et l'empreinte écologique*. Paris: Direction des journaux officiels.
- Gaouas, O. (2014). *Approche multicritère en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architectural* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).
- Ginzburg, A. (2016). Sustainable building life cycle design. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 73, p. 02018). EDP Sciences.
- Goulette, J. P. (1999). Sémantique formelle de l'espace. Application au raisonnement spatial qualitatif en architecture. *Intellectica*, 29(2), 9-34.
- Grosjean, M., & Thibaud, J. P. (2001). *L'espace urbain en méthodes*. Editions Parenthèses.
- Hadia, H. A., & Ozkan, S. T. (2016). Modelling in Architecture-physical or virtual?.
- Houghton, J. T. (1992). *Climate change 1992* (p. 212).
- Junnila, S., & Horvath, A. (2003). Life-cycle environmental effects of an office building. *Journal of Infrastructure systems*, 9(4), 157-166.
- Kizinievič, O., Kizinievič, V., Pundiene, I., & Molotokas, D. (2018). Eco-friendly fired clay brick manufactured with agricultural solid waste. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 18(4), 1156–1165. doi:10.1016/j.acme.2018.03.003

- Kleerekoper, L., van Esch, M., & Salcedo, T. B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, 30–38. doi:10.1016/j.resconrec.2011.06.0
- Kore, S. D., & Sudarsan, J. S. (2021). HEMP CONCRETE: A Sustainable Green Material for Conventional Concrete. *Journal of Building Material Science*, 3(2).
- Koźniewski, E., Żaba, A., & Dudzik, P. (2019). The compactness indicators of solids applied to analysis of geometric efficiency of buildings. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(8), 742.
- Kurmann, D., Elte, N., & Engeli, M. (1997). Real-time modeling with architectural space. In *CAAD futures 1997* (pp. 809-819). Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-94-011-5576-2_59
L'ENGAGEMENT D'AALBORG dans : https://www.ccre.org/docs/T_599_24_3520.pdf
- Lasvaux, S. (2010). *Étude d'un modèle simplifié pour l'analyse de cycle de vie des bâtiments* (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure des Mines de Paris).
- Leconte, A., & Lallemand, X. (2009). Italie—Une analyse du discours sur le développement durable. *L'Europe en Formation*, (2), 79-104.
- Ledant, J. P. (2005). L'empreinte écologique, un indicateur de... quoi. *Document de l'Institut pour le Développement Durable disponible à l'adresse www.iddweb.be*.
- Maillefert, M. (2018). Aurélien Boutaud et Natacha Gondran, L'empreinte écologique. *Géocarrefour*, 92(92/2). DOI : <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.11680>
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Sabio-Ortega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736-755.
- Nawel, A. B. (2017). La Relation entre l'îlot de chaleur urbain, phénomène du changement climatique et la densité du plan bâti.
- Network, G. F. (2018). Ecological footprint. *Recuperado de <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint>*.
- Parsaee, M., Parva, M., & Karimi, B. (2015). Space and place concepts analysis based on semiology approach in residential architecture: The case study of traditional city of Bushehr, Iran. *HBRC journal*, 11(3), 368-383. <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2014.07.001>
- Pellegri, G. (2015). Survey and Drawing Representation of Architecture and Environment: Different Teaching Approach for Architects and Engineers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 4090-4095. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1159
- Piguet, F. P., Blanc, I., Corbiere-Nicollier, T., & Erkman, S. (2007). L'empreinte écologique: un indicateur ambigu. *Futuribles*, (334), 5-24.
- Raoul-Duval, J. (2008). *Empreinte écologique, retour sur expériences territoriales*. PUCA.
- Rchid, A. (2012). The effects of green spaces (Palme trees) on the microclimate in arides zones, case study: Ghardaia, Algeria. *Energy Procedia*, 18, 10-20.
- Rees, W. (2018). Ecological footprint. In *Companion to environmental studies* (pp. 43-48). Routledge.
- Role of City Texture in Urban Heat Islands at Night Time. J.M. Sobstyl, T. Emig, M.J. Abdolhosseini Qomi, R. J.-M. Pellenq, and F.-J. Ulm. *Physical Review Letters*, 9 mars 2018
- Sahnoune, F., Belhamel, M., Zelmat, M., & Kerbachi, R. (2013). Climate change in Algeria: vulnerability and strategy of mitigation and adaptation. *Energy Procedia*, 36, 1286-1294.
- Scheer, D. (2014). *The death of drawing: architecture in the age of simulation*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315813950>

- Sfintes, A. I. (2019, February). Architecture and Anthropology. Working in between Concepts. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 471, No. 7, p. 072027). IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/471/7/072027
- Simard, M. (2014). Étalement urbain, empreinte écologique et ville durable. Y a-t-il une solution de rechange à la densification?. *Cahiers de géographie du Québec*, 58(165), 331-352.
- Si-ming, L., & Koon-Kwai, W. (2007). Urbanisation et risques environnementaux dans le delta de la rivière des Perles. *Herodote*, (2), 105-126.
- Soufiane, I. M. (2013). *Etude du concept des ilots de chaleur urbains: le cas de la ville d'Oran* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf des sciences et de la technologie).
- Thamhain, H. J., & Wilemon, D. L. (1987). Building high performing engineering project teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (3), 130-137.
- Thibaud, J. P. (2002). L'horizon des ambiances urbaines. *Communications*, (73), 185-201.
- Trocmé, M., & Peuportier, B. (2008). Analyse de cycle de vie d'un bâtiment. *J3eA*, 7, 0001.
- Véron, J. (2008). Economic, social, and environmental challenges in world urbanization. *Mondes en développement*, (2), 39-52.
- Von Meiss, P. (1993). De la forme au lieu: une introduction à l'étude de l'architecture. PPUR presses polytechniques.
- Wilhoit, E. D. (2016). Organizational Space and Place beyond Container or Construction: Exploring Workspace in the Communicative Constitution of Organizations. *Annals of the International Communication Association*, 40(1), 247–275. doi:10.1080/23808985.2015.1173526
- Zevi, B. (1984). Apprendre à voir l'architecture. Ed. de Minuit.

http://papers.cumincad.org/data/works/att/ascaad2016_016.pdf

[High Performing Buildings \(hpbmagazine.org\)](http://hpbmagazine.org)

<http://www.le-guide-de-la-maison.com/materiaux-ecologique.html>

<https://www.lapresse.ca/>

<https://broadsword-group.co.uk/the-importance-of-eco-friendly-materials/>

<https://conseils-thermiques.org/contenu/bioclimate.php>

https://cressound.grenoble.archi.fr/fichier_pdf/num/2004_JP_T_BS_PragmatiqueAmbiancesUrb.pdf

<https://maison-passive.ooreka.fr/astuce/voir/312244/bioclimate>

<https://passivact.fr/Concepts/files/CompaciteBatiment-Consequences.html>

<https://scied.ucar.edu/learning-zone/climate-change-impacts/urban-heat-islands>

<https://snohetta.com/project/40-powerhouse-kjorbo>

<https://www.archdaily.com/949007/mushroom-buildings-the-possibilities-of-using-mycelium-in-architecture>

<https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam/?cn-reloaded=1>

<https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatique-en-algerie/?lang=fr>

<https://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-solutions-urbanization.php>

<https://www.conserve-energy-future.com/what-is-ecological-footprint.php>

<https://www.digi.com/blog/post/sustainable-city>

<https://www.dpr.com/projects/dpr-construction-phoenix-regional-office>

<https://www.environnement.gouv.qc.ca/jeunesse/chronique/2013/1301-cycle-vie-materiaux.htm>

<https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>

<https://www.evolutionarchitects.co.za/blog/2018/2/16/smart-architecture-the-importance-of-site-orientation>

https://www.flickr.com/photos/bullitt_center

<https://www.hellocarbo.com/blog/reduire/comment-lutter-contre-le-rechauffement-climatique/>

<https://www.infociments.fr/enjeux-societe/notions-dilots-de-chaaleur-urbains>

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf

<https://www.materialdriven.com/blog/2017/12/5/from-potato-waste-to-industry-staple-chipsboard>

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urbanization/>

<https://www.neighbourhoodguidelines.org/>

<https://www.neighbourhoodguidelines.org/how-guidelines-organized>

https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaaleur-urbain.php#

https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaaleur-urbain.php

<https://www.performanceservices.com/faq/what-are-the-characteristics-of-a-high-performing-building>

<https://www.prb.org/resources/lurbanisation-une-force-environnementale-incontournable/> en loccurrence l'article de Barbara Boyle Torrey est un auteur et consultant qui siège au Conseil de direction du PRB.

<https://www.thecarbonic.com/post/cross-laminated-timber-as-a-sustainable-building-material-for-tight-budgets>

<https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>

https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2015/Filiatreault_Ysabelle_MEnv_2015.pdf

<https://www.worldgbc.org/what-green-building>

www.banquemondiale.org

www.géo.fr

www.igmfinancial.com

www.igmfinancial.com

www.un.org

www.vacances-vertes.net

BIBLIOGRAPHIE DISPONIBLE Á LA BIBLIOTHEQUE SELON L'OFFRE DE FORMATION :

- -Petit manuel de la conception durable BC 710/04.2 et 710/04.3 BTec 710/04.4 á 710/04.9
- -Bâtiments et aménagement durable: bien-être, vie urbaine et écoquartier BC 711.4/52.8 á 711.4/52.12 B Tec 711.4/52.2 á 711.4/52.7.
- -Concevoir et évaluer un projet d'écoquartier: avec le référentiel BTec 711.4/56.2 á 711.4/56.6
- -L'urbanisme durable: Concevoir un écoquartier BC 711.4/40.2 et 3 BTec 711.4/40.4 á 711.4/40.10
- -L'Architecture Ecologique du Vorarlberg BC 720/41.2 BTec 720/41.3 á 720/41.5
- -L'architecture écologique: 29 exemples européens : enjeux et perspectives, urbanisme et développement durable, architecture et qualité environnementale BC 720/19.2 BTec 720/19.3 á 720/19.8
- Le guide de l'habitat passif BC 693.8/24.2 BTec 693.8/24.3 á 693.8/24.4
- -Batir la qualité environnementale SR. B.SECSG 658.4/189
- -Réussir un projet d'urbanisme durable : méthode en 100 fiches pour une approche environnementale de l'urbanisme (AEU) BC 711.4/07.2 BTec 711.4/07.4 á 711.4/07.10.
- -Matériaux écologiques d'intérieur: aménagement, finition, décoration BC 690/94.2 á 690/94.3, BTec 690/94.4 á 690/94.4 á 690/94.10

- -Propriétés et caractéristiques des matériaux de construction: énergie grise des matériaux écologiques BC 691/32.10 á 691/32.15 BTec 691/32.16 á 691/32.20.
- -25 maisons écologiques BC 728/05.2 BTec 728/05.3 á 728/05.19
- -Architectures solaires BC 690/101.2 á 690/101.3 BTec 690/101.4 á 690/101.10
- -La lutte contre le bruit: des bruits de voisinage aux bruits des aéroports, mesures de protection et contrôles, médiation et contentieux S. REFERENCE TARGA 721/17
- -La ville écologique: contributions pour une architecture durable = The ecological city : contributions for a sustainable architecture BC 720/51.2 BTec 720/51.3 á 720/51.7
- -Sustainability assessment: criteria and processes BC 553/02.2 et 553/02.3

- Nelly Olin. « Construire ou rénover en respectant la Haute Qualité Environnementale » EYROLLES 2006.
- -Claude Aubert . « Maisons écologiques d'aujourd'hui » ; Terre vivante 2002
- -Alain Maugard , Jean-Pierre Cuisinier. « Regard sur la ville durable - Vers de nouveaux modes de vie » .CSTB 2011.
- -Gilles Bellin Pierre, (2008), L'habitat bioéconomique : isolation- -chauffageélectricité-eau, éditions Eyrolles.
- -Ourrier M. Vincent, (2006), Construire Sain et Naturel- Guide Matériaux écologiques, éditions Ouest-France.