

École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy  
Université Henri Poincaré (Nancy1)  
Institut National Polytechnique de Lorraine

Mémoire de Master Design Global, spécialité  
« Architecture Modélisation Environnement »

# MODÉLISATION ET VISUALISATION DE « PATTERNS URBAINS ET PAYSAGERS » POUR ASSISTER LA CONCEPTION

Nom de l'étudiante : Ingrid THOCKLER

Laboratoire d'accueil : CRAI (Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie)

Sous la direction de : Jean-Claude BIGNON, Professeur

09/09/2013



# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

## PROBLÉMATIQUE

## ETAT DE L'ART

### I. Aide par assistance à résolution de problèmes : Eco-mod

1. Le retour d'expérience comme modèle appliqué à l'architecture
2. Un fonctionnement basé sur les interrelations
3. L'interface de l'outil

### II. Aide par l'évaluation de solution

1. Approches par référentiels et labellisations : l'exemple d'INDI
2. Outils de mesure Nest
  - 2.1. Présentation et données nécessaires
  - 2.2. Des résultats catégorisés sous forme d'indicateurs

## DÉROULEMENT DU TRAVAIL

### I. Lectures et références

### II. Description des cibles

### III. Définition du contexte «physique» des réalisations urbaines

### IV. Système de recherche d'éco-modèles

### V. Réalisations les plus souvent citées

### VI. Les fiches éco-modèles

1. A redéfinir
2. Nouveaux

## CONCLUSION

## BIBLIOGRAPHIE



## INTRODUCTION



# INTRODUCTION

Le travail architectural ne peut passer outre les problématiques liées à la question environnementale. Cette dernière est même fondamentale à l'heure actuelle et nécessite une approche pluridisciplinaire. Cette idée, plus particulièrement, motivait mon choix d'effectuer un stage d'une durée totale de deux mois et demi, à mi-temps, au sein du Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie (CRAI).

Le processus architectural lié à la question environnementale suit un cadre européen précis, avec des normes et des labels (par exemple : HQE, Passivhaus, Minergie etc.). Dans le cadre de la simulation du comportement environnemental des bâtiments, il existe des outils qui peuvent constituer une aide non négligeable. Néanmoins, la difficulté majeure réside dans la définition concrète des critères à prendre en compte dans le processus au moment de la conception, tout comme leur appréhension et leur utilisation. Les outils qui existent apportent une aide pour la description, la simulation, ils peuvent « mesurer » une solution proposée en amont mais la formulation de la proposition, en elle-même, est plus difficile à concevoir.

Dans le cadre de cette problématique, l'identification d'éco-modèles et leur modélisation n'est pas à écarter. De ce fait, j'ai été chargée de compléter la base de données de l'outil existant et développé au CRAI : Eco mod.

Mes objectifs de base étaient notamment :

- analyser différentes opérations « environnementales » en prenant appui sur des réalisations urbaines et/ou paysagères,
- identifier et définir des éco-modèles urbains ou paysagers,
- enrichir la base de données avec de nouveaux patterns,
- proposer éventuellement un enrichissement de l'interface de navigation/sélection des éco-modèles choisis par un utilisateur pour un projet donné (non réalisé),
- proposer de nouveaux modes de visualisation qui rendent compte des relations entre éco-modèles (par exemple représentation par graphes, par nuages de points....) (non réalisé).



PROBLÉMATIQUE

## PROBLÉMATIQUE

Pour la bonne réalisation de cette recherche, il nous faut tout d'abord prendre du recul par rapport à l'objectif visant à modéliser de nouveaux éco-modèles dans le domaine «urbain» afin d'être pertinent et cohérent dans la démarche globale. Plusieurs questions se posent dès le départ.

En premier lieu, il semble important d'avoir une notion très claire de ce qu'est la base Eco-mod, quels sont son objectif et son fonctionnement ? C'est pourquoi nous l'étudierons attentivement dans l'état de l'art. Ce n'est en effet pas qu'une simple base de données, c'est un véritable outil. En quoi peut-elle aider dans la prise de décision et quelle est la légitimité des solutions proposées ?

Notre travail doit s'articuler autour de la recherche d'éco-modèles dans le domaine plus spécifique de l'urbanisme, ce qui génère plusieurs questionnements.

Tout d'abord, en quoi conception urbaine et conception architecturale sont-elles différentes ? Et en quoi peuvent-elles se rejoindre ? On peut d'ailleurs noter qu'il y a plusieurs éco-modèles qui sont d'ores-et-déjà étiquetés «urbanisme» dans la base, via le mode recherche par types d'éco-modèle.

La première différence, qui paraît évidente au premier abord, entre conception urbaine et conception architecturale est l'échelle. Cependant, en se penchant plus près sur la question, on constate que la limite est plutôt floue. En regardant uniquement l'échelle, il peut être compliqué de classer certaines opérations qui sont à la fois des projets d'architecture et d'urbanisme. De la même manière, la pratique de la conception consiste en des aller-retours entre les différentes échelles du projet et implique donc souvent de brasser des thématiques architecturales, urbaines ou qui appartiennent aux deux disciplines.

Ce serait donc les thématiques évoquées ci-dessus qui pourraient permettre une différenciation ou un rapprochement. Ainsi par exemple, certaines notions comme la gestion de transports, de réseaux, mais aussi la vie sociale, l'implication des acteurs, la mixité, etc., sont très importantes dans les projets urbains.

Après avoir fait cette différenciation, on parvient à la conclusion qu'ajouter des éco-modèles urbains dans la base implique d'avoir également une réflexion vis-à-vis des cibles visées, mais également par rapport à la description des réalisations.

En ce qui concerne les cibles, elles proviennent de la démarche HQE (haute qualité environnementale) qui est clairement adaptée à la conception architecturale. La démarche plus généralement adaptée pour la conception urbaine est la démarche durable, plus globale, que l'on peut résumer en quatre axes de réflexion : préservation de l'environnement, efficacité économique, équité sociale et valorisation culturelle. Notre travail devra donc prendre en compte ces axes et mettre au point une méthode afin de les intégrer dans l'outil, sachant que ces thématiques semblent moins adaptées à l'élaboration de modèles spatiaux.

De la même manière, nous devons proposer des critères de définition des réalisations urbaines plus adaptés à leur échelle et mise en oeuvre.

Nous pourrions alors nous interroger sur les systèmes spatiaux qui sont susceptibles d'être mis en oeuvre dans la conception urbaine tout en prenant en compte les principes du développement durable. De quelle manière référencer ces modèles afin d'aboutir à un outil d'aide à la conception efficace ?



ÉTAT DE L'ART

# ETAT DE L'ART

## I. Aide par assistance à résolution de problèmes : Eco-mod

### 1. Le retour d'expérience comme modèle appliqué à l'architecture

Dans sa thèse *Eco-conception collaborative de bâtiments durables*, Vida Gholipour décrit le concept de l'éco-modèle :

*« Une forme-type architecturale capable d'être réutilisée d'une manière efficace. Réinterprétation de la notion de « patron » d'Alexander. »*

L'outil, actuellement, est sensé se limiter aux pratiques de l'architecture générale de bâtiments. Cependant en questionnant d'un peu plus près les cibles, éco-modèles et réalisations, on constate que certains sont applicables à la conception de projet urbain.

Nous allons tout d'abord rappeler brièvement les caractéristiques et rôles des éco-modèles selon la thèse de Vida Gholipour :

- ils servent à assister la phase amont du processus de conception environnementale de bâtiments (faciliter d'une part la prise en compte des enjeux environnementaux et d'autre part la certitude dans les choix architecturaux);
- ce sont des idées testées et validées par la pratique, identifiées et préparées par la réutilisation dans des contextes semblables ;
- un éco-modèle ne dispose pas de dimension universelle comme cela est présent dans la notion de « patron » décrit par Christopher Alexander : autrement dit il peut être pertinent dans un contexte et non dans un autre.

Dans la lignée de la méthode proposée par Alexander, chaque éco-modèle contient un triplet problème(s)/solution(s)/contrainte(s). La solution doit être suffisamment abstraite afin d'englober une ou plusieurs problématiques de la conception environnementale de bâtiment et également à amener le concepteur à chercher la/les solutions(s) par sa propre créativité.

Les critères définis auxquels chaque éco-modèle doit répondre sont les suivants :

- opérationnel : faire preuve de sa pertinence en étant utilisé dans au moins trois réalisations d'auteurs différents ;
- générique : avoir un certain degré de généralité - ni solution simple, ni stratégie globale ;
- holistique : répondre en même temps à plusieurs problèmes fréquemment rencontrés sans dépasser un certain degré de particularité - répondre au minimum à trois exigences environnementales abordées parmi les cibles HQE.

- formalisable : pouvoir être représenté par une illustration, un dessin ;

- adapté au niveau de l'esquisse : répondre aux questions posées en phase d'esquisse comme le positionnement, la volumétrie, l'organisation spatiale ou encore le système constructif général de bâtiments.

## 2. Un fonctionnement basé sur les interrelations

L'une des caractéristiques essentielles de l'éco-modèle est qu'il n'est pas une solution directement applicable. Son degré d'efficacité ou de pertinence dépend d'une part du contexte dans lequel il est utilisé (d'où l'élaboration d'une grille de critères des opérations qui servent d'exemples), et d'autre part des priorités choisies quant à la qualité environnementale du projet ( choix des cibles HQE visées prioritairement). Ainsi, les éco-modèles ne fonctionnent pas seuls : ils sont intégrés dans des scénarios de conception liés principalement au retour d'expérience.

Afin de mieux établir les contextes dans lesquels les éco-modèles peuvent être pertinents ou non, une liste de critères d'analyse et types de contextes est associée aux éco-modèles, aux opérations et aux cibles :

- contexte conceptuel : problème, solution, contrainte (définition de l'éco-modèle) ;

- contexte physique : (cadre des réalisations)

- usage du bâtiment (logement individuel, logement collectif, bâtiment commercial, bâtiment industriel et agricole, bâtiment culturel et de loisir, bâtiment de transport, autres),

- nature de l'opération (bâtiment neuf, réhabilitation, extension, autres), milieu urbain (urbain dense, urbain peu dense, pavillonnaire, village, isolé, autre),

- climat (tropical, sec, tempéré, continental, montagnard, autres).

- contexte environnemental : positif, négatif ou neutre par rapport à chacune des 15 cibles ;

- contexte relationnel : règles combinatoires entre les éco-modèles.

## ETAT DE L'ART

### 3. L'interface de l'outil

L'entrée sur l'outil se fait par une des trois portes au choix : les éco-modèles, les cibles ou réalisations.

Depuis le menu «éco-modèle», on est dirigé sur une page référençant tous les éco-modèles. Lorsque l'on en sélectionne un, comme «double peau» sur l'exemple ci-contre, on peut rapidement voir grâce à un système de marquage coloré, par rapport à quelles cibles il est «favorable», «sans-conséquence», ou «défavorable». De la même manière, on peut voir parmi les autres éco-modèles de la base, lesquels sont «équivalents», «complémentaires» ou «opposés». Les éco-modèles sont représentés par des images car c'est un mode de représentation bien accepté et utilisé parmi les concepteurs.

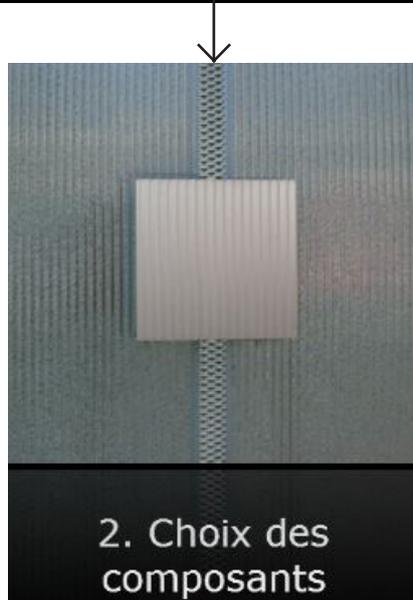
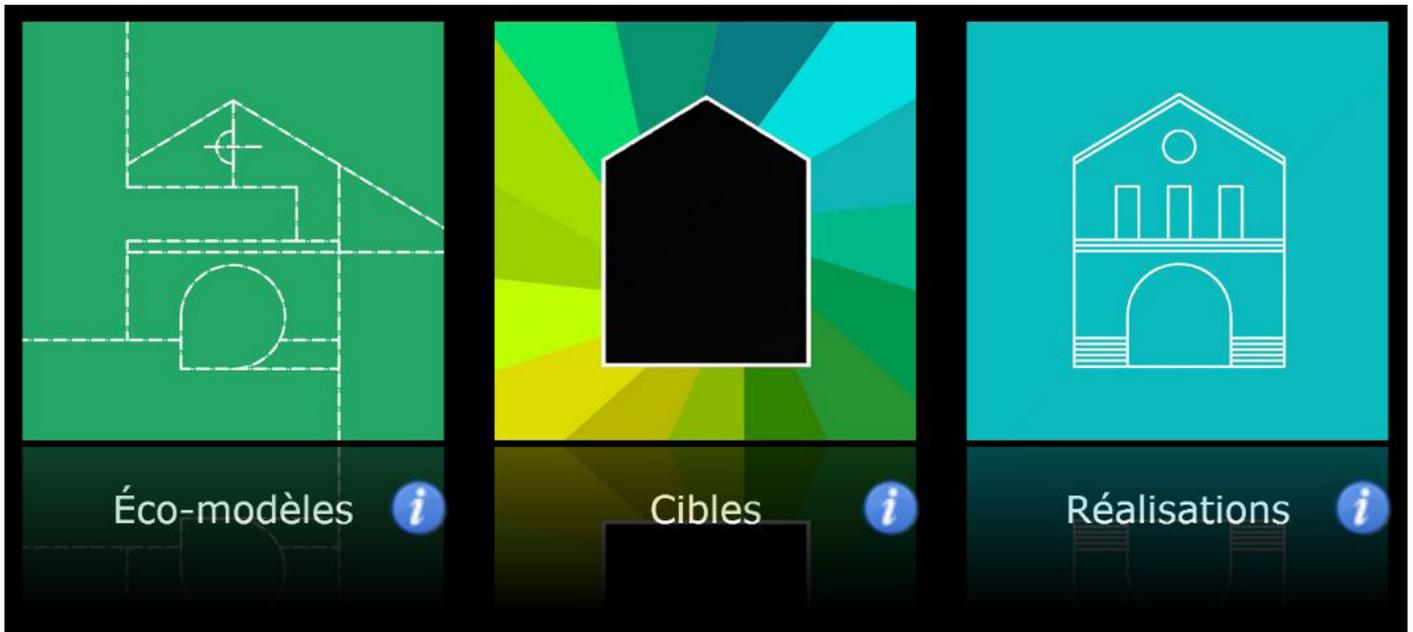
Le menu «cibles» suit le même fonctionnement, et on peut ainsi voir quels sont les éco-modèles à «privilégier», à «utiliser avec précaution» ou à «éviter» en fonction de la cible choisie.

Enfin «réalisations» nous permet d'accéder aux exemples avec pour chacun son contexte physique avec les éléments décrits un peu plus tôt ainsi que les autres éco-modèles utilisés.



La spécificité et l'intérêt d'Eco-mod réside dans la possibilité de faire des scénarios grâce au dossier dont on peut voir la représentation imagée ci-dessus. On peut choisir plusieurs éco-modèles et voir si leur utilisation combinée peut être favorable ou non vis-à-vis de cibles spécifiques. L'inverse fonctionne également : on peut sélectionner des cibles HQE que l'on souhaite en performance élevée et éco-mod, avec son système de relations entre tous les éléments va proposer des éco-modèles à privilégier ou non.

L'outil prend ainsi en compte de nombreux paramètres (contexte, interrelations, ...) et propose des solutions qui sont évidemment à adapter et réinterpréter en fonction du projet. En ce sens, bien utilisé, il stimule la créativité tout en permettant une vraie différence dans la prise en compte des enjeux environnementaux.



Cible :

-  favorable
-  sans conséquence
-  défavorable

Éco-modèle :

-  à privilégier
-  avec précaution
-  à éviter

Éco-modèle :

-  équivalent
-  complémentaire
-  opposé

- contexte physique de l'opération
- liste des autres éco-modèles associés à l'opération

# ETAT DE L'ART

## II. Aide par l'évaluation de solution

### 1. Approches par référentiels et labellisations : exemple d'INDI

INDI (« indicateurs' impact ») est un outil d'aide à la conception et à l'évaluation des projets urbains utilisable également à l'échelle des opérations (construction, réhabilitation et aménagement d'espace public).

C'est un outil d'aide à la décision et à la mise en oeuvre des projets, un outil de suivi et d'évaluation qui permet de renforcer le dialogue entre les différents acteurs impliqués dans les projets urbains ou leurs opérations (et donc la transversalité et la cohérence des actions) ainsi qu'un un outil de communication.

INDI est structuré sur la définition opérationnelle d'un écoquartier, sur les 4 enjeux d'un projet d'écoquartier :

1) prendre en compte localement les grands enjeux globaux de la planète : effet de serre, préservation des ressources, biodiversité...

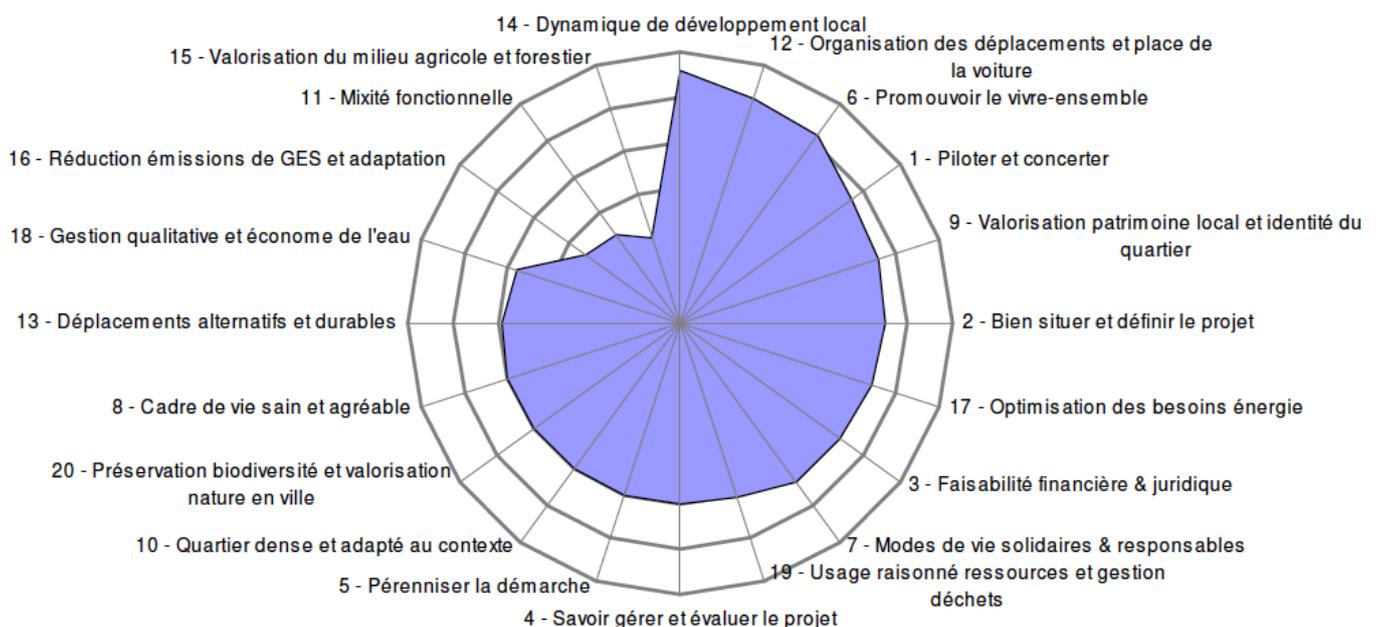
2) répondre de façon cohérente aux enjeux locaux – environnementaux, sociaux et économiques – et donc assurer la qualité de vie des habitants et usagers.

3) prendre en compte les enjeux territoriaux et contribuer à la durabilité de la ville ou du territoire dans lequel il se trouve.

4) mettre en oeuvre une démarche transversale ou intégrée, aussi appelée démarche – projet (d'où la mise en place d'une nouvelle gouvernance, quatrième enjeu ou pilier de la démarche éco quartier, c'est-à-dire de nouvelles méthodes et de nouveaux outils).

Les résultats des évaluations successives effectuées avec INDI peuvent se représenter selon celle de la grille EcoQuartier 2011 du MEDDTL comme ci-dessous (20 ambitions et 80 objectifs).

**Exemple de représentation des résultats d'une évaluation avec le référentiel INDI selon les 20 ambitions de la grille EcoQuartier 2011 du MEDDTL**



Source La Calade

## 2. Outils de mesure Nest

### 2.1. Présentation et données nécessaires

NEST est un plug-in (def) qui fonctionne avec le logiciel Google Sketch Up. Il permet de modéliser un quartier en 3D tout en lui associant des données afin de calculer une estimation de sa « durabilité » selon des critères spécifiques. On peut modéliser les éléments soi-même et y associer les données ou bien utiliser la bibliothèque fournie avec NEST. Afin de générer des calculs et résultats, il faut rentrer une grande quantité de données précises. Dans un premier lieu, on retrouve celles qui concernent le site et le contexte :

- localisation : altitude, longitude, latitude ;
- données climatiques du site : précipitations, températures, rayonnement, vents ;
- zone d'implantation : type de zone d'implantation, territoire type avant transformation, répartition de l'emprise du site à aménager par type d'espaces avant transformation ;
- prescriptions et zonages particuliers applicables au projet : zone à enjeux en termes de patrimoine, zone à enjeux naturels et paysagers, zone faisant l'objet de conventions particulières, aucune prescription ;
- type de procédure choisie pour le projet : ZAC, permis d'aménager, permis de construire groupé, autre ;
- connexions : distance du site au centre ville, distance du site à une zone commerciale, nombre de lignes de transport en commun à proximité du site, nombre d'arrêt bus à moins de 500m du site, distance moyenne à la station du train, accessibilité à une connexion internet haut débit.

On trouve ensuite des données concernant le projet :

- capacité réceptive du projet : nombre d'habitants prévu, nombre de logements, nombre de logements sociaux ;
- programme : surface du plancher total, surface de plancher des logements, surface du plancher de services ;
- surface du plancher des commerces, surface de plancher des bureaux, surface de plancher des autres activités, surface des espaces verts, surface des espaces publics, surface de parkings, nombre de places de stationnement privé ;
- type de surfaces : surface imperméabilisée, surface végétalisées (toitures incluses), surface des espaces non bâtis, surface des espaces bâtis, surface de plancher existante réhabilitée ou reconvertie ;
- données chiffrées complémentaires : consommation de chaleur annuelle totale, production de chaleur annuelle à partir d'EnR installées, consommation d'électricité annuelle totale, production d'électricité annuelle à partir d'EnR installées, nombre de logements connectés à l'internet supérieur ou égal à 30 Mb/s, nombre de logements situés à moins de 500 mètres d'un arrêt de transport en commun, pourcentage des bâtiments avec un local vélo, nombre de logements situés à moins 200 mètres d'un point d'apport volontaire, pourcentage de bâtiments avec un local déchet, pourcentage de bâtiments avec récupérateurs d'eau de pluie, pourcentage de bâtiments avec systèmes hydro économe.

## 2.2. Des résultats catégorisés sous forme d'indicateurs

Les impacts sont visualisables sous forme de graphiques qui représentent les données chiffrées de manière visuelle et claire. Ils sont catégorisés suivant plusieurs indicateurs :

- Energie primaire : cet indicateur donne la consommation d'énergie primaire totale (MJ) du quartier par usager (habitants et personnes qui travaillent sur le quartier) et par an. Il permet également d'observer la part de consommation des différents postes (construction des bâtiments, usage des bâtiments, construction des infrastructures, éclairage, transports individuels et collectifs) ;

- Changement climatique (CO<sub>2</sub>) : cet indicateur donne la quantité de gaz à effet de serre (GES), en kg équivalent CO<sub>2</sub>, émise par usager (habitants et personnes qui travaillent sur le quartier) et par an dans le quartier. Il permet également de voir la part d'émissions des différents postes (construction des bâtiments, usage des bâtiments, construction des infrastructures, éclairage, transports individuels et collectifs) ;

- Territoire et biodiversité : l'indicateur « territoire et biodiversité » donne un score de perte de biodiversité, par usager et par an, dû à l'implantation et à la durée dans le temps du quartier. Il permet également de voir la part de perte de biodiversité due à la création d'espaces verts et de zones urbaines ;

- Déchets : cet indicateur va montrer la quantité de déchets générés et valorisés (directement sur le quartier) par an et par usager, et la quantité de déchets générés et non valorisés ;

- Qualité de l'air : cet indicateur va donner le volume d'air pollué produit par le fonctionnement du quartier, en m<sup>3</sup> par an par usager (transport, chauffage) ;

- Eau : l'indicateur donne la consommation d'eau du quartier en m<sup>3</sup>/an/usager, avec le détail par type d'infrastructures et la différenciation eau potable et eau non potable ;

- Economique : en cours de développement ;

- Social : en cours de développement.



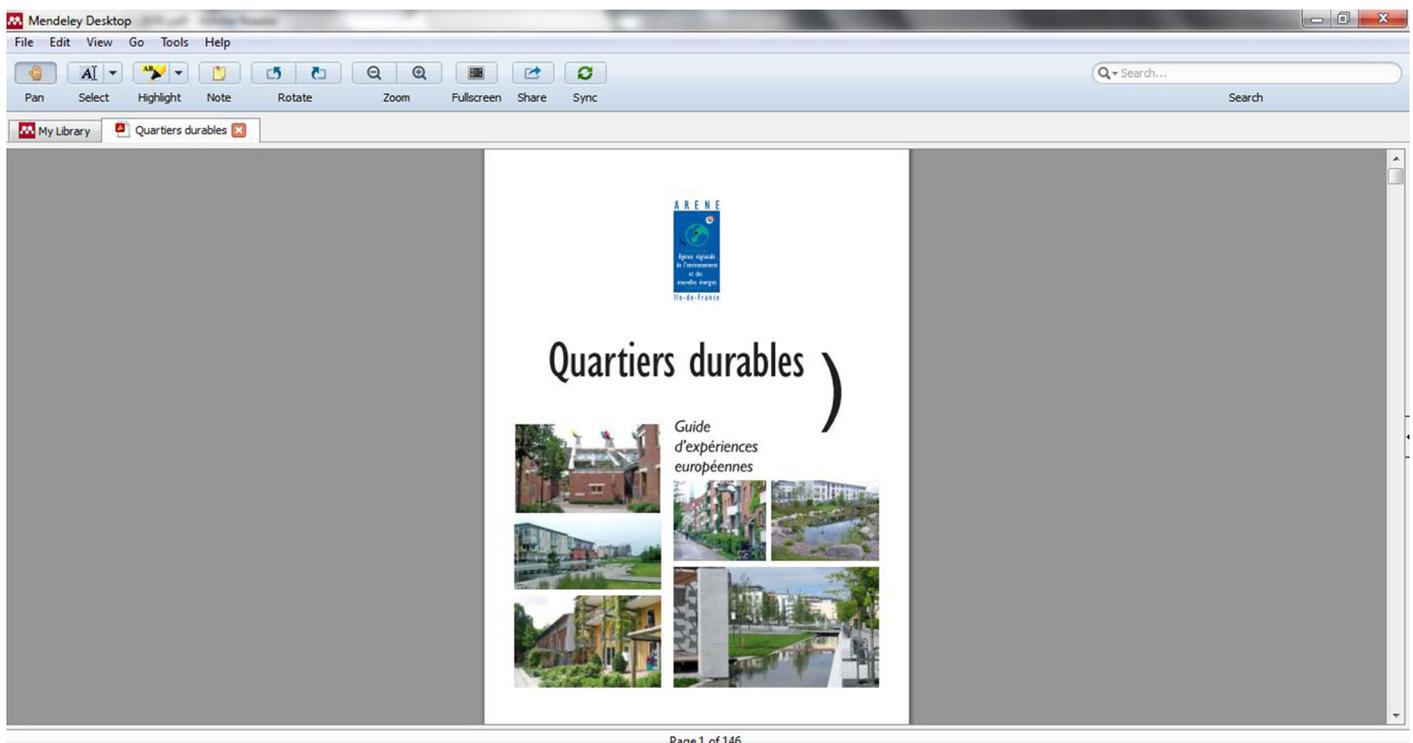
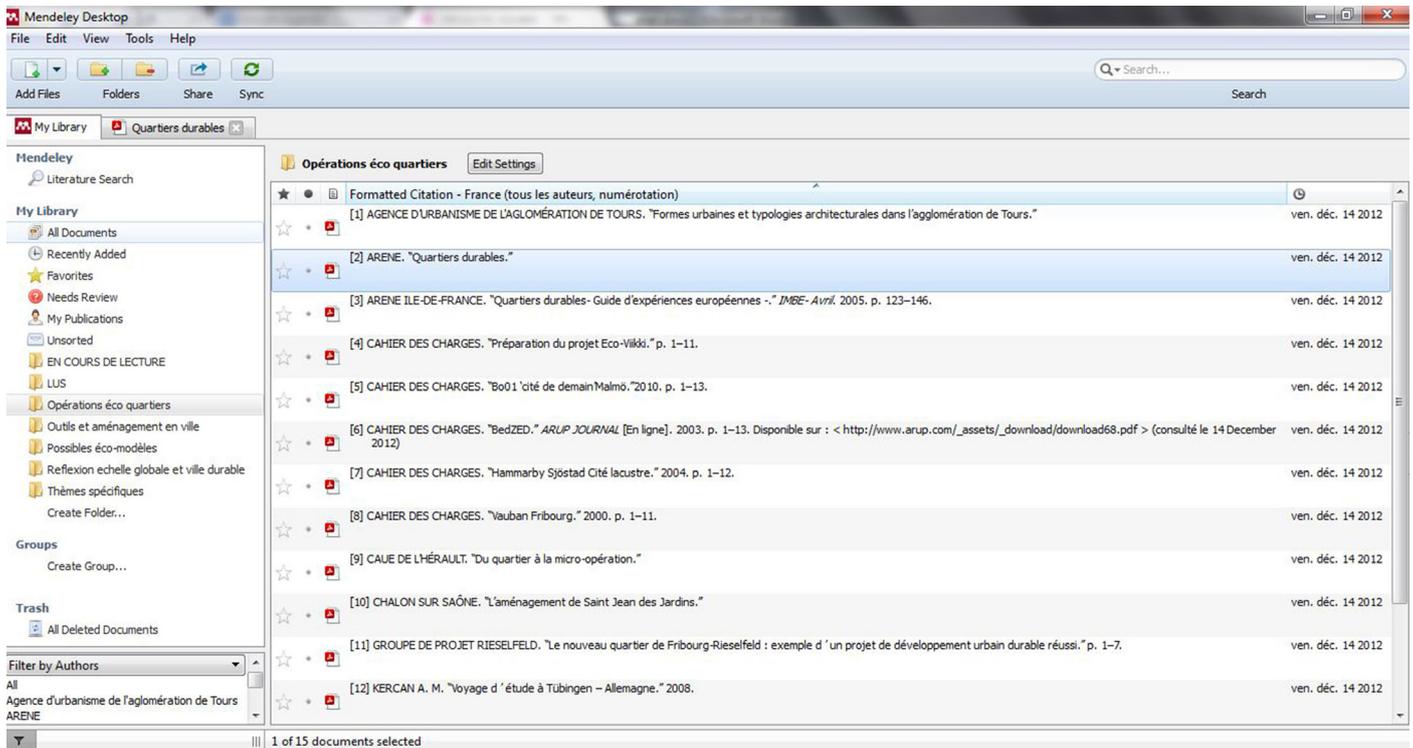


## DÉROULEMENT DU TRAVAIL

# DÉROULEMENT DU TRAVAIL

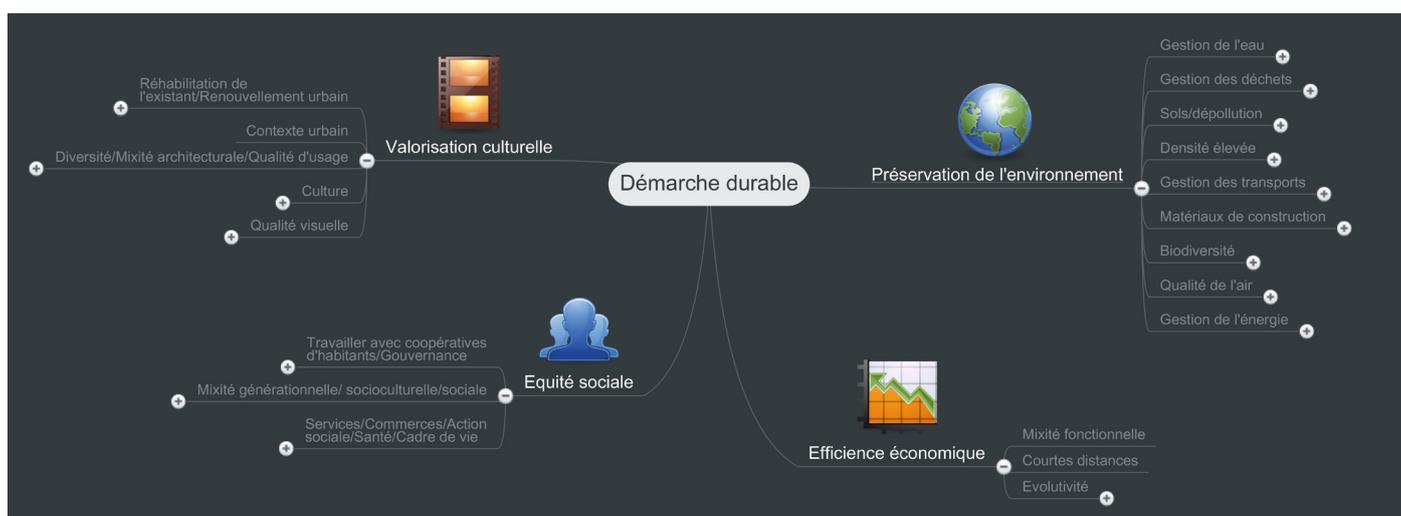
## I. Lectures et références

La première étape dans l'élaboration des éco-modèles fut la recherche et la compilation d'une bibliographie sur les sujets suivants : développement durable, formes urbaines, mathématiques et urbanisme, descriptions et analyses d'éco-quartiers, patrons dans le domaine de l'urbanisme, etc.



L'objectif était, à partir des retours d'opérations étiquetées «environnementales», de dégager des critères d'études de « durabilité » d'opérations urbaines. Comme nous avons pu le voir plus haut dans la partie « problématique », le choix de ces critères permet de recouvrir différentes échelles de projets, du morceau de quartier au morceau de ville, et également d'avoir une approche plus ouverte et plutôt « durable » qu'uniquement environnementale .

Nous avons donc pu établir à partir de cahiers de charges de réalisations, mais également en se basant sur des référentiels (INDI) et outils de mesure (NEST) des sous-critères à la démarche durable pour organiser les données récoltées. Notre proposition est donc d'apparenter ces sous-critères à des cibles dans la base Eco-mod.



## II. Description des cibles



## DÉROULEMENT DU TRAVAIL

En ce qui concerne la préservation de l'environnement, et en toute logique, on constate un recoupement avec les cibles HQE. On retrouve ainsi la gestion de l'eau (cible 5), la gestion des déchets (cible 6), les matériaux de construction correspondant au choix des composants (cible 2), la gestion de l'énergie (cible 4), la qualité de l'air (cible 13), la biodiversité (cible 15 dans Eco-mod).

### Gestion de l'eau :

Définition éco-mod : L'objectif principal consiste à limiter les consommations d'eau potable (gestion des débits de soutirage, réduction des linéaires de distribution d'eau chaude...), mais aussi à avoir recours à l'eau non-potable pour les usages qui le permettent. La récupération et l'optimisation de la gestion des eaux pluviales peuvent être adaptées à ces usages. Il ne faut également pas négliger la gestion des eaux usées et de leur assainissement ni la gestion des eaux de proximité (bassin, canaux...).

Eco-modèles : 11. Toiture végétalisée, 25. Bassin de phyto-épuration, 39. Toit potager, 42. Toiture bassin, 48. Ilots végétaux flottants, 51. Noues paysagères, 57. Impluvium compluvium, 74. Corridor biologique, 75. Collecteur d'eau, 87. Sol extérieur perméable, 92. Parking enterré, 95. Condensateur de rosée, 97. Jardin de pluie, 100. Ouvrage nomade.

Dans une réflexion plus urbaine voire territoriale, on peut ajouter les thématiques suivantes : topographie, eaux souterraines, cycles de l'eau, eaux de surface.

### Gestion des déchets :

Définition éco-mod : Cette cible souligne la nécessité de valoriser la gestion des déchets dans les bâtiments en respectant les politiques collectives de leur traitement. La prise en compte du tri des déchets permet la conception de dépôts adaptés aux modes de collecte actuels et futurs.

Eco-modèles : 16. Structure poteau/poutre, 18. Matériaux bruts, 19. Matériaux locaux, 50. Espace frugal, 70. Composants étalons, 98. Préfabrication proche, 100. Ouvrage nomade.

De la même manière à l'échelle urbaine d'autres questions vont se poser comme les lieux de stockage, la réduction à la source, la valorisation des déchets à l'échelle du quartier, l'efficacité de la collecte, le traitement des déchets de chantier.

### Choix des composants :

Définition éco-mod : La pertinence dans le choix des produits, systèmes et procédés de construction permet d'offrir au bâtiment adaptabilité et pérennité, tout en cherchant à limiter les impacts environnementaux. Les choix structuraux déterminent des mises en œuvre particulières, produisant plus ou moins de nuisances au niveau des chantiers. D'autre part, le choix des produits et matériaux doit se faire en cohérence avec les contraintes d'usage (nature des matériaux, utilisation, coût), d'énergie consommée (fabrication, transport, mise en œuvre), de durabilité, de santé, ...

Eco-modèles : 2. Balcon filant, 3. Bâtiment paysage, 4. Double peau, 5. Double toit, 8. Lumière du toit, 9. Oriel, 11. Toiture végétalisée, 12. Cheminées à vent, 13. Atrium, 14. Lumière renvoyée, 16. Structure poteau poutre, 17. Couverture solaire, 18. Matériaux bruts, 19. Matériaux locaux, 20. Fenêtres ouvrables opposées, 21. Masques proches, 23. Volume au vent, 26. Mur masse, 29. Mur rideau photovoltaïque, 30. Bandeau lumineux en claire-voie, 31. Circulation indépendante, 34. Bâti densifié, 35. Produits réutilisés, 36. Jardins verticaux, 37. Module tridimensionnel, 38. Mur capteur thermique, 40. Bâtiment recyclé, 50. Espace frugal, 54. Paroi végétale, 55. Maintenance intégrée, 56. Matériaux manportables, 58. Paroi fraîche, 70. Composants étalons, 80. Espace mutualisé, 87. Sol extérieur perméable, 88. Etagères à lumière, 93. Ouvrage déconstructible, 98. Préfabrication proche, 99. Espace évolutif, 100. Ouvrage nomade.

Toutes ces questions se posent également à l'échelle urbaine : les matériaux et équipements, la préservation des ressources, la réduction des transports, les filières locales, le mobilier urbain, la gestion de chantier.

#### Gestion de l'énergie :

Définition éco-mod : La réduction de la demande et des besoins énergétiques passe par une conception architecturale pertinente, mais aussi par la programmation des équipements, la mise en place de solutions de confort thermique d'hiver (réduire les déperditions, récupérer la chaleur d'ensoleillement) et de confort thermique d'été (traitement de l'enveloppe du bâtiment, système de ventilation, système actif ou passif de refroidissement). On veillera à la mise en place d'installations peu polluantes et dont les charges de fonctionnement restent faibles.

Eco-modèles : 2. Balcon filant, 3. Bâtiment paysage, 4. Double peau, 5. Double toit, 6. Espace tampon, 7. Forme arrondie, 8. Lumière du toit, 9. Oriel, 10. Parking à vélo, 11. Toiture végétalisée, 12. Cheminées à vent, 13. Atrium, 14. Lumière renvoyée, 17. Couverture solaire, 18. Matériaux bruts, 19. Matériaux locaux, 21. Masques proches, 22. Patio, 23. Volume au vent, 24. Ouverture adaptée, 26. Mur masse, 27. Puits de jour, 29. Mur rideau photovoltaïque, 31. Circulation indépendante, 33. Encorbellement de façade, 38. Mur capteur thermique, 39. Toit potager, 42. Toiture bassin, 43. Cheminée solaire, 44. Angles multiples, 45. Paroi poreuse, 46. Plafond ventilé, 50. Espace frugal, 53. Event lumineux, 54. Paroi végétale, 56. Matériaux manportables, 57. Impluvium compluvium, 58. Paroi fraîche, 62. Surfaces intérieures réfléchissantes, 64. Eolienne intégrée, 65. Double orientation, 66. Occultations interstitielles, 67. Façade façonnée par la lumière, 69. Zonage climatique, 72. Hémicycle solaire, 76. Puits canadien, 80. Espace mutualisé, 81. Toiture rafraîchie, 83. Rue couverte, 85. Mur d'eau, 86. Volume effilé, 88. Etagères à lumière, 90. Toit blanc, 91. Volume compact, 92. Parking enterré, 94. Lumière réfléchie, 99. Espace évolutif, 100. Ouvrage nomade.

On peut ajouter les questions de mode d'approvisionnement à l'échelle du quartier, d'efficacité énergétique de réduction des émissions de GES, de maîtrise et réduction des consommations et de développement des énergies renouvelables.

## DÉROULEMENT DU TRAVAIL

### Qualité de l'air :

Définition Eco mod : Radon, émissions de fibres et de particules, traitement des bois, ventilation, colles, peintures, moquettes, et autres produits sont autant de sources de pollution qui nécessitent de prendre des dispositions préventives permettant de les maîtriser. L'attention portée au choix des produits est un enjeu sanitaire et de confort important (qualité des produits mais aussi choix des filtres pour la ventilation, position de la prise d'air neuf, etc.).

Eco-modèles : 9. Oriel, 11. Toiture végétalisée, 12. Cheminées à vent, 13. Atrium, 20. Fenêtres ouvrables opposées, 22. Patio, 32. Bâtiment hors-sol, 36. Jardins verticaux, 43. Cheminée solaire, 44. Angles multiples, 45. Paroi poreuse, 46. Plafond ventilé, 53. Event lumineux, 65. Double orientation, 68. Microclimat par les arbres, 76. Puits canadien, 78. Biotopes isolés, 96. Surfaces appropriables.

### Biodiversité :

Définition Eco mod : L'idée principale de cette cible est la possibilité de créer un bâti dont l'enveloppe pourrait offrir autant de place pour le développement d'une biodiversité naturelle qu'en l'absence de construction. Cet écosystème doit être capable de se stabiliser et de se réguler par lui-même, sans intervention humaine, si possible. Cependant, il doit rester adapté à l'infrastructure construite, et garantir un niveau de sécurité pour les usagers.

Eco-modèles : 3. Bâtiment paysage, 10. Parking à vélos, 11. Toiture végétalisée, 15. Pied de façade, 22. Patio, 25. Bassin de phyto-épuration, 28. Trame verte, 32. Bâtiment hors-sol, 36. Jardins verticaux, 39. Toit potager, 41. Clôture défensive végétale, 48. Ilots flottants, 51. Noues paysagères, 61. Ecoduc, 68. Microclimat par les arbres, 74. Corridor biologique, 77. Mur à nicher, 78. Biotopes isolés, 82. Jardin thérapeutique, 89. Zones paysagères tampons, 97. Jardin de pluie.

A l'échelle urbaine on retrouve la protection des milieux naturels, les continuités/corridors écologiques, trames vertes et bleues, la gestion alternative des espaces verts, la prévention des risques naturels (inondation, risques géologiques, sismiques et autres) et risques technologiques (site SEVESO, stockage et transport de matières dangereuses).

Sols/dépollution : du fait de leur implantation, de l'historique du site, certaines opérations nécessitent une réflexion particulière vis-à-vis du traitement des sols.

Densité : la mesure de la densité (nombre de personnes ou nombre de logements à l'hectare) est devenue un critère d'évaluation environnementale des quartiers, par opposition à l'étalement urbain. Elle impacte les typologies et formes urbaines. Permettant une meilleure viabilité des activités commerciales, elle doit être cohérente avec les objectifs et le contexte du projet tout en respectant l'équilibre entre les espaces bâtis et les espaces libres. La question de l'acceptation sociale de la densité est aussi à traiter. Cette cible impacte le choix du site, les typologie des formes urbaines, le renouvellement urbain, la compacité et densité pour une utilisation économe de l'espace, l'équilibre entre les espaces bâtis et les espaces libres, la gestion des emprises.

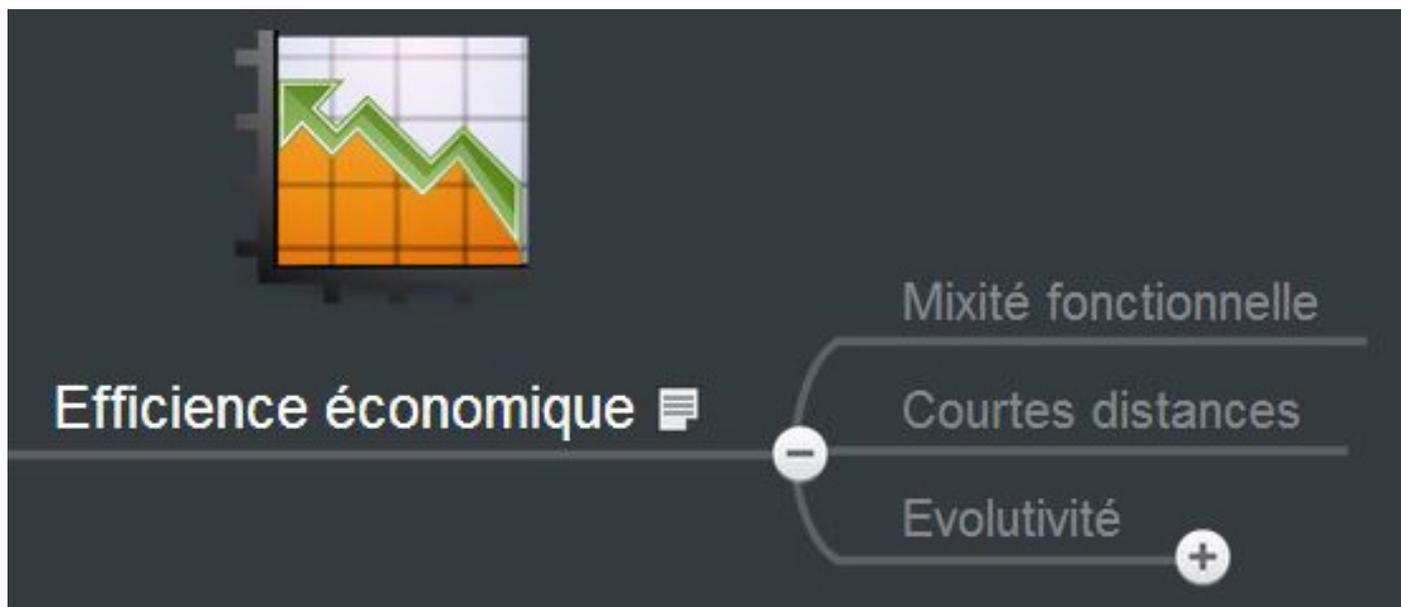
Synonymes/complémentaires : bâti additif, densification horizontale, densification verticale.

Eco-modèles : 34. Bâti densifié, 36, Jardins verticaux, 39. Toit potager, 42. Toiture bassin, 50. Espace frugal, 59. Terrasse utilisable, 80. Espace mutualisé, 91. Volume compact, 92. Parking enterré, 96. Surfaces appropriables.

#### Gestion des transports :

Les villes sont confrontées à l'étalement urbain et aux phénomènes de fragmentation écologique et urbaine. La multiplication des périphériques, rocade de contournement, couronnes urbaines, favorisées par le développement routier et des centres commerciaux périphériques, la multiplication des centres de loisirs, l'extension des zones d'activités, la recherche d'un habitat individuel à la campagne nous conduisent vers une ville dispersée, consommatrice de sol et génératrice de déplacements. L'appel aux énergies renouvelables n'est pas une réponse unique ni suffisante à tous les torts causés à l'environnement. L'aménagement du territoire doit être repensé dans les villes d'aujourd'hui et dans les éco-villes nouvelles, ainsi que la mobilité. Spécifique du projet urbain, la gestion des transports a à la fois un impact environnemental, énergétique, économique, social. Gestion des déplacements, des stationnements et des livraisons, développement des modes de transport doux, transport des marchandises.

Eco-modèles : 10. Parking à vélos, 19. Matériaux locaux, 49. Galerie extérieure, 83. Rue couverte, 92. Parking enterré.



Mixité fonctionnelle : en opposition aux zones monofonctionnelles, la mixité des habitants et des activités économiques permet de limiter les déplacements et de brasser les différentes catégories de population.

Courtes distances : en termes de mobilité, les courtes distances impliquent un accès facilité à toutes les commodités et une réduction de l'utilisation de véhicules motorisés en favorisant la marche à pied et le vélo. A plus large échelle les filières courtes (ventes directes, entreprises locales...) sont privilégiées. Dans les deux cas il en ressort une meilleure efficacité économique et un plus faible impact carbone.

## DÉROULEMENT DU TRAVAIL

Eco-modèles : 10. Parking à vélos, 19. Matériaux locaux, 34. Bâti densifié, 39. Toit potager, 98. Préfabrication proche.

### Evolutivité :

Définition Eco mod : les systèmes vivants sont des systèmes qui évoluent. Une famille peut croître ou décroître, une ville peut s'agrandir ou se désindustrialiser. Cette situation conduit souvent à une inadéquation des espaces aux besoins qui pèse sur leur qualité environnementale. C'est ainsi que des territoires ou des bâtiments sont sous utilisés ou inutilisés ou doivent consommer de l'énergie parce qu'ils sont mal appropriés aux usages qui ont évolué. La notion de «friche» traduit parfaitement cette situation.

### Ajouts :

Termes voisins : Flexibilité de l'espace, mutabilité.

L'évolutivité implique donc l'adaptation aux changements climatiques, modularité des espaces, évolutivité des tissus et formes urbaines. Elle peut être considérée aussi bien sous l'angle de la voirie, adaptée ou non à un changement du trafic, du bâti, adapté ou non à un changement d'usage, du parcellaire, aisé ou non à remodeler.

Eco-modèles : 34. Bâti densifié, 35. Produits réutilisés, 40. Bâtiment recyclé, 55. Maintenance intégrée, 59. Terrasse utilisable, 93. Ouvrage déconstructible, 96. Surfaces appropriables, 97. Jardin de pluie, 99. Espace évolutif, 100. Ouvrage nomade.



### Gouvernance :

Désigne avant tout un mouvement de « décentrement » de la réflexion, de la prise de décision, et de l'évaluation, avec une multiplication des lieux et acteurs impliqués dans la décision ou la co-construction d'un projet. Elle renvoie à la mise en place de nouveaux modes de pilotage ou de régulation plus souples et éthiques, fondés sur un partenariat ouvert et éclairé entre différents acteurs et parties prenantes, tant aux échelles locales que globales.

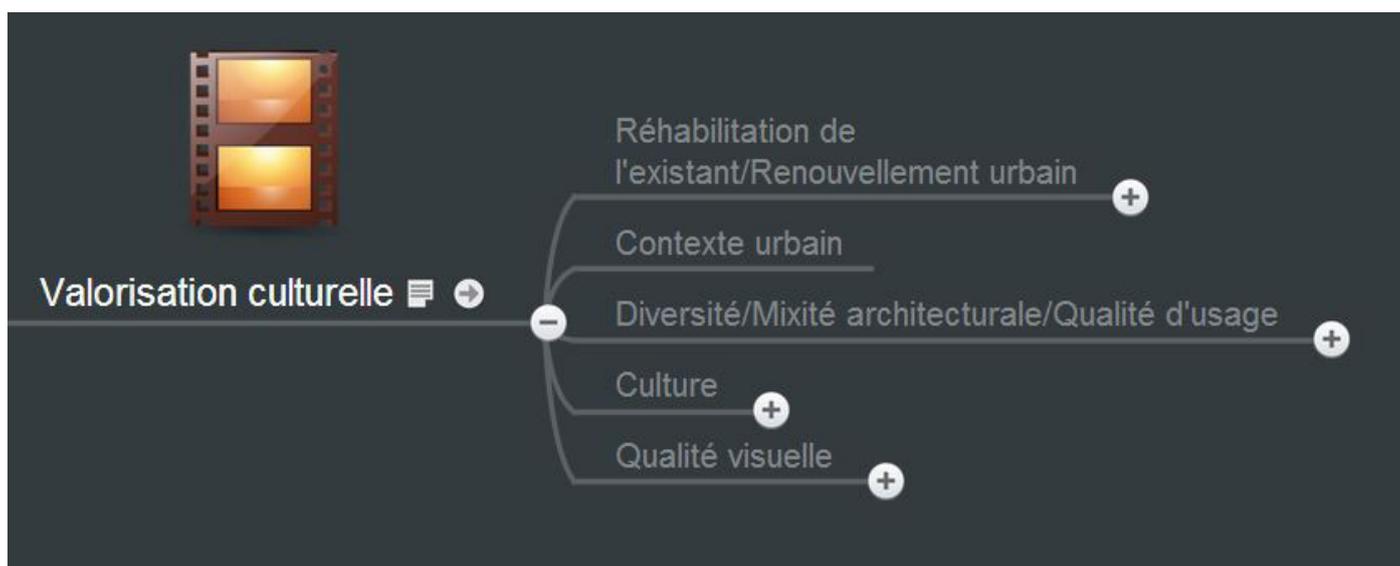
Insérer la population dans la vie du quartier et des quartiers alentours, sensibiliser les habitants et usagers, diffusion des bonnes pratiques, émergence de nouveaux métiers, insertion professionnelle des personnes en difficulté.

Eco-modèles : 39. Toit potager, 80. Espace mutualisé, 82. Jardin thérapeutique, 96. Surfaces appropriables.

### Mixité :

Désenclavement et accessibilité au site, aux bâtiments et aux espaces publics

Mixité sociale et générationnelle – Mixité et diversité fonctionnelle – Accès à la culture – Cohésion sociale – Programmation – Lutte contre la sectorisation et la ségrégation – Différentes fonctions de l'aménagement: logement, commerce, équipements, services, activités économiques.



### Réhabilitation :

Proche de la notion d'évolutivité, la réhabilitation a en plus un aspect patrimonial et culturel. Outre l'économie d'énergie et de matériaux, on respecte également l'histoire d'un site.

Eco-modèles : 55. Maintenance intégrée, 99. Espace évolutif

### Contexte urbain :

En projet urbain, quelle que soit son échelle, le contexte d'implantation va jouer un rôle primordial sur la pertinence des choix d'aménagement. Réflexion portée sur la cohérence avec l'agglomération et le territoire et l'intégration urbaine et interfaces avec le tissu existant.

Equivalent du bâtiment et son environnement immédiat à l'échelle urbaine.

### Diversité/Mixité architecturale :

Au niveau de la qualité d'usage, on retrouve des critères comme la lisibilité, l'harmonie espace public/espace privé, la parcellisation, la personnalisation, la diversité et l'équilibre architecturaux... Valorisation du paysage urbain, architectural, naturel et culturel – Valorisation du Grand paysage - Cadre de vie – Identité et appropriation – Architectures adaptées et lutte contre la standardisation.

## DÉROULEMENT DU TRAVAIL

### Culture :

Le projet doit s'intégrer à son contexte et respecter l'identité du site/de la ville/du territoire. Les traditions locales, sociales et culturelles prises en compte dans la forme urbaine permettent une meilleure appropriation.

Stratification urbaine .

### Qualité visuelle :

Elle concerne l'intégration et l'ouverture vis-à-vis du paysage, le respect des cônes de vue, la gestion de la lumière et de la végétation...

Ambiances sonores, visuelles ou climatiques – Sécurité publique – Animation – Confort et partage des espaces publics.  
Valorisation du paysage urbain, architectural, naturel et culturel – Valorisation du Grand paysage - Cadre de vie – Identité et appropriation.

## Définition du «contexte physique» des réalisations urbaines

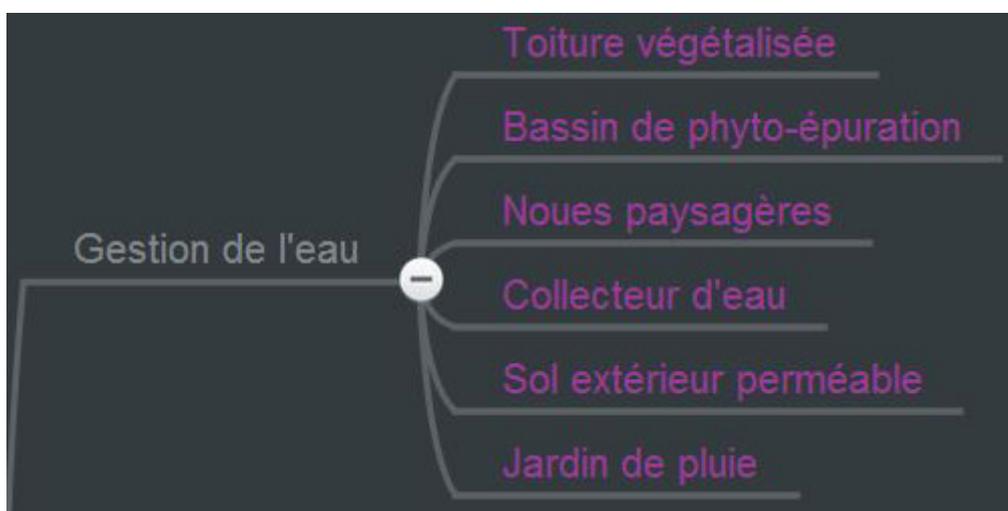
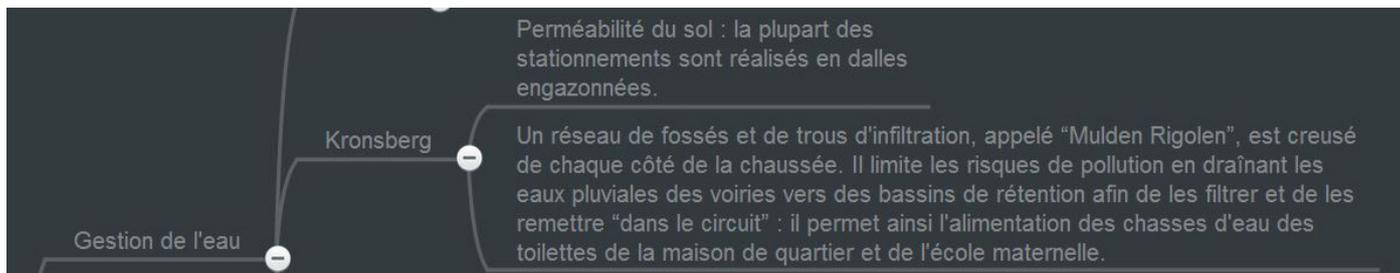
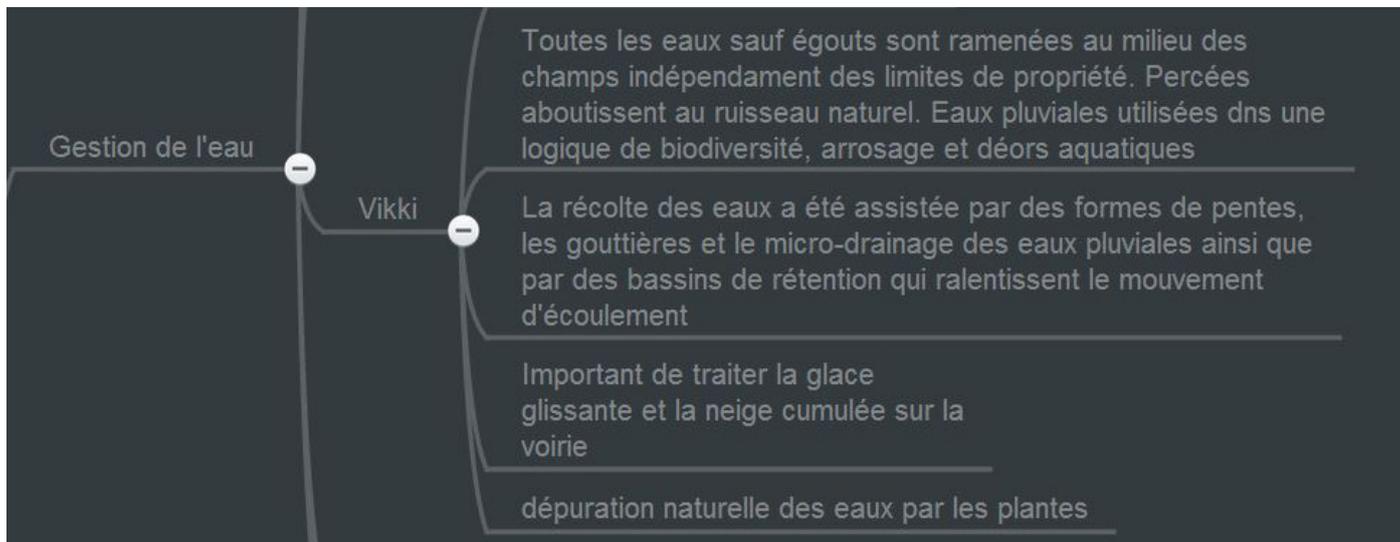
En nous aidant du référentiel INDI et du plug-in NEST entre autres, on peut établir des critères qui permettront à l'outil Eco-mod de calculer la pertinence de la mise en comparaison des éco-modèles en fonction des contextes des réalisations qui y sont rattachées.

Chacune de ces opérations relève d'une situation et d'un contexte différents. Les éco-modèles étant justement rattachés au contexte, la mise en place de catégories est nécessaire afin de mieux cerner leurs éventuelles conditions d'application. Nous nous intéressons ici au contexte physique, déjà présent dans Eco-mod pour l'analyse d'opérations architecturales. Il est enrichi ici afin de s'adapter aux projets urbains.

- Localisation et climat (tropical, sec, tempéré, continental, montagnard, autres)
- Implantation
  - o Milieu urbain (urbain dense, urbain peu dense, pavillonnaire, bourg, village, isolé, autre)
  - o Historique (friche industrielle, friche portuaire, friche militaire, anciennes parcelles agricoles, renouvellement urbain, autre)
    - o Connexion au contexte (distance du site au centre ville, distance du site à une zone commerciale, nombre de lignes de transport en commun à proximité du site, nombre d'arrêt bus à moins de 500m du site, distance moyenne à la station du train)
    - o Secteur urbain (hyper-centre, quartier résidentiel, noyau villageois, faubourg, banlieue, périphérie, entrée de ville)
    - o Prescriptions et zonages particuliers applicables au projet (zone à enjeux en termes de patrimoine, zone à enjeux naturels et paysagers, zone faisant l'objet de conventions particulières, aucune prescription)
- Nature de l'opération
  - o Acteurs et outils (ZAC, permis d'aménager, permis de construire groupé, autre)
  - o Vocation principale (logements, commerces, activités, industrie, loisirs, tourisme)
  - o Nature (nouveau quartier, réhabilitation, autre)
  - o Echelle (nombre d'habitants, nombre de logements, surface, densité)
  - o Forme urbaine (îlots fermés, îlots semi-ouverts, pavillonnaire)
  - o Plan radioconcentrique, orthogonal, en damier, labyrinthe...

# DÉROULEMENT DU TRAVAIL

## III. Système de recherche d'éco-modèles



Par une mise en parallèle systématique des différentes pratiques relevées dans les cahiers des charges, comptes-rendus et diverses analyses de réalisations, nous parvenons progressivement à définir et classer des ébauches d'éco-modèles. Cependant, on constate que l'on retrouve au final pour la plupart les éco-modèles déjà présents dans la base.

Trois types de situations se démarquent alors:

- Tout d'abord, on retrouve des éco-modèles existants déjà dans la base et qui peuvent s'appliquer sans modification notable à la conception urbaine.
- Dans un deuxième cas, on peut trouver des éco-modèles présents dans la base mais dont l'un des éléments de description doit être légèrement modifié.
- Dans un troisième cas, on obtient des éventuels nouveaux éco-modèles, qu'il s'agit alors de définir selon les critères vu précédemment :

- *contexte conceptuel : problème, solution, contrainte. (définition de l'éco-modèle)*

- *contexte physique : (cadre des réalisations)*

- *usage du bâtiment (logement individuel, logement collectif, bâtiment commercial, bâtiment industriel et agricole, bâtiment culturel et de loisir, bâtiment de transport, autres),*

- *nature de l'opération (bâtiment neuf, réhabilitation, extension, autres), milieu urbain (urbain dense, urbain peu dense, pavillonnaire, village, isolé, autre),*

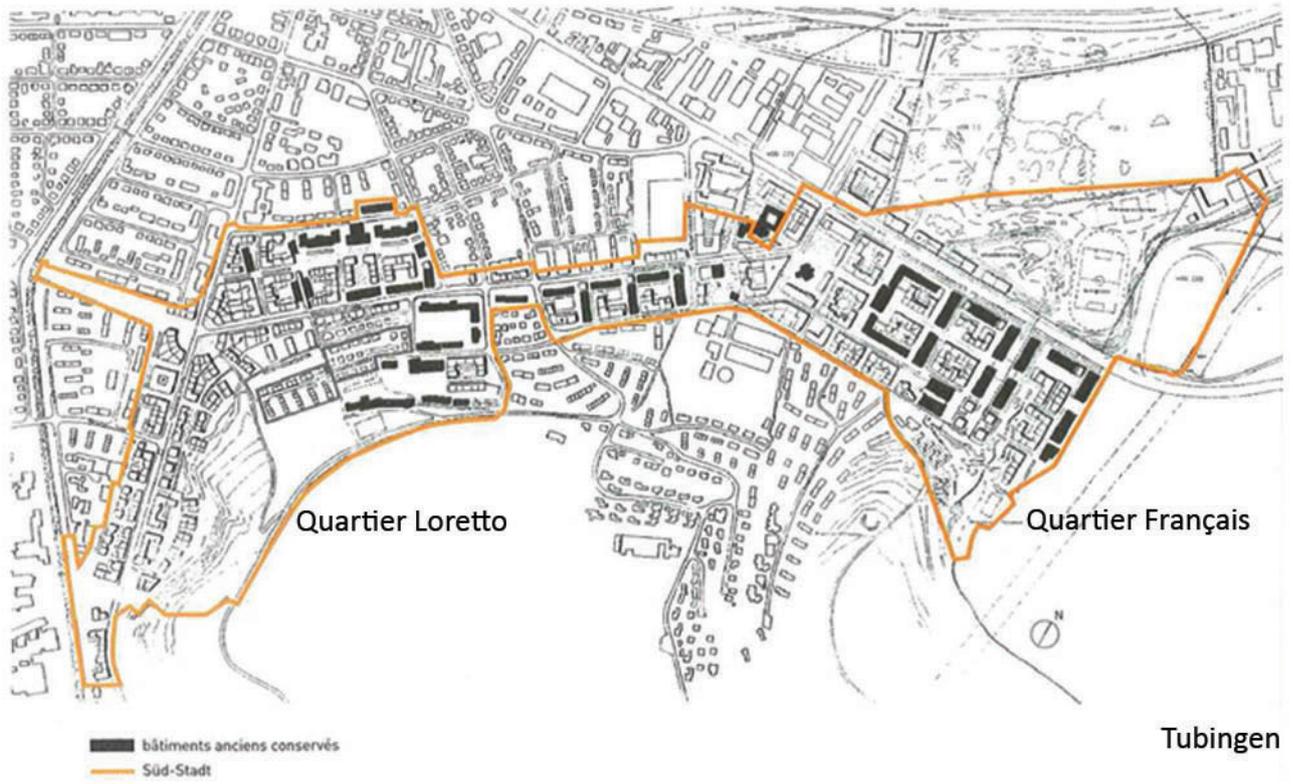
- *climat (tropical, sec, tempéré, continental, montagnard, autres).*

- *contexte environnemental : positif, négatif ou neutre par rapport à chacune des 15 cibles.*

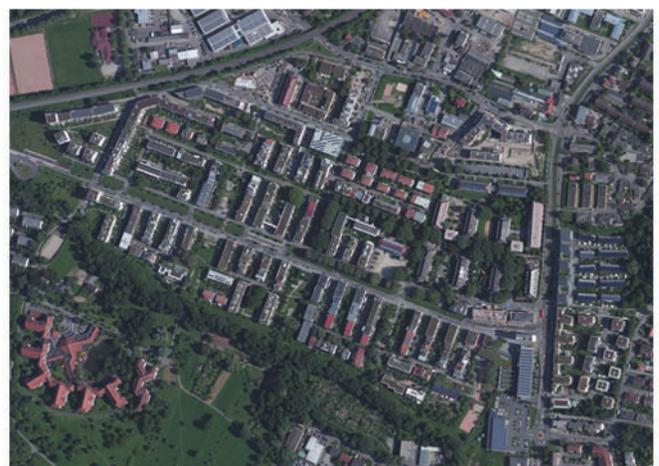
- *contexte relationnel : règles combinatoires entre les éco-modèles.*

#### IV. Réalisations les plus souvent citées

Les documents étudiés concernaient principalement des opérations «vitrines», connues pour leur engagement environnemental. Les réalisations que l'on retrouve le plus souvent citées en exemple ont des contextes urbains et échelles relativement semblables. Nous avons donc cherché à varier les types d'environnement des réalisations citées en exemple variant dans quelques cas le type de réalisation..



Quartier Rieselfeld, Fribourg



Quartier Vauban, Fribourg

0 m 200 m 400 m 600 m 800 m 1000 m



EVA, Culemborg



Kronsberg, Hanovre



FICHES ECO-MODÈLES

## 68. MICRO-CLIMAT PAR LES ARBRES + PURIFICATION DE L'EAU PAR LES ARBRES + ARBRES CADUQUES ET OMBRES PORTÉES + HIÉRARCHISATION PAR LA VÉGÉTATION

Problème : Voir Eco mod.

Solution :

Outre les effets positifs par rapports aux îlots de chaleur en ville, les arbres améliorent la qualité de l'air, réduisent la réverbération des bruits de la circulation automobile sur les façades, ww

stockent de l'eau, et agissent comme un filtre pour cette eau, ils la purifient. Les feuilles, en se décomposant, se transforment en humus, substance fertile hébergeant des micro-organismes, des vers, des insectes, etc. Un arbre (ou une haie) bien placé peut protéger du vent (moins froid en hiver, moins de chauffage). En été, l'arbre bien placé fait de l'ombre (moins chaud, moins besoin de climatisation). Les arbres influent également grandement sur la qualité de vie et augmentent le bien-être des individus. Ils constituent en outre un patrimoine.

D'un point de vue urbain, les arbres peuvent marquer des espaces «clés», les alignements d'arbres permettent de hiérarchiser les rues et espaces publics, souligner une direction, marquer une continuité, cadrer une perspective, accompagner une promenade ou créer un ombrage. L'aménagement paysager donne des statuts différents aux espaces : mails, boulevards bordés d'arbres, limite de l'espace urbanisé, arbre remarquable...

Contraintes :

Les arbres nécessitent beaucoup de surface et ont également besoin de suivi compétent puisqu'ils ne sont pas dans leur milieu naturel.

Cibles favorables : gestion de l'eau, gestion de l'énergie, biodiversité, qualité de l'air, densité, contexte urbain, qualité visuelle, confort hygrothermique, confort acoustique, confort olfactif, bâtiment et son environnement immédiat, santé-espaces.

Cibles sans conséquences : mixité fonctionnelle, évolutivité, courtes distances, gouvernance, réhabilitation.

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : bâtiment paysage, toiture végétalisée, paroi végétale, trame verte, bassin climatisant, mur à nicher, biotopes isolés.

Eco-modèle complémentaire : volumes inclus, toiture rafraîchie, toit blanc.

Eco-modèle opposé : mur-rideau photovoltaïque, bâti densifié, étagères à lumière.

## Réalisations :

Dans le quartier Rieselfeld (Fribourg, Allemagne) l'importance donnée au mode de transport tram est accentuée par un double alignement d'arbres. Il contribue à donner à la voie son statut d'artère principale du quartier.

Les aménagements paysagers permettent de hiérarchiser les espaces.



## 92. PARKING ENTERRÉ PARKING SILO

Problème : La construction de parkings est une nécessité pour assurer le stationnement des véhicules mais qui conduit à une consommation d'espace aérien importante. Par ailleurs les parkings aériens sont souvent préjudiciables à l'environnement en favorisant notamment les effets de chaleur urbaine.

Solution : Un parking situé en sous-sol permet de réduire la superficie des surfaces sombres et l'effet d'îlot de chaleur qu'elles créent par absorption de la chaleur du soleil. Les parkings enterrés dégagent de l'espace favorable à la réalisation de surfaces végétalisées qui climatisent les espaces extérieurs. Mettre les parkings en sous-sol permet également de réduire la quantité d'eau de ruissellement provenant des surfaces imperméables et les risques d'entraînement de polluants (hydrocarbures, huiles...) par ces mêmes eaux.

On peut étendre la définition de cet éco-modèle aux parkings silos qui sont favorables aux mêmes cibles.

### Contraintes :

- Economiques : un parking enterré a un coût supérieur à celui d'un parking aérien.
- Terrain : la présence de nappes phréatiques, les risques d'inondations ou même les sols rocheux peuvent être des obstacles à la réalisation d'ouvrages enterrés.

Cibles favorables : bâtiment et son environnement immédiat, gestion d'énergie, gestion de l'eau, confort hygrothermique, confort acoustique, densité, gestion des transports, évolutivité, contexte urbain, qualité visuelle

Cibles sans conséquences : cibles restantes

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : bâtiment paysage

Eco-modèle complémentaire :

Eco-modèle opposé :

## 80. ESPACE MUTUALISÉ

Problème : L'individualisation croissante des sociétés occidentales et la logique de l'économie marchande conduisent dans de nombreux domaines à une démultiplication des biens matériels. Si le service rendu est souvent de nature à améliorer la qualité de vie des usagers, la démultiplication entraîne une consommation de matériaux, de ressources et d'espaces considérables.

Solution : Dans de nombreux domaines mais plus particulièrement dans celui du logement, il est possible d'envisager la mutualisation de différents espaces. La création de locaux communs pour la laverie, le bricolage ou même l'accueil ponctuel d'amis sont aujourd'hui des pratiques qu'on voit se développer dans plusieurs opérations de logements «écologiques».

En France depuis 1960 et pour les opérations de plus de 100 logements, il est prévu la création de LCR (locaux collectifs résidentiels) pouvant permettre la tenue de réunions ou le développement d'activité socio-éducative.

Les pratiques de mutualisation d'espace et de services se rencontrent également aujourd'hui dans les bureaux ou les ensembles universitaires.

La mutualisation des espaces représente une économie de surfaces individuelles donc de matériaux, de chauffage... tout en offrant des services identiques voir supérieurs.

Elle peut être également appliquée à des espaces collectifs ou publiques. Une cour d'école ou des salles de classe peuvent être utilisées à d'autres fins les week-end ou pendant les périodes scolaires.

On peut étendre la définition aux espaces communs en copropriété au sein des bâtiments : cours intérieures, patios, loggias, etc. Le développement de ces espaces de transition entre espaces privés individuels et espaces publics participe à la revalorisation aux yeux des habitants de formes urbaines denses. Ces cours communes assurent à la fois le stationnement, les jeux, les usages collectifs et la transition entre l'espace public et l'espace privé.

Contraintes :

- Usages : les usages des espaces partagés doivent être codifiés (planning, règles d'utilisation...) pour répondre aux besoins de tous les usagers. Leur administration (association, mairie, copropriétaires...) doit également être clairement définie afin d'éviter les dérives et les dégradations qui seraient préjudiciables à leurs usages.

- Programmation : es locaux mutualisés doivent être prévus lors de la programmation.

Réalisations : coeurs d'îlots à Tubingen et Rieselfeld.

Cibles favorables : choix des composants, gestion d'énergie, gouvernance, mixité, densité

Cibles sans conséquences : cibles restantes

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent :

Eco-modèle complémentaire :

Eco-modèle opposé :

## RECONVERSION/RECONQUÊTE URBAINE

### Problème :

Les éléments existants qui n'ont pas de valeur patrimoniale particulière attribuée ne sont pas souvent pris en compte dans les projets. On choisit la démolition comme solution plus simple au court terme.

### Solution :

Malgré leur aspect « banal », ces éléments font partie du patrimoine et de l'histoire du site. Si leur structure n'est pas endommagée, ils présentent un intérêt à la fois patrimonial (mémoire de l'identité, des usages, lutte contre la standardisation), économique (pas de coût de démolition et de reconstruction) et social (intérêt de la réflexion programmatique sur ce type de bâti).

### Contraintes :

Nécessite des études et diagnostics, ainsi qu'une réflexion particulière sur la requalification.

Cibles favorables : choix des composants, densité, mixité fonctionnelle, évolutivité, contexte urbain, diversité architecturale, culture.

Cibles sans conséquences : gestion de l'eau, gestion des déchets, qualité de l'air, biodiversité, gestion des transports, filières courtes, gouvernance.

Cibles défavorables : gestion de l'énergie.

Eco-modèle équivalent : espace évolutif.

Eco-modèle complémentaire : matériaux locaux, produits réutilisés, bâtiment recyclé, bâti densifié.

Eco-modèle opposé :

### Illustration :



Réalisations :

A Tubingen (Allemagne), le projet urabin fait la part belle aux reconversions de sites et bâtiments. La halle qui abritait les chars de la garnison sert désormais aux marchés et aux manifestations festives. Des artisans ont pris place dans d'anciens entrepôts : cela permet de proposer des surfaces en location à des prix plus bas, ce qui est profitable aux entreprises et à l'économie du quartier.



A Troyes, un projet de reconquête d'une ancienne usine génère une grande qualité architecturale et urbaine. Le coeur d'îlot est densifié et les structures déjà existantes permettent une économie de moyens.



## VOIE PARTAGÉE

Problème :

Les systèmes de voies en site propres sont consommateurs d'espaces et limitent les échanges. Ils peuvent entraîner la prédominance d'un mode de transport (souvent les véhicules motorisés).

Solution :

Le partage de la voirie entre automobilistes, transports en communs, et piétons ou cyclistes apporte de la vie aux quartiers traversés, permet une desserte plus fine, et est un gage de sécurité et de vitesses de circulation spontanément réduites, y compris par les automobilistes. La mobilité durable impose donc à l'échelle d'un quartier de trouver le compromis entre vitesse des transports en commun et contribution à la vitalité d'un quartier. Une combinaison de voies en site propre et de voiries partagées permet une réponse adaptée en fonction de la situation. La desserte par les transports doit être adaptée à la taille et au rayonnement de l'équipement. Un équipement de quartier sera desservi en priorité par le réseau cyclable ; un équipement de rayonnement intercommunal devra être desservi également par le réseau de transports en commun.

Contraintes :

Ce partage peut entraîner la lenteur et l'irrégularité des transports.

Cibles favorables : gestion de l'énergie, qualité de l'air, densité, gestion des transports.

Cibles sans conséquences : gestion de l'eau, gestion des déchets, choix des composants, mixité fonctionnelle, filières courtes, évolutivité.

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : espace évolutif

Eco-modèle complémentaire : parking à vélo, sol extérieur perméable

Eco-modèle opposé :

Illustration :

## Réalisations :

Dans le quartier Vauban (Allemagne) les rues de desserte des zones plus résidentielles sont des espaces partagés. Cela permet de limiter la présence de la voiture (nuisances sonores et olfactives, pollution) et de donner toute sa place à la vie de voisinage. De plus les voies sont de tailles réduites, sans stationnement, ce qui réduit fortement les surfaces imperméabilisées.



Au centre ville de Bâle (Suisse), différents modes de déplacement se cotoient dans l'espace public : tramway, bus, véhicules motorisés individuels, vélos, piétons. La voie partagée permet de proposer une offre diversifiée et équilibrée et laisse le choix à l'utilisateur quand à son mode de transport. Une fois de plus la voiture n'est plus le mode de transport principal.



## AGRICULTURE URBAINE

Problème : Idem toit potager.

Solution : La présence d'activités agricoles au sein d'un nouveau quartier ou à proximité soulève des enjeux multiples et nombreux du point de vue du développement durable. Le développement d'une filière locale, permettant aux agriculteurs locaux de vendre leur production directement aux habitants du quartier est mutuellement avantageuse pour le producteur et le consommateur, et évite des milliers de kilomètres de transport, correspondant à des émissions de gaz à effet de serre. Le développement de ce type d'initiatives vertueuses d'un point de vue environnemental, sanitaire, économique, mais aussi social, peut être favorisé par la création de terrains ou de locaux spécialement dédiés. L'agriculture urbaine peut également être le fait des habitants, au sein de jardins ou vergers partagés ou de jardins familiaux, lieux propices aux rencontres, à l'entraide, aux liens intergénérationnels, qui participent à une alimentation saine et à la biodiversité locale.

Contraintes : le coût et le manque de foncier disponible, la pression de l'urbanisation, et de la périurbanisation, la dégradation (dérangement, artificialisation, surfréquentation, pollution) que la ville peut occasionner aux milieux fragiles qu'elle jouxte ou entoure, les pollutions qui affectent souvent les sols urbains et périurbains encore disponibles pour l'agriculture urbaine, l'accès à l'eau (souvent déjà rationnée dans les zones arides) et soleil (ombrage des bâtiments); les risques sanitaires induits par l'usage de boues d'épuration ou urines et excréments mal compostés ou non sécurisés du point de vue sanitaire, certains risques liés aux élevages semi-industriels (ex. : grippe aviaire ou autres zoonoses, mauvaise gestion des déchets, etc.), l'impact de la délinquance (vol, branches de fruitiers cassées, etc.) est généralement plus important en zone urbaine.

Cibles favorables : bâtiment et son environnement immédiat, gestion d'énergie, gestion de l'eau, confort hygrothermique, biodiversité, filières courtes, mixité fonctionnelle, qualité visuelle

Cibles sans conséquences : gestion des transports

Cibles défavorables : gestion de l'eau, sols/pollutions, densité

Eco-modèle équivalent : toit potager

Eco-modèle complémentaire :

Eco-modèle opposé : bâti densifié



Ferme urbaine à Chicago, Wikipédia

## Réalisations :

Dans le quartier Eco-Vikki (Helsinki) chaque habitant dispose, selon sa surface de logement, d'un espace de culture variant de 4m<sup>2</sup> à 12m<sup>2</sup> et situé près des artères piétonnes ou sous des serres accolées aux immeubles. Cette activité agricole au sein du quartier favorise la biodiversité, les filières courtes et les liens sociaux.



[http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article\\_2450](http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_2450)



Programme quartiers durables, PUCA

A Zuidas ( zone de développement immobilier à Amsterdam), le projet immobilier s'est associé à l'équipe de planification pour lancer un projet pilote d'agriculture urbaine sur quelques uns des principaux terrains vagues de la ville.



Ma ville en vert, Thames et Hudson



Ma ville en vert, Thames et Hudson

## LIMITES EN BORDS FRANCS

Problème : Le grignotage désigne l'installation progressive de bâtiments dans un paysage non urbain. On parle également de mitage pour marquer le fait que ce phénomène est insidieux : le paysage perd ainsi progressivement son caractère rural au profit d'une coexistence de zones vertes et de zones construites comportant une faible densité de bâtiments et de services collectifs.

L'impact du mitage est de plusieurs ordres : une dégradation du paysage rural qui perd son homogénéité, une extension coûteuse des réseaux et services (électricité, eau, ramassage des déchets, ramassage scolaire) dont l'entretien est à la charge de la collectivité, une augmentation des déplacements et de la consommation d'énergie associée.

Solution : Sans possibilité de mitage, les extensions urbaines éprouvent des dialogues multiples avec la nature : front de canal, cœur vert, larges talus antibruit plantés, organisations en peigne et en faisceaux mettant en scène la nature. Ces principes déclinent une grande variété de limites entre bâti et nature préservée sur l'ensemble du territoire y compris dans les quartiers centraux.

Contraintes :

Cibles favorables : gestion de l'énergie, gestion des transports, densité, courtes distances, contexte urbain, qualité visuelle, culture (identité), biodiversité, gestion de l'eau

Cibles sans conséquences : sols, dépollution, matériaux de construction, qualité de l'air, évolutivité, mixité et diversité architecturale

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : zones paysagères tampon

Eco-modèle complémentaire : parking à vélos, trame verte, bâti densifié, noues paysagères, corridor biologique, mur à nicher

Eco-modèle opposé : espace évolutif

Illustration :



## Réalisations :

On a une application de ce principe dans le quartier Rieselfeld (Fribourg, Allemagne) qui s'implante en bordure de ville. Ses limites sont dessinées en bords francs, ce qui limite le mitage.



## RUE À COURS D'EAU AXIAL

Problème : Idem noues paysagères

Solution : Dans certains aménagements urbains médiévaux, la rue est parcourue dans son axe par une petite rivière aménagée, ou un canal dont l'eau est ou était utile aux habitants.

Contraintes :

Cibles favorables : gestion de l'eau, contexte urbain, culture, qualité visuelle, gestion de l'énergie

Cibles sans conséquences : les cibles restantes

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : noues paysagères

Eco-modèle complémentaire : toit végétalisé, bassin de phyto-épuration, îlots végétaux flottants, micro-climat par les arbres, bassin climatisant

Eco-modèle opposé :

Illustration :



Réalisations :

A Malmö, le quartier Bo01, situé sur une ancienne zone portuaire en bord de mer aborde de façon très poussée tout ce qui concerne la gestion de l'eau et en fait un élément d'une grande qualité visuelle et structurante.



<http://www.imaginerlequebecautrement.org/albums-photo/%C3%A9coquartiers/bo-01/>



<http://moleskinearquitectonico.blogspot.fr/2012/09/bo01-el-eco-distrito-en-malmo-suecia.html>

Ci-dessous, une noue paysagère à Vauban et une rue du centre ville de Fribourg (Allemagne) nous montrent les potentialités de la récupération et de l'écoulement des eaux en termes de paysage et vie sociale dans un projet urbain.



Photo personnelle, quartier Vauban



<http://katharinal3fle.wordpress.com/l-allemande/deux-villes-allemandes/freiburg-lieu-de-mes-etudes/>

## CONNECTIVITÉS ET SUBDIVISIONS FRACTALES

Problème : « Les villes contemporaines manquent des deux caractéristiques qualitatives de toute structure vivante : connectivité et subdivisions fractales. »

Solution : « La toile urbaine est une structure organisante complexe qui existe principalement dans l'espace entre les buildings. Elle consiste en tous les éléments extérieurs connectifs comme les espaces piétons et verts, les murs autonomes, les sentiers et routes. Des observations empiriques montrent que plus les connexions sont fortes, plus il y a de vie dans la ville. S'il n'y a pas assez de complexité, la ville est morte. S'il y a la complexité mais pas suffisamment d'organisation, la ville devient chaotique et invivable. »

« Un nœud peut être tout ce qui attire les gens comme une maison, un stand de hot-dog, un banc ombragé, ou un arrêt de transports en commun. En ajoutant ou remplaçant des connexions et nœuds on peut ramener une zone urbaine morte à la vie. En faisant cela, on organise la complexité de l'espace urbain.

Les connexions en conception urbaine lient trois différents types d'éléments : éléments naturels, nœuds d'activités humaines, et éléments architecturaux.»

Contraintes :

Cibles favorables : courtes distances, évolutivité, mixité, qualité visuelle, contexte urbain, bâtiment et son environnement immédiat, gestion des transports, biodiversité.

Cibles sans conséquences :

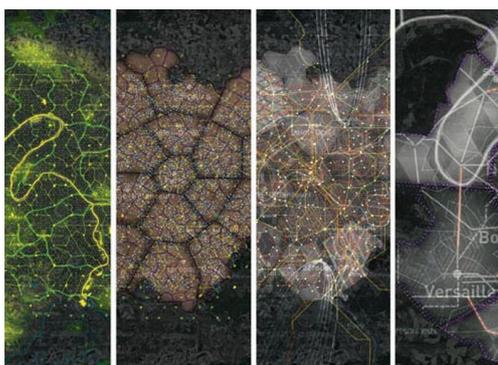
Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent :

Eco-modèle complémentaire : Micro-architectures, trame verte

Eco-modèle opposé :

Illustration :

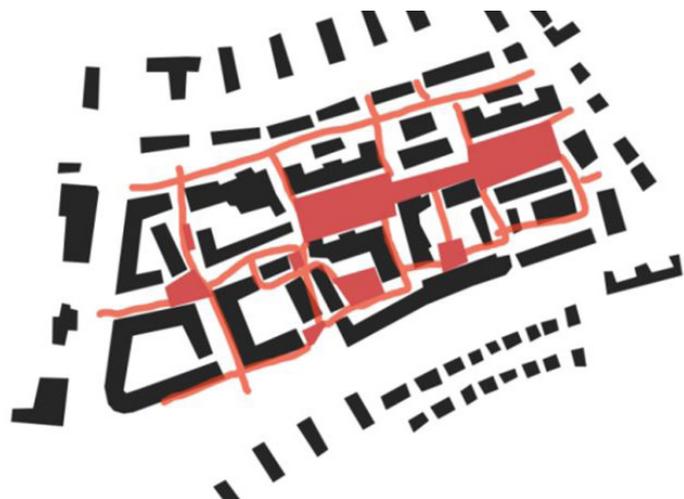


Visuel : R+P architectes urbanistes

## Réalisations :

Maillage de places / maillage de parcs / Maillage piéton : Alexander va plus loin en ancrant « l'urban fabric » sur un ruban continu de l'espace public. « La ville typique n'est pas un pattern de rues mais une séquence d'espaces créés par des bâtiments ».

Exemple ici du système connectif des espaces publics du quartier Loretto à Tubingen.



## MICRO ARCHITECTURES

Problème : Des éléments traditionnels de l'urbanisme ont été supprimés pour des raisons de style et d'économie. Parmi les plus importants : les éléments connectifs entre intérieurs et extérieurs (portiques, auvents de rue, souk, véranda demi-couverte).

Solution : Microarchitectures : abris vélos, locaux poubelles sont autant d'écrans visuels qui contribuent à la personification et l'appropriation de l'espace. Autres éléments incluent ceux qui définissent l'environnement piéton et son interface complexe avec les autres modes de transport : sentiers, trottoirs, bornes, des murets, des arcades, des promenades couvertes, passages pour piétons légèrement surélevés, arrêt de bus couvert, boulevard bordé d'arbres, de petits parcs. Ils jouent un rôle important dans la personification et l'appropriation de l'espace.

Contraintes :

Cibles favorables : gestion des déchets, gestion des transports, matériaux de construction, contexte urbain, culture, qualité visuelle, diversité architecturale

Cibles sans conséquences : les cibles restantes

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : balson filant, parking à vélos, pied de façade végétalisé, système fractal, masques proches, circulation indépendante, encorbellement de façade, angles multiples, galerie extérieure, saillie de toiture, paroi végétale.

Eco-modèle complémentaire : îlots végétaux flottants, jardins verticaux, micro-climat par les arbres.

Eco-modèle opposé :

Illustration :



Réalisations :

La qualité du quartier Vauban à Fribourg tient à la richesse des éléments d'interface entre le piéton, l'architecture et la ville. La qualité visuelle, qualité de vie sont améliorées.



Photo personnelle, quartier Vauban

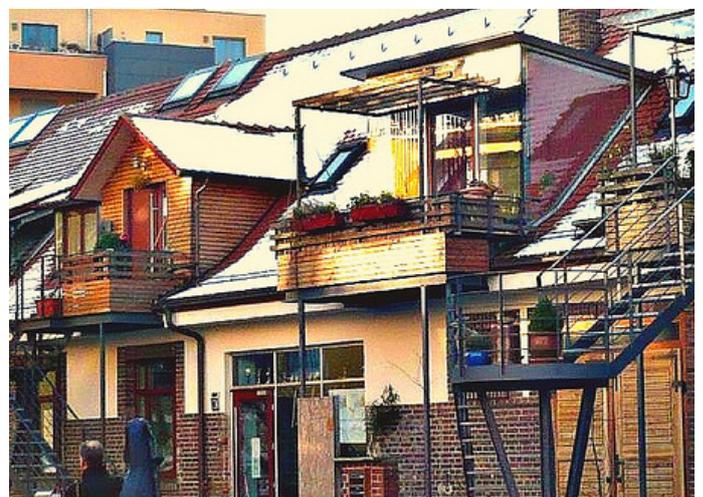


Photo personnelle, quartier Vauban

On retrouve le même type d'exemple avec ici le quartier Loretto à Tübingen.



[http://www.classes.ch/pages/ECOQUARTIERS\\_le\\_Quartier\\_Loretto\\_a\\_TUBINGEN\\_Allemagne-4072698.html](http://www.classes.ch/pages/ECOQUARTIERS_le_Quartier_Loretto_a_TUBINGEN_Allemagne-4072698.html)



[http://farm4.static.flickr.com/3229/3061532756\\_c5babaee52.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3229/3061532756_c5babaee52.jpg)

## CHEMINEMENT PIÉTON RÉHAUSSÉ

Problème : La circulation et les flux humains peuvent dégrader l'environnement et la végétation.

Solution : Une plate forme élevée permet la circulation sans déranger la faune ou abîmer la flore.

Contraintes :

Cibles favorables : sols/dépollution, gestion des transports, biodiversité, contexte urbain, bâtiment et son environnement immédiat, qualité visuelle

Cibles sans conséquences : cibles restantes

Cibles défavorables :

Eco-modèle équivalent : bâtiment hors-sol

Eco-modèle complémentaire :

Eco-modèle opposé :

Illustration :



Réalisations :

Un exemple ici à Malmö dans le quartier Bo01.





CONCLUSION

## CONCLUSION

En conclusion, avec le développement très rapide des questionnements sur le respect des enjeux environnementaux dans les projets qu'ils soient urbains ou architecturaux, on constate une multiplication des outils d'aide à la conception. Eco mod combine l'approche par certifications (en utilisant les cibles HQE) et l'approche par retour d'expérience (en se basant sur le travail de Christopher Alexander concernant les patterns). C'est un outil complet de mise en relation de modèles, cibles et réalisations qui ne donne pas de solutions directement applicables mais permet à contraire d'entamer un réflexion en cohérence avec le site et les objectifs affichés. En se positionnant au début de la phase de conception, il permet d'élargir les possibilités et d'intégrer les enjeux de façon pertinente.

Notre travail a été d'élargir le contexte d'utilisation de l'outil à l'aide à la conception urbaine en ajoutant de nouveaux éco-modèles à la base. Cela nous a amené à questionner le nombre de cibles et d'envisager d'en ajouter de nouvelles qui s'adaptent aux spécificités de la conception urbaine : sols/dépollution, densité, gestion des transports, mixité fonctionnelle, distances/filières courtes, réhabilitation, contexte urbain, diversité et mixité architecturale, mixité sociale et générationnelle, culture/identité, qualité visuelle. Nous nous sommes basés sur les outils NEST et INDI en particulier pour élaborer ces propositions.

Ce travail a également nécessité un re-questionnement des critères physiques des réalisations qui s'adaptent à l'échelle urbaine. Les trois critères sont localisation/climat, implantation et nature de l'opération, qui se subdivisent en onze sous-critères.

Afin de mieux organiser les informations concernant les opérations environnementales servant de base de recherche, nous avons utilisé l'outil Mindmeister et réalisé deux cartes heuristiques. Le croisement de données ainsi que des recherches supplémentaires ont permis d'aboutir à quelques propositions d'éco-modèles urbains ainsi qu'à la reformulation ou redéfinition d'éco-modèles existants dans la base.

L'objectif a alors été de les intégrer au système de données en définissant précisément les contextes. Nous avons donc repris le système existant et :

- attribué à chaque éco-modèle un triplet *problème, solution, contrainte* (contexte conceptuel)
- élaboré les critères de description des réalisations urbaines (contexte physique)
- défini les relations des éco-modèles proposés avec les cibles HQE et les cibles (démarche durable) proposées (contexte environnemental, social, économique et culturel)
- et tenté d'établir les règles combinatoires des éco-modèles proposés avec les éco-modèles existants (contexte relationnel)

Les résultats obtenus durant ce stage permettront nous l'espérons d'enrichir la réflexion concernant les éco-modèles et l'outil de manière plus générale.





## BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, & ANR. Rénovation urbaine et développement durable : enjeux environnementaux.
- Agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours. Formes urbaines et typologies architecturales dans l'agglomération de Tours.
- ALEXANDER Christopher. A Pattern Language, in Dépliant n°5, Paris, 1996.
- Anger 21. (2005). Penser les déplacements pour une ville durable.
- ARENE. Quartiers durables.
- ARENE. Habitat social et développement durable.
- ARENE Ile-de-France. (2005). Quartiers durables- Guide d'expériences européennes -. IMBE- Avril, 123–146.
- Atelier parisien d'urbanisme. (2003). Quelle forme urbaine pour quelle densité vécue ?, 1–4.
- Barrere, B. (2004). Quartier Vauban.
- BIGNON Jean Claude, GHOLIPOUR Vida, MOREL-GUIMLARES laure. Les éco-modèles : Une méthode pour la conception d'édifice durable. Nancy, SCAN 09, 2009
- Bovet Philippe. (2009). Ecoquartiers en Europe. (ed terre vivante)
- Cahier des charges. Préparation du projet Eco-Viikki, 1–11.
- Cahier des charges. (2000). Vauban Fribourg, 1–11.
- Cahier des charges. (2003). BedZED. ARUP JOURNAL, 1–13.
- Cahier des charges. (2004). Hammarby Sjöstad Cité lacustre, 1–12.
- Cahier des charges. (2010). Bo01 "cité de demain" Malmö, 1–13.
- CAUE de l'Hérault. LE RÔLE DE L' ARBRE L' espace public et collectif, (34).
- CAUE de l'Hérault. Du quartier à la micro-opération.
- CAUE de l'Hérault. Habiter sans s'étaler.
- CAUE de l'Hérault. Habiter sans s'étaler, l'habitat individuel autrement.
- CHARLOT-VALDIEU Catherine, OUTREQUIN Philippe, L'urbanisme durable, Le Moniteur, 2011
- CERTU. Démarches et projets Boulevards urbains et quartiers.
- CERTU. (2003). LA VILLE ET SON ASSAINISSEMENT.
- Chalon sur Saône. L'aménagement de Saint Jean des Jardins.
- Charlot-Valdieu, C., & Outrequin, P. (1999). LA VILLE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE, 1999.
- Charlot-valdieu, C., & Outrequin, P. (2011). L'urbanisme durable. (Le Moniteur, Ed.) (p. 311).
- Charte de l'arbre à Nantes
- Communauté urbaine de Lyon. Charte de l'arbre du Grand Lyon.
- Direction générale de l'urbanisme de l'habitat et de la construction. (2002). Guide pour l' aménagement de voiries et d' espaces publics accessibles.
- Georges, C. CONDITIONS EMERGENCE DE LA QUALITE URBAINE.pdf.
- Groupe de projet Rieselfeld. Le nouveau quartier de Fribourg-Rieselfeld : exemple d' un projet de développement urbain durable réussi, 1–7.
- Kercan, A. M. (2008). Voyage d' étude à Tübingen – Allemagne.
- MASBOUNGI Ariella, Breda : Faire la ville durable, Le Moniteur
- Ministère de l'écologie du développement et de l'aménagement durables. Villes en devenir : des clés pour comprendre et agir.

Ministère de l'intérieur Aménagement du territoire. Les espaces publics et collectifs.

PRIGENT Xavier, La Forme Urbaine & l'enjeu de sa qualité, CERTU, 2007

PROSES. (2003). Les villes européennes face au développement durable, 1–16.

PUCA. (2006). Programme Quartiers durables.

SALINGAROS Nikos A., Principles of urban structure

Ville de Montpellier. (1996). Charte de l'arbre urbain.

WWF. Principes et objectifs OPL pour des quartiers durables en Suisse.