

Cahier de recommandations environnementales Ville de Sucy-en-Brie

Sommaire

Cahier de recommandations environnementales.....	1
Ville de Sucy-en-Brie	1
1 La performance énergétique des bâtiments.....	5
1.1 La problématique énergétique des bâtiments.....	5
1.2 La conception bioclimatique	5
1.2.1 La compacité	6
1.2.2 Favoriser les apports solaires et l'éclairage naturel.....	6
1.2.3 L'utilisation de l'inertie thermique.....	8
1.2.4 L'organisation des espaces de vie	8
1.2.5 Circulation naturelle de l'air	8
1.3 La performance énergétique de l'enveloppe.....	9
1.3.1 Isolation thermique des parois opaques.....	9
1.3.2 Préconisations de mise en œuvre	9
1.3.3 Eliminer les ponts thermiques	12
1.3.4 L'isolation des parois vitrées.....	13
1.3.5 L'étanchéité à l'air et la ventilation.....	15
1.4 La performance énergétique des équipements	16
1.4.1 Le système de chauffage.....	16
1.4.2 L'eau chaude sanitaire	17
1.4.3 La ventilation mécanique contrôlée.....	18
1.4.4 Privilégier les appareils électriques économes	19
2 Les énergies renouvelables.....	20
2.1 Les panneaux solaires	20
2.1.1 Les panneaux solaires thermiques	20
2.1.2 Les panneaux solaires photovoltaïques	21
2.1.3 L'implantation des panneaux solaires.....	22
2.1.4 L'inclinaison optimale des panneaux solaires	26
2.2 Le petit éolien	26
2.2.1 L'éolienne à axe vertical.....	26
2.2.2 L'éolienne à axe horizontal	27
2.3 Les pompes à chaleur (PAC)	27
2.3.1 Les pompes à chaleur aérothermiques	28
2.3.2 Les pompes à chaleur géothermiques	28
2.4 Le puits canadien.....	28
2.5 Le bois énergie	29
2.5.1 Les appareils individuels.....	29
2.5.2 La chaudière bois collective	30
2.6 Le potentiel énergétique des réseaux de chaleur	30
3 Qualité de l'air intérieur.....	31
3.1 Les sources de pollution intérieure.....	31
3.1.1 Les grandes familles de polluants intérieurs.....	32
3.1.2 Le phénomène d'adsorption – désorption des matériaux.....	33
3.1.3 Les principaux matériaux ou composants concernés.....	33

3.2	Réduire les sources de pollution intérieure.....	34
3.2.1	Le choix des matériaux.....	34
3.2.2	Le contrôle et l'entretien des appareils	34
3.2.3	La ventilation et le renouvellement d'air.....	35
3.2.4	Des gestes simples à appliquer	35
3.2.5	Utiliser les outils d'information santé et environnement	36
4	<i>L'Analyse de cycle de vie et le choix des matériaux</i>	38
4.1	L'évolutivité du bâtiment.....	38
4.2	La valorisation et l'évaluation environnementale du cycle de vie des matériaux.....	38
4.2.1	Schéma du cycle de vie d'un matériau.....	39
4.2.2	Comment choisir un matériau respectueux de l'environnement	40
4.3	Présentation de matériaux d'isolation naturels	40
4.4	Présentation du bois matériau	41
4.4.1	Caractéristiques thermiques du bois	41
4.4.2	Mode d'utilisation	41
4.4.3	La gestion durable des forêts.....	42
5	<i>Gestion de l'eau dans la construction</i>	43
5.1	La préservation de la ressource en eau en milieu urbain	43
5.1.1	Problématique de l'eau en milieu urbain.....	43
5.1.2	Le rapport de la commune de Sucy-en-Brie face à l'eau.....	43
5.2	La gestion économe de l'eau dans la construction	43
5.2.1	L'utilisation rationnelle de l'eau dans la construction	43
5.2.2	La récupération de l'eau pluviale dans la construction	44
	La gestion des eaux pluviales à la parcelle	45
4.4.4	Limiter le débit de fuite	45
4.4.5	La surface perméable sur la parcelle.....	46
4.4.6	Maintenir des surfaces végétales en pleine terre sur la parcelle.....	46
4.4.7	Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales.....	46
	Eaux et biodiversité	48
4.4.8	L'enjeu de Sucy-en-Brie en matière de biodiversité	48
4.4.9	L'interdépendance de l'eau et de la biodiversité.....	48
5	<i>Gestion performante des déchets</i>	50
5.1	La problématique des déchets en France.....	50
5.2	Agir en amont.....	50
5.3	La gestion des déchets à Sucy-en-Brie	51
5.4	Les locaux déchets	51
5.4.1	Dimensions des locaux déchets	52
5.4.2	Localisation et accessibilité	53
5.4.3	Aménagement des locaux déchets	53
5.5	Compostage	53
5.6	Déchets de chantier	54
6	<i>Accessibilité et transports doux</i>	55
6.1	Locaux pour les 2 roues.....	55
6.1.1	Surface à préconiser.....	55
6.1.2	Aménagement intérieur.....	56
6.2	Circulation et accès au bâtiment	57

7	<i>Les aides financières</i>	57
8	<i>Sources documentaires</i>	58
9	<i>Les adresses utiles</i>	59

1 LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS

1.1 La problématique énergétique des bâtiments

Depuis les années 90, la participation de l'activité humaine au dérèglement du climat est un fait. La combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon...) entraîne une accumulation de gaz à effet de serre dans les basses couches de l'atmosphère, ce qui induit une augmentation durable de la température moyenne de la planète. Les conséquences de ce réchauffement sont multiples : fonte des calottes glacières, augmentation du niveau des océans, augmentation des phénomènes climatiques locaux extrêmes, déplacements de population et réduction de la biodiversité...

En France, le bâtiment (résidentiel et tertiaire confondus) est le premier consommateur d'énergie finale (43 % de la consommation d'énergie finale française), et le 2^{ème} émetteur de gaz à effet de serre derrière les transports (20 à 25% des émissions nationales). C'est donc l'un des leviers prioritaires pour la lutte contre le réchauffement climatique.

Afin de diminuer drastiquement ces consommations énergétiques, trois axes d'action sont à développer :

- améliorer la performance thermique des bâtiments neufs ou anciens pour limiter les besoins de chauffage,
- réduire les besoins énergétiques pour la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage,
- maîtriser la demande en électricité pour les différents usages (éclairage, bureautique, électroménager)
- limiter le recours à la climatisation.

Depuis 2005, l'objectif de division par 4 de nos consommations énergétiques d'ici 2050 (facteur 4) est inscrit dans la loi programme fixant les orientations de la politique énergétique (Loi POPE). Afin de répondre à cet objectif, les lois Grenelle 1 et 2 imposent pour 2012 la performance Bâtiment Basse Consommation (BBC) pour les bâtiments neufs : soit une consommation de 50 kW/m²/an, (65 kWh/m²/an corrigé des conditions climatiques en Ile-de-France) pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage. Cette nouvelle réglementation implique des techniques de conception ou de réhabilitation spécifiques, différentes des modes de constructions conventionnels. Il est déjà prévu par une directive européenne que tous les bâtiments neufs seront à énergie positive à partir de 2020.

1.2 La conception bioclimatique

De toutes les améliorations énergétiques possibles, les solutions de la conception bioclimatique ne nécessitent aucun surcoût.

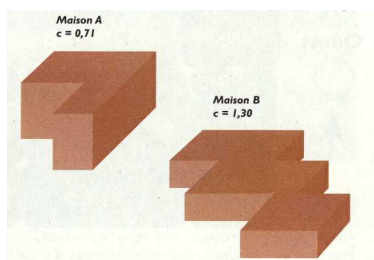
En construction comme en rénovation, il est nécessaire de prendre en compte l'environnement proche (espaces, relief, bâtiments ...) et le climat local afin de permettre un acte de construire qui favorise le plus possible la performance énergétique. L'architecture bioclimatique vise à adapter la forme bâtie aux conditions climatiques et ressources naturelles locales (soleil, vent). Elle s'appuie sur plusieurs principes détaillés ci-dessous.

1.2.1 La compacité

D'un point de vue énergétique, il faudra favoriser des bâtiments le plus compacts possibles.

Pour un même volume, un bâtiment peu compact présente une surface d'enveloppe et un nombre d'arrêtes plus importants, entraînant déperditions et ponts thermiques supplémentaires.

La mitoyenneté améliore la compacité et permet de limiter fortement la demande énergétique tant des constructions neuves que des immeubles accueillant un nouveau voisin. Le passage de 3 à 2 façades réduit la perte de chaleur de l'enveloppe de 25 %. De plus le coût de la construction est réduit par la synergie apportée.



Différence de compacité

Source : Thierry Salomon – Stéphane Bedel La maison des négawatts

Dans le cas de ces 2 bâtiments, la maison B est beaucoup moins compacte et ses pertes énergétiques par les parois sont 82% supérieures à la maison A.

1.2.2 Favoriser les apports solaires et l'éclairage naturel

L'orientation sud d'un bâtiment favorise les apports solaires en hiver, fournissant une part importante (15% environ) d'énergie gratuite et renouvelable pour les besoins de chauffage et d'éclairage. Le concepteur optimisera les apports solaires de différentes façons.

1.2.2.1 Optimiser l'orientation et la taille des surfaces vitrées

Lorsque le rayonnement solaire frappe la paroi vitrée d'un local, il traverse le vitrage et se trouve piégé à l'intérieur du local. Ce phénomène, appelé effet de serre, permet une accumulation de chaleur à l'intérieur du bâtiment.

Afin d'optimiser les apports solaires d'hiver tout en limitant l'inconfort d'été et les pertes au nord, la proportion de parois vitrées par rapport à la surface des façades varie en fonction de leur orientation :

Façade sud	Façade nord	Façades est et ouest
40 à 50%	10 à 15%	15 à 20%

Les surfaces vitrées favorisent également l'éclairage naturel, et diminuent donc les besoins énergétiques pour l'éclairage.

Globalement pour l'ensemble du logement, un ratio supérieur au 1/6^{ème} de la surface habitable est recommandé.

Pour les pièces de grande surface (et souvent de grande profondeur), on essaiera de veiller à avoir plusieurs sources d'éclairage naturel sur des parois adjacentes ou opposées.

En neuf et dans les projets d'extension, une attention particulière doit être portée sur les masques portés par les bâtiments existants, ainsi que sur les masques portés par le bâtiment sur les autres bâtiments.

1.2.2.2 Mise en œuvre de protections solaires

L'accumulation de rayonnement solaire par les vitrages en hiver, peut se faire au dépend du confort des occupants en période estivale, voire en mi-saison. Un bâtiment bien isolé conserve mieux la chaleur apportée par le soleil. Ce qui est un avantage en hiver et période fraîche peut s'avérer être une source d'inconfort si on ne se protège pas des apports solaires en période estivale.

Il est indispensable de disposer des protections solaires sur les façades exposées au soleil (sud, est et ouest) afin qu'aucun rayonnement ne traverse les parois vitrées les mois d'été tout en laissant pénétrer la lumière naturelle. Elles seront étudiées pour protéger du soleil lorsqu'il est haut (été) et le laisser pénétrer lorsqu'il est bas (hiver).

De nombreuses techniques simples sont disponibles :

Protections intégrées : Porches, débords de toitures, brise-soleil, étagères à lumière (installée au 2/3 de l'ouverture, protège la paroi vitrée et réfléchit la lumière vers l'intérieur)



Brise soleil Source : Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry
Débord de toiture : Quartier Vauban- Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry

Protections rapportées : Volets, persiennes, stores extérieurs (à privilégier aux stores intérieurs qui laissent passer une partie de la chaleur)

Protections végétales : Plantation d'arbres à feuilles caduques, pergolas d'espèces grimpantes

1.2.2.3 L'utilisation d'une serre bioclimatique

Orienté au sud, cet espace de transition entre l'extérieur et l'intérieur permet de capter le rayonnement solaire en hiver. L'air chaud sera transmis par des bouches d'aération vers les espaces de vie.

Des occultations extérieures permettront à l'aération naturelle de refroidir la serre durant les nuits d'été. Une serre encastrée peut apporter 80 à 120 kWh/an par m² de vitrage en moyenne.

1.2.2.4 Utilisation d'un mur capteur

Appelé aussi mur Tromb, il s'agit d'un mur de forte densité installé en façade sud derrière un vitrage. Le mur est chauffé par le soleil traversant le vitrage, pour restituer cette chaleur la nuit.

1.2.3 L'utilisation de l'inertie thermique

L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer ultérieurement, lorsque la température ambiante a baissé. Cette capacité est propre aux matériaux de forte densité (béton, brique, pierre, bois denses,...) qui leur permettent :

- apporter de la chaleur en hiver par un mur capteur au sud (mur Tromb, serre bioclimatique...)
- stocker la chaleur émise par le système de chauffage et par les apports solaires, de la restituer plus tard et de fournir une température intérieure plus constante qui limite les redémarrages de chaudière trop consommateurs.
- atténuer les surchauffes journalières d'été en stockant la chaleur, qui sera ensuite évacuée par ventilation nocturne.

Une bonne inertie du bâtiment permet donc d'améliorer notablement le confort thermique en été. Dans une moindre mesure elle permet une réduction des besoins de chauffage.

Les masses d'inertie peuvent se stocker dans les parois verticales (mur intérieur ou extérieur), horizontales (plafonds, plénum, chape de béton, carrelage) ou souterraines (bâtiments partiellement enterrés) du bâtiment.

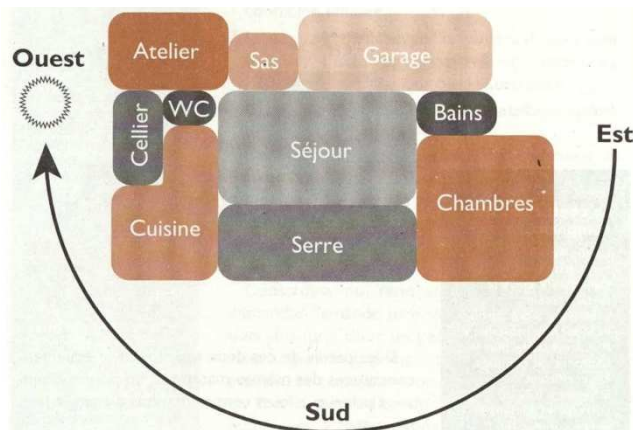
Pour bénéficier de l'inertie thermique des murs extérieurs, il convient de privilégier l'isolation par l'extérieur, quand c'est possible, ou l'isolation répartie (voir la section 1.3.2). En effet l'isolation par l'intérieur crée une « barrière » à l'absorption et la restitution de chaleur par le matériau du mur.

1.2.4 L'organisation des espaces de vie

Il est possible de limiter les consommations de chauffage et d'éclairage en organisant les espaces en fonction du mode d'occupation et de la course du soleil. On placera :

- Au sud les espaces de jour (salon et cuisine) nécessitant chaleur et lumière en journée.
- Au nord les espaces dits « tampons » (cellier, garage, pièces humides), peu utilisés et où le besoin de chaleur est absent ou ponctuel.
- Au nord, à l'est ou à l'ouest les espaces de nuit (chambre) où le besoin de chaleur est réduit.

L'organisation spatiale dépend aussi du mode de vie de chacun (chambre à l'est pour profiter du lever du soleil le matin par exemple) et de l'environnement : il n'existe pas de règle stricte concernant le confort.



Source : Thierry Salomon – Stéphane Bedel La maison des négawatts

1.2.5 Circulation naturelle de l'air

La circulation de l'air doit être pensée dès la conception pour évacuer l'air vicié ainsi que l'excès de chaleur en été. Il existe différents modes de ventilation. La ventilation naturelle est une solution économe en énergie (pour favoriser sa convection, son extraction ou une ventilation traversante). Cf. : Qualité de l'air intérieur

Dans le neuf ou dans les extensions, notamment en collectif, il convient de privilégier les logements et/ou pièces « traversant » (ayant une double orientation, nord-sud par exemple, de façon à favoriser la ventilation naturelle nocturne, qui permet de rafraîchir le logement pendant la nuit.

1.3 La performance énergétique de l'enveloppe

L'isolation thermique d'un bâtiment est le poste d'amélioration énergétique à traiter en priorité. Il permet de réduire massivement ses consommations pour un coût raisonnable.

1.3.1 *Isolation thermique des parois opaques*

L'isolation thermique d'un matériau est la capacité de celui-ci à ne pas être traversé par la chaleur. Un isolant thermique est un matériau épais et léger, qui emprisonne de l'air de façon immobile par un enchevêtrement de fibres

L'isolation thermique se mesure selon deux paramètres que l'on retrouve sur la notice technique de l'isolant :

- **La résistance thermique** (notée R en $m^2.K/W$), correspond à la capacité du matériau à ne pas laisser passer la chaleur. Plus R est grand, plus le matériau est performant. R est fonction de l'épaisseur (quand on double une épaisseur on double le R).
- **La conductivité thermique** (notée λ : lambda en $W/m.K$), correspond à la quantité de chaleur qui traverse le matériau. Plus λ est petit, plus le matériau est isolant. Pour un bon isolant le coefficient λ doit être le plus faible possible, idéalement compris entre 0,04 à 0,03.

1.3.2 *Préconisations de mise en œuvre*

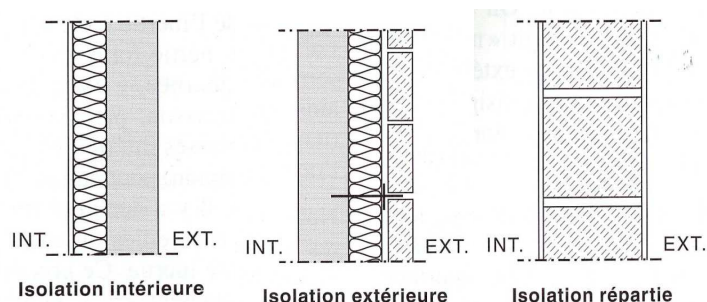
Du fait de la future généralisation de la basse consommation dans la construction, le tableau ci-dessous donne les performances et épaisseurs d'isolation minimales à atteindre. Sont également indiquées les valeurs recommandées (colonne de droite)

	Bâtiment basse consommation en neuf (performances minimales)		Bâtiment basse consommation en rénovation (performances minimales)		Performances recommandées	
	Résistance ($m^2.K/W$)	Epaisseur (cm)	Résistance ($m^2.K/W$)	Epaisseur (cm)	Résistance ($m^2.K/W$)	Epaisseur (cm)
Toiture	> 6,5	> 30	5	20	7	30
Murs	> 3.5	>15	3	10 à 12	4,5	15 à 18
Sol sur vide sanitaire	> 3	>13	2,5	10	4,5	15 à 18

L'isolation de la toiture doit être la plus performante car l'air chaud monte en toiture par convection.

L'application d'une isolation nécessite souvent une lame d'air ventilée entre la paroi et l'isolant et d'un pare-vapeur ou un freine-vapeur sur la face intérieure pour éviter l'accumulation d'humidité dans l'isolant.

Comparaison des différentes isolations de mur extérieur



Source : Daniel Bernstein – Jean-Pierre Champetier- Thierry Vidal

Type d'isolation	Matériaux	Avantages	Inconvénients
Isolation par l'intérieur	<ul style="list-style-type: none"> - Fibre minérale - Fibre organique - Polystyrène 	Coût réduit	<ul style="list-style-type: none"> Réduit l'espace intérieur Prive de l'inertie thermique de la paroi Favorise les ponts thermiques Favorise les points de condensation
Isolation par l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> - Fibre minérale - Fibre organique - Polystyrène 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre rapide Élimine les ponts thermiques de la paroi Permet de bénéficier de l'inertie thermique des parois 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé (dû à l'échafaudage) Manque de formation des professionnels pour les isolants organiques
Isolation répartie	<ul style="list-style-type: none"> - Briques monomur - Béton cellulaire - Béton de pierre ponce 	<ul style="list-style-type: none"> Évite l'ajout d'un isolant Bonne inertie thermique Élimine les ponts thermiques de la paroi 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé Manque de formation des professionnels

D'un point de vue énergétique, l'isolation par l'extérieur et l'isolation répartie sont les plus efficaces.

L'isolation par l'extérieur

Elle consiste à appliquer à l'extérieur de la paroi un isolant sur rail ou collé, ainsi qu'un grillage pour la fixation d'un enduit, une vêtue extérieure ou un parement. L'isolation par l'extérieur supprime la quasi-totalité des ponts thermiques d'un bâtiment et favorise son inertie thermique. **Cette technique se généralise pour les constructions neuves.**

En rénovation, cette solution n'est pas toujours recommandée, en particulier dans le cas de maçonneries anciennes (constructions antérieures à 1950). Voir détail ci-après.

En rénovation, des travaux d'isolation par l'extérieur sont à proscrire, dans les cas suivants:

- Tous bâtiments d'intérêt patrimonial, historique; châteaux, maisons bourgeoises, maisons de villégiature.



Exemple de maison bourgeoise, 39, rue de Boissy, photo CAUE 94

- Tous bâtiments, dont les maçonneries et autres matériaux apparents, contribuent à leur qualité architecturale, par la richesse décorative et colorée des façades. C'est le cas de toutes les catégories de maisons en meulière, caractéristiques du paysage sycycien.



Exemple de maison en meulière dans le Vieux Val, photo CAUE 94

Il est important sur le bâti ancien de veiller à ne pas dégrader l'équilibre hygrothermique des parois. Il en est ainsi des bâtiments dont les maçonneries sont en moellons de calcaire ou moellons de meulière ou sont hourdiés au plâtre (qui sont des matériaux poreux), comme c'est le cas pour la plupart des maisons du centre-ville (maisons de bourg et maisons-fermes).

Dans ce cas, les parois sont et doivent rester perméables à la vapeur d'eau. Quand on va de l'intérieur vers l'extérieur de la paroi, il faut que les matériaux soient de plus en plus perméables à la vapeur d'eau Ceci est d'ailleurs valable dans le cas d'une isolation par l'intérieur comme d'une isolation par l'extérieur¹.

Dans tous les cas, sur ce type de bâti, il convient de ne pas utiliser de pare-vapeur (qui empêche la circulation de la vapeur d'eau au travers de la paroi). Si besoin on utilisera un freine vapeur côté intérieur.

Quelques recommandations en cas d'isolation par l'extérieur :

- ne pas utiliser d'isolant imperméable ou peu perméable à la vapeur d'eau (exemple polystyrène),
- les enduits et parements extérieurs doivent être étudiés pour offrir une grande perméabilité à la diffusion à la vapeur d'eau.

Dans tous les cas, une bonne ventilation, dont il conviendra probablement d'accroître les capacités, permet d'éviter ou limiter les désagréments liés à l'augmentation de l'étanchéité des parois.



Maison, 9, rue Guy Mocquet, centre-ville, photo CAUE 94

La technique de l'isolation par l'extérieur semble plus appropriée pour des bâtiments plus récents, postérieurs aux années 50, période à partir de laquelle, l'usage de nouveaux matériaux, type parpaings de béton, s'est généralisé.

¹ La perméabilité à la vapeur d'eau d'un matériau est caractérisée par la Perméance (symbole P). La perméance doit être croissante en allant de l'intérieur vers l'extérieur.



Isolation par l'extérieur en laine minérale à Bedzed – Christine De Buhan



Pose d'isolation par l'extérieur sur un immeuble de logements, au Kremlin-Bicêtre – CAUE 94



Rénovation de l'ensemble des Noyers, avec isolation par l'extérieur, à Sucy-en-Brie – Google maps

1.3.3 Eliminer les ponts thermiques

Un pont thermique est une faiblesse dans l'enveloppe d'un bâtiment dans laquelle les calories passeront en priorité.

Les ponts thermiques se trouvent à différents endroits d'une enveloppe :

- jonction entre 2 parois
- jonction entre une paroi intérieure et une paroi donnant sur l'extérieur (mur de refend/terrasse, chape/balcon, chape mur/extérieur)
- Pourtour de baies vitrées, de portes
- Ouvertures techniques (prise électrique, serrure...)

Les ponts thermiques sont très présents dans les bâtiments isolés par l'intérieur, en raison des obstacles, et représentent jusqu'à 15% des déperditions totales des parois.

Il existe différentes possibilités pour les réduire :

- Isolation extérieure continue ou choix de matériaux en monoblocs alvéolaires
- Rupteurs de ponts thermiques entre parois
- Menuiseries à rupture de ponts thermiques
- Volets extérieurs, principalement sur les façades exposées au froid ou au vent

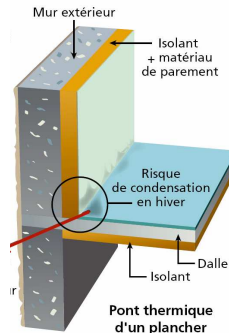


Schéma d'un pont thermique - Source Plaquette ADEME « L'isolation thermique »

1.3.4 L'isolation des parois vitrées

Les éléments vitrés sont le point sensible de l'enveloppe d'un bâtiment. En effet, ils doivent répondre à des objectifs multiples et parfois contradictoires (apport de chaleur et lumière solaire, vue sur l'extérieur, aération, protection contre le climat, le bruit, les effractions,...). En construction comme en rénovation l'installation ou le changement d'un élément vitré doit être mûrement réfléchi.

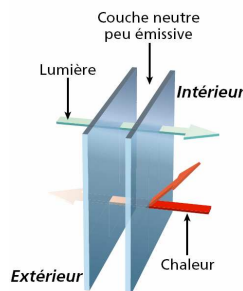
1.3.4.1 Le choix du vitrage

Le vitrage est le point faible thermique de la paroi car le verre est très conducteur.

Les différentes technologies du vitrage

- Le simple vitrage : effet paroi froide (inconfortable) et laisse largement passer la chaleur.
- Le double vitrage : il diminue la transmission thermique en enfermant une lame d'air immobile entre deux vitres. L'isolation peut être renforcée en remplaçant l'air entre les deux vitrages par un gaz inerte lourd (argon, krypton...), en légère surpression.
- Vitrage à isolation renforcée (VIR) : l'émissivité du vitrage est réduite par l'apposition d'une couche d'oxyde métallique peu émissive sur la surface intérieure d'un des vitrages, qui réfléchit la chaleur vers l'intérieur du local.
- Triple vitrage : la performance est accentuée par la présence de deux lames d'air. elle peut être de gaz inerte ou à isolation renforcée.

Principe d'un vitrage à isolation renforcée



Source : Plaquette ADEME « L'isolation thermique »

La performance énergétique du vitrage seul est caractérisée par le coefficient U_g , Plus il est faible, plus le vitrage est performant.

Toutefois, il convient d'être plus particulièrement attentif à la performance énergétique de l'ensemble « vitrage + menuiserie » définie par le coefficient U_w (voir la section 1.3.4.3).

Les exigences thermiques actuelles nécessitent au minimum la pose d'un double vitrage large (4/16/4) adjoint d'un gaz ou d'une isolation renforcée.

1.3.4.2 Le choix du châssis

L'isolation thermique des profilés PVC et Bois est similaire.

Le châssis aluminium est plus conducteur et nécessite une garniture isolante à l'intérieur appelée « à rupteur de ponts thermiques » pour répondre aux exigences thermiques actuelles.

Dans le bâti ancien (avant 1950), l'installation de certains châssis étanches et rigides peut perturber l'équilibre hygrothermique: risques de moisissures après l'installation de baies étanches (manque de ventilation) ; En outre si le sol est instable, les fenêtres se fendent (châssis rigides, PVC notamment).

1.3.4.3 Les performances des fenêtres à atteindre

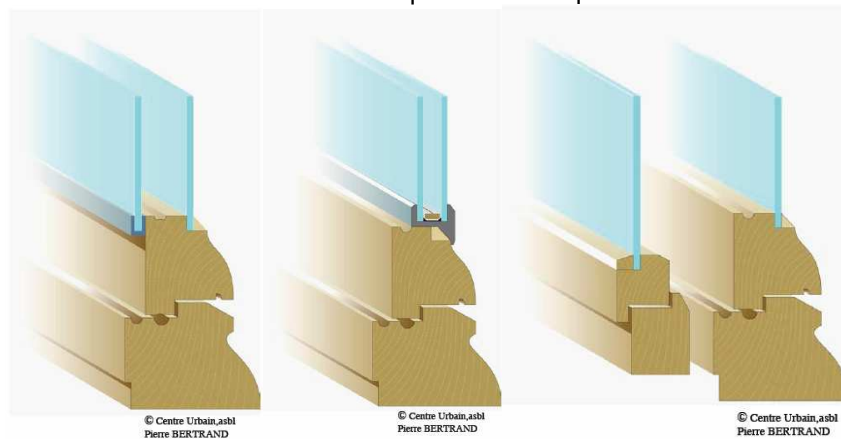
Le coefficient de transmission thermique surfacique, notée U_w ($W/m^2.K$), correspond à la quantité de chaleur qui traverse la fenêtre (vitrage et menuiserie). Plus U_w est petit, plus la fenêtre est isolante.

Le coefficient U_w doit être le plus faible possible, inférieur à 1,5. Les fenêtres orientées Nord, doivent être particulièrement performantes car non exposées au soleil.

1.3.4.4 L'amélioration des fenêtres existantes

Les fenêtres anciennes en bois peuvent durer pendant plusieurs décennies, il n'est pas toujours nécessaire de les remplacer totalement. Différentes techniques alternatives sont possibles :

- **Calfeutrement des baies** : colmatage des infiltrations d'air avec du mastic, de la pâte à bois ou des joints adhésifs
- **Survitrage** : pose d'une seconde vitre sur le châssis, côté intérieur, de préférence avec une isolation renforcée. Elle peut avoir un profilé ouvrant, démontable ou fixe.
- **Double-vitrage de rénovation** : remplacement du simple vitrage par un double vitrage (à isolation renforcée) pouvant s'insérer dans les feuillures existantes.
- **Double-fenêtre** : juxtaposition d'une deuxième fenêtre performante dans l'épaisseur du mur de façade (12 cm minimum). Cette technique permet de conserver une fenêtre ancienne tout en améliorant fortement l'isolation thermique et acoustique.



Source : Le Centre Urbain asbl – Belgique
Le châssis de fenêtres bois – Concilier le patrimoine et le confort

1.3.4.5 Changement de fenêtre

Avec conservation du dormant :

La nouvelle fenêtre est encadrée sur le châssis existant. Rapide et moins coûteuse elle a toutefois plusieurs inconvénients (diminution de la surface vitrée et de l'éclairement, création d'un pont thermique et phonique à la jonction des deux dormants,...).

Remplacement total du de la fenêtre :

Il apporte une meilleure performance thermique et acoustique mais nécessite souvent des travaux de maçonnerie plus importants. Il peut être motivé par des contraintes esthétiques et architecturales.

1.3.5 L'étanchéité à l'air et la ventilation

Mieux un bâtiment ou un logement est isolé, plus les déperditions et les besoins de chauffage liés aux défauts d'étanchéité à l'air prennent de l'importance. La « chasse » aux défauts d'étanchéité à l'air doit donc aller de pair avec la recherche d'une bonne isolation des parois.

Parallèlement, il est essentiel d'assurer un bon renouvellement d'air pour des raisons sanitaires (voir la section 0 «

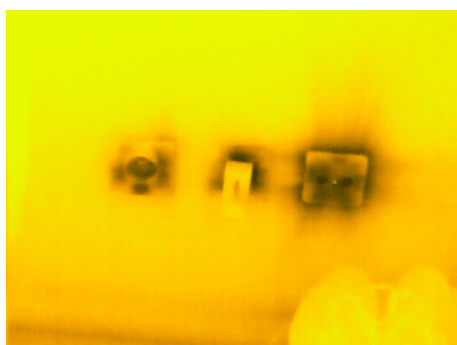
Qualité de l'air intérieur ») et éviter les phénomènes et risques de condensation qui peuvent être à l'origine de dégradation du bâti et des matériaux d'isolation.

1.3.5.1 Etanchéité à l'air

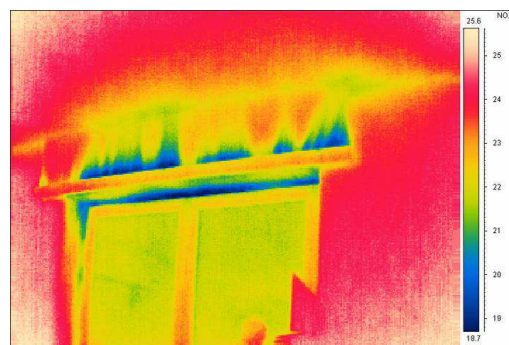
Les défauts d'étanchéité à l'air ont principalement pour origine :

- les trappes d'accès aux combles,
- les menuiseries des parois vitrées et des portes,
- la jointure entre menuiseries (vitres, portes vitrées et portes) et la maçonnerie (mur, sol),
- les coffres de volets roulants,
- les passages de gaines et cablages techniques entre les pièces chauffées et les locaux non chauffés (tuyaux, gaines électriques),
- les prises de courant et interrupteurs.

Mises en évidences de pertes par thermographie infrarouge



Prises murales



Coffre de volet roulant

Les solutions passent en général par l'utilisation des films d'étanchéité et des bandes adhésives permettant la continuité de l'étanchéité.



Adhésif d'étanchéité



Etanchéité sur un fourreau

En collectif les gaines d'ascenseur sont une source importante de manque d'étanchéité à l'air ; elles prennent l'air au rez-de-chaussée, souvent face à l'entrée, et le redistribuent à tous les étages.

Une solution peut consister en un sas à chaque étage pour accéder aux portes d'ascenseur (Au minimum un sas à l'entrée du bâtiment).

Une bonne étanchéité à l'air passe par

- un « bon dessin » (continuité de l'étanchéité à l'air),
- une description claire des opérations d'étanchéité par le maître d'ouvrage et une attention particulière à la mise en œuvre par tous les corps de métiers durant le chantier.

1.3.5.2 La ventilation

La bonne performance énergétique d'un bâtiment suppose une attention particulière à l'isolation de l'enveloppe (parois opaques et parois vitrées) et par une bonne étanchéité à l'air.

Dans un bâtiment respectant ces prescriptions, on privilégiera une Ventilation Mécanique Contrôlée (voir la section 1.4.3 « La ventilation mécanique contrôlée »)

- hygroréglable,
- double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait.

1.4 La performance énergétique des équipements

1.4.1 Le système de chauffage

1.4.1.1 L'installation d'une chaudière

La chaudière est l'élément clé d'un bon chauffage central. Le principe de fonctionnement est simple, basé sur 4 éléments :

1. Un brûleur : Inflammation du combustible (gaz, fioul...)
2. Un échangeur Thermique : Transmission de la chaleur au circuit de chauffage
3. Un circulateur : Envoi de la chaleur vers les émetteurs (radiateurs)
4. Une cheminée maçonnée ou une ventouse : Évacuation des fumées

Il est primordial d'évaluer la puissance nécessaire pour que la chaudière réponde aux besoins sans surconsommer. Elle est déterminée par le volume à chauffer, l'isolation, la situation géographique, et le besoin en eau chaude sanitaire (ECS).

Il faut veiller impérativement à ne pas surdimensionner les installations car, sauf avec quelques rares chaudières, leur rendement d'exploitation s'écroule.

Or malheureusement beaucoup d'installateurs ont tendance à proposer des chaudières surdimensionnées (dont la puissance nominale est très supérieure aux besoins pour le chauffage).

Une chaudière récente et performante, type condensation aura un rendement plus important et peut générer une économie d'énergie allant jusqu'à 40% par rapport à une chaudière installée il y a 20 ans.

La chaudière basse température :

Le fonctionnement à une température plus basse offre un meilleur confort thermique et une économie de 12 à 15 % par rapport à une chaudière classique (source ADEME). Ce système est adapté pour les radiateurs « chaleur douce » ou les planchers chauffants ou un système surdimensionné.

La chaudière à condensation :

Fonctionnant à basse température, elle récupère la chaleur résiduelle contenue dans la vapeur d'eau issue de la combustion et permet une économie de 15 à 20 % (source ADEME).

Il faut que le système soit assez grand pour permettre à la chaudière de condenser (système surdimensionné, radiateurs « chaleur douce » ou plancher chauffant).

Attention : il est recommandé d'effectuer un remplacement de chaudière, ou un changement du système de production de chaleur, après avoir effectué les travaux d'amélioration de l'isolation de l'enveloppe (voir la section § 1.3) ou parallèlement à ceux-ci. L'amélioration de l'enveloppe entraîne en effet une diminution de la puissance de chauffage nécessaire. Si on change la chaudière ou le système de production de chaleur avant des travaux d'isolation, le niveau système sera

surdimensionné par rapport aux besoins après travaux d'amélioration de l'enveloppe, ce qui risque d'entraîner une baisse du rendement et donc de l'efficacité énergétique du système de chauffage.

1.4.1.2 L'amélioration de l'émission de chaleur

Lors d'un changement de chaudière, il est important de vérifier la qualité des émetteurs et la performance du circuit de chauffage. Si nécessaire :

- effectuer un désembouage (suite à l'accumulation de boue par oxydation dans certaines parties du radiateur).
- Installer des robinets thermostatiques (régule la température des différentes pièces).
- Installer un thermostat d'ambiance (régule la chaudière en fonction du besoin de chaleur)
- Installer une sonde extérieure pour anticiper les variations du climat.



Thermostat d'ambiance – Source : photographie ADEME

1.4.1.3 Le chauffage électrique

Le chauffage électrique coûte cher à l'utilisation et assure un confort thermique moindre par rapport au chauffage central qui diffuse en grande partie sa chaleur par rayonnement. De fait, l'utilisation de l'électricité pour le chauffage est fortement déconseillée.

L'usage de l'électricité pour le chauffage électrique est d'autre part relativement émetteur de CO₂, car il entraîne des pointes quotidiennes de consommation nécessitant l'appel à des centrales thermiques.

Dans le cas où un bâtiment ne peut se soustraire au chauffage électrique :

- Utiliser des radiateurs radiants pour plus de rayonnement et/ou à inertie (avec abonnement à double tarif).
- Proscrire l'utilisation des convecteurs électriques
- Optimiser la régulation pour chaque pièce

1.4.2 *L'eau chaude sanitaire*

Un chauffe-eau doit fournir de l'eau chaude sanitaire en quantité suffisante, à la demande et à la température désirée.

Le choix entre un chauffe-eau à accumulation ou instantané dépend de chaque projet (taux d'occupation, besoin...), ce qui ne permet pas de recommander telle ou telle technique.

On déterminera le volume (pour le premier) ou la puissance (pour le deuxième) nécessaires en fonction des besoins quotidiens en eau chaude.

Le chauffe-eau instantané

L'eau chaude est produite à la demande. L'appareil prend peu de place et peut être installé près du point de puisage.

En revanche, le débit reste limité et les puissances requises sont importantes (un ou deux points de puisages maximum).

Le chauffe-eau à accumulation ou "ballon d'eau chaude" :

On emmagasine dans une cuve isolée une certaine quantité d'eau.

Pour plus d'économie :

- choisir la position verticale, qui diminue la surface d'échange thermique entre la couche chaude et froide.

- régler la température à 55°C (suffisant pour éradiquer la légionnelle)
- Installer une enveloppe isolante permet de diminuer les déperditions.

Réseau de distribution

On veillera à limiter la longueur du réseau de distribution en plaçant l'équipement de production / stockage le plus près possible des points de puisage (éviers, lavabos, douches, baignoires).

On évitera le passage du circuit de distribution dans des locaux non chauffés. Si on ne peut l'éviter, on isolera les parties situées dans les locaux non chauffés.

1.4.3 La ventilation mécanique contrôlée

La ventilation mécanique contrôlée (VMC) est un équipement qui extrait l'air vicié de l'intérieur du logement et le remplace par de l'air extérieur, plus sain en règle générale.

Il existe deux grandes familles de VMC :

- la VMC simple flux : l'air est extrait dans les pièces « humides » (cuisine, salle de bain, WC) ; des ouvertures (dans les menuiseries en général) dans les pièces de vie (chambres, séjour) permettent l'entrée et le renouvellement de l'air.

- la VMC double flux : il y a un circuit d'extraction de l'air (dans les pièces humides) et un circuit d'insufflation de l'air extérieur (dans les pièces de vie). Les VMC double flux sont munies d'un échangeur de chaleur entre l'air extrait (chaud) et l'air insufflé (froid).

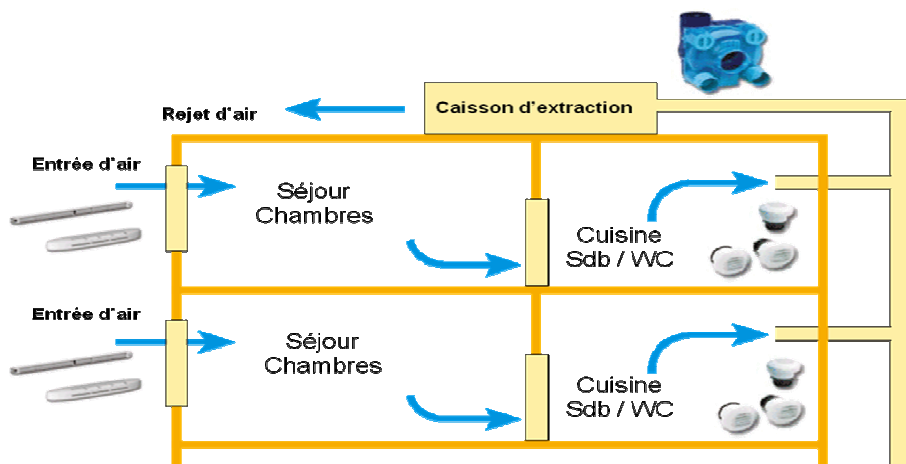


Schéma de principe d'une VMC simple flux hygroréglable (source ENERTECH)

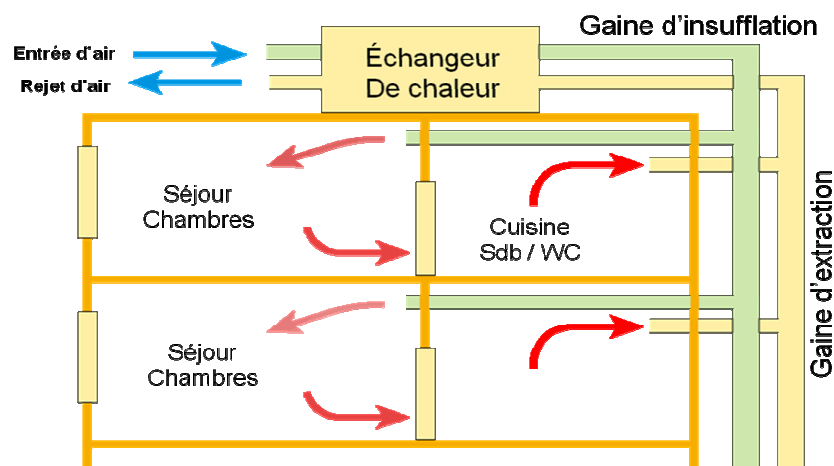


Schéma de principe d'une VMC double flux (source ENERTECH)

D'un point de vue énergétique il est recommandé

- soit une VMC simple flux hygroréglable : le débit d'air extrait est fonction du taux d'humidité de l'air intérieur (lui-même lié à l'occupation des locaux). LA VMC simple flux hygroréglable permet donc d'économiser l'énergie en réduisant le débit d'air en cas d'inoccupation ou de faible occupation des locaux.
- soit une VMC double flux avec récupération de chaleur.

En rénovation (bâtiment existant), la VMC double flux traditionnelle avec récupération de chaleur peut être difficile à incorporer dans un bâtiment ancien : réseau de soufflage à créer, intervention lourde en site souvent occupé, voire coût....

Une alternative peut consister en l'adoption d'une « ventilation double flux décentralisée » avec récupération de chaleur. Le principe est le suivant :

- ventilation mécanique pièce par pièce,
- intégration des appareils en façade,
- récupération de chaleur sur l'air extrait,
- pas de réseau de ventilation.

Ces équipements sont encore peu répandus à ce jour mais offrent peut-être une solution performante énergétiquement pour le bâti existant. Toutefois ils peuvent poser des problèmes d'intégration en façades.

1.4.4 Privilégier les appareils électriques économes

En plus des problématiques de l'enveloppe et de production de chaleur, un soin tout particulier doit être apporté dans l'achat d'appareils électroménagers et la disposition de l'éclairage (intérieur et extérieur, n'éclairer que ce qui doit l'être).

Depuis 1994, à l'initiative de la Commission européenne, l'étiquette énergie renseigne sur les consommations énergétiques de ces différents modèles.

2 LES ENERGIES RENOUVELABLES

Une énergie renouvelable doit s'installer dans un deuxième temps, dans un bâtiment dont la performance a été optimisée.

L'enjeu des énergies renouvelables est à la fois énergétique, architectural, urbain et paysager. L'impact sur le paysage urbain et la faisabilité économique doivent être bien mesurés.

Du point de vue énergétique, la lutte contre le gaspillage doit rester la priorité par le choix d'équipements performants (isolation, régulation et programmation du chauffage...).

2.1 Les panneaux solaires

2.1.1 *Les panneaux solaires thermiques*

Le capteur solaire est un coffre rigide vitré, à l'intérieur duquel se trouvent une plaque et des tubes métalliques noirs où circule un liquide caloporteur (eau additionnée d'un antigel qui transporte la chaleur). Les tubes, chauffés par le soleil, transmettent la chaleur au liquide qui est envoyé vers l'installation en demande d'énergie.

Sous nos latitudes :

- 4 à 5 m² de capteurs assure 40 à 50% des besoins d'un ballon d'eau chaude de 300 litres
- 15 m² de capteurs assure 20 à 30 % des besoins de chauffage pour une maison de 100 m² de surface à chauffer
- 1 à 1,5 m² par logement de capteurs assure 40 à 50% des besoins en habitat collectif



Chauffe-eau solaire collectif – Source : Paris Habitat

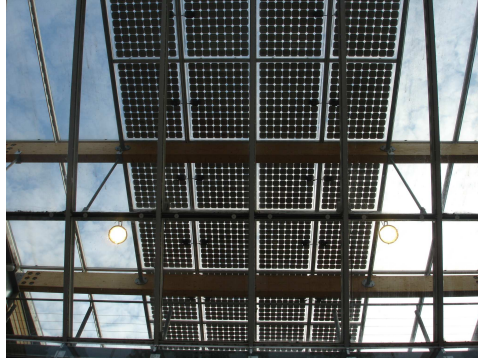


Chauffage solaire – Source : Ademe

2.1.2 Les panneaux solaires photovoltaïques

Les panneaux comprennent des cellules noires aux reflets bleutés constituées de silicium qui a la propriété de générer un courant électrique continu lorsqu'il est exposé à la lumière. Une série de cellules forment le module photovoltaïque, que l'on protège des intempéries par une couche de verre. L'électricité produite est généralement revendue à EDF à un prix d'achat nettement supérieur au prix de vente de l'électricité. On installe 15 m² de capteurs au minimum pour que l'installation soit plus rentable.

Tarif d'achat du kWh photovoltaïque est élevé et une prime supplémentaire de 25 c€/kWh est possible pour une installation intégrée au cadre bâti et remplissant une fonction technique (tenue mécanique, protection ou régulation thermique, protection physique des biens ou des personnes...).



Photovoltaïque semi-transparent – Agence de l'énergie Val de Marne Vitry
Photovoltaïque en par soleil – Photo Tecsol l'immeuble du CNRS à Perpignan
Photovoltaïque amorphe - Photo Tecsol

2.1.3 L'implantation des panneaux solaires

Il conviendra d'étudier une bonne intégration visuelle des panneaux dans le parti architectural et l'environnement.

- Privilégier une orientation la plus au sud possible en évitant les masques et ombres portées (bâtiments ou arbres de grande hauteur).
- Ne pas dépasser les gabarits autorisés
- Eviter l'implantation de panneaux solaires sur châssis surélevés sur les toitures à deux versants.
- Respecter l'inclinaison de la toiture.
- Respecter le rythme de la façade et une composition harmonieuse avec les éléments existants.
- Dans le cas des toitures-terrasses, l'implantation des bâtiments est moins problématique car les panneaux solaires sont orientables à volonté.

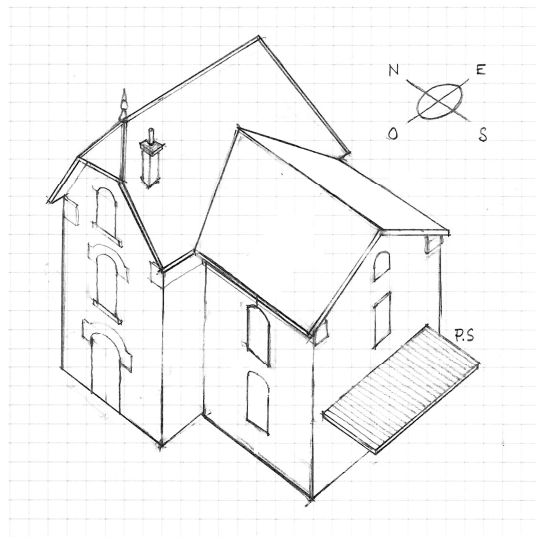
Différentes possibilités d'intégration :

Maisons de villégiatures (fin XIXème - début XXème) :

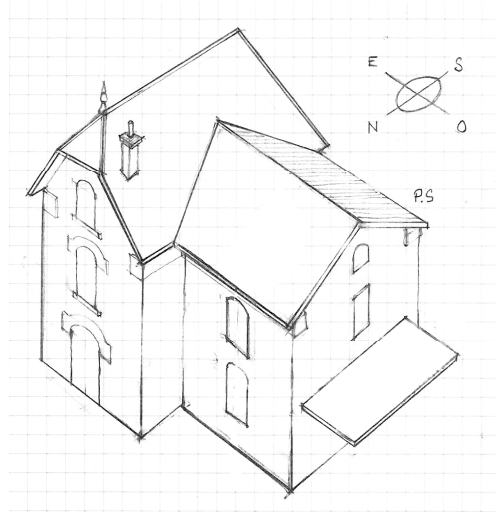
Localisation: Petit Val, Vieux Val, Grand Val, Clos de Ville, Terrasse, Potager...

L'insertion architecturale de panneaux solaires sur ce type de maison est délicate. Leur volumétrie et couverture sont souvent très découpées. Les façades sont chargées (percements et modénatures). Or, il ne s'agit pas d'altérer l'unité architecturale de ces maisons, dont la qualité est reconnue.

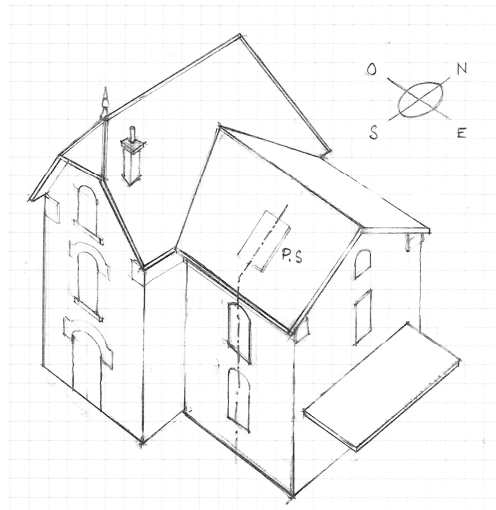
Dans la mesure du possible, et si l'orientation le permet, les panneaux seront disposés à l'arrière et non sur rue. Ils seront intégrés au mieux dans la volumétrie existante.



- si possible, en couverture d'une annexe ou extension, voir schéma ci-dessus.



- Soit dans un pan de toiture, voir schéma ci-dessus



- Soit, à l'instar des fenêtres de toit, dans l'alignement des percements existants en façade, voir schéma ci-dessus.

Maisons plus modestes, volumétrie simple :

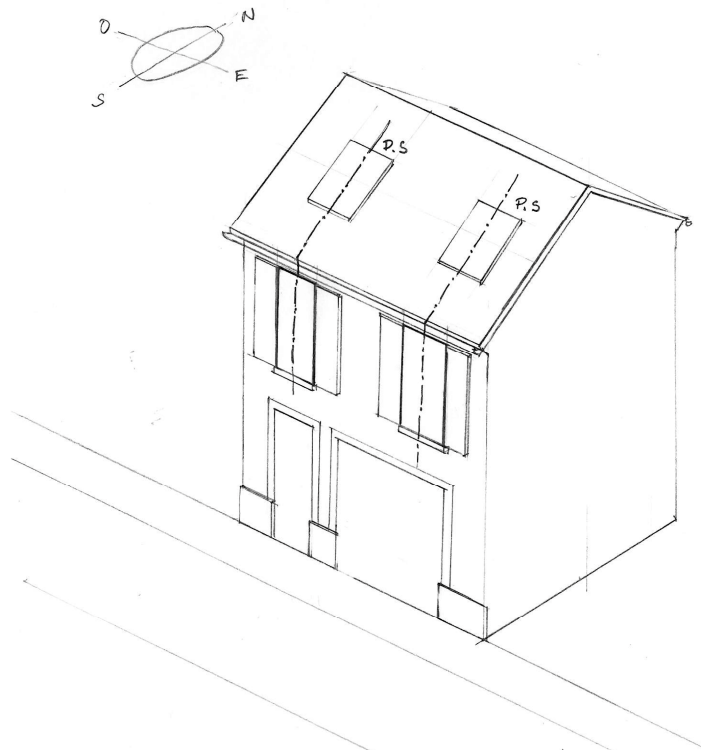
Localisation: centre-ville, et tous lotissements : Grand Val, Plateau, Notre-Dame, Bruyères...

- Maisons dont le faîtage est perpendiculaire aux façades principales, voir ci-dessus :

Dans la mesure du possible, et si l'orientation le permet, les panneaux seront disposés à l'arrière et non sur rue. Ils seront intégrés au mieux dans la volumétrie existante.

On préconise:

- soit sur toute la surface du pan de toiture, en remplacement des tuiles
- soit centrés sur le pan de toiture
- soit, à l'instar des velux, disposés selon un ordonnancement régulier.

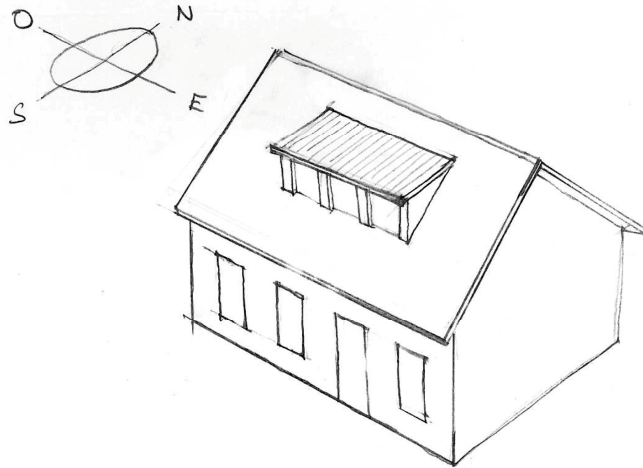


- Maisons dont le faîtage est parallèle aux façades principales, voir ci-dessus :

Dans la mesure du possible, et si l'orientation le permet, les panneaux seront disposés à l'arrière et non sur rue. Ils seront intégrés au mieux dans la volumétrie existante.

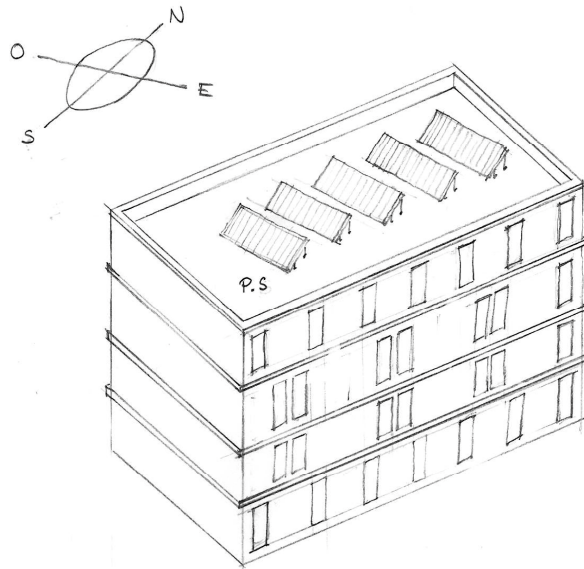
On préconise:

- soit sur toute la surface du pan de toiture, en remplacement des tuiles
- soit, à l'instar des velux, dans l'alignement des percements de façade
- les chiens assis pourront aussi être exploités, voir ci-dessous:



Toitures-terrasses:

Localisation: Fosse rouge, Cité Verte, résidence Val de Marne...



Les toitures-terrasses facilitent l'intégration de panneaux solaires, non visibles de la rue. En outre, ils permettent une grande liberté d'implantation pour un meilleur rendement. Néanmoins le toit pouvant être considéré comme une 5^{ème} façade, cette implantation devra malgré tout être dessinée et ordonnancée régulièrement.

2.1.4 L'inclinaison optimale des panneaux solaires

- Environ 45° pour le chauffe-eau solaire. Il peut être incliné entre 30° et 60° sans perdre trop de rendement.
- Environ 60° pour le chauffage solaire, pour utiliser le rayonnement solaire hivernal.
- Environ 30° pour le solaire photovoltaïque. Ils absorbent aussi le rayonnement solaire indirect. De ce fait, l'inclinaison des panneaux est moins pénalisante. On trouve régulièrement des panneaux solaires photovoltaïques en façade avec une inclinaison à 90° ou couchés en toiture à 0° (avec une baisse de rendement néanmoins).

2.2 Le petit éolien

Toute implantation nécessite une mesure préalable du vent : vitesse annuelle moyenne minimale de 4m/s et optimale de 7 m/s. Plus l'éolienne est située en hauteur, plus elle produit de l'énergie. Il est recommandé d'installer le rotor au minimum à 15 m de hauteur pour que l'éolienne soit rentable.

2.2.1 L'éolienne à axe vertical

Plus appropriée au milieu urbain elle peut être disposée sur des toits de grande hauteur pour profiter d'un vent plus linéaire. Plusieurs techniques existent (avec profils, ailettes, spirale...) qui s'affranchissent des contraintes des pâles.



Source : ARENE Ile-de-France
Eolienne à axe vertical dite de Darrieus
Eolienne à axe vertical Windside
L'éolienne horizontale Equihen-Plage - (OPAC du Pas-de-Calais)

2.2.2 L'éolienne à axe horizontal

Munies d'un mat, d'un rotor et de pales pouvant atteindre 2 m, ces éoliennes atteignent une hauteur de 10 à 35 m. Cette technique est peu appropriée dans les zones où la rugosité du paysage est importante.



Eolienne à axe horizontale - Lycée Léonard de Vinci à Calais – Source : ARENE Ile-de-France

Réglementation :

Selon l'ordonnance de 2005 et le décret du 5 janvier 2007, la construction d'une éolienne est soumise à permis de construire à partir de 12 mètres et à déclaration préalable en dessous.

Tarif d'achat :

Seules les éoliennes situées dans les zones de développement de l'éolien arrêtées par le préfet bénéficient du système de rachat obligatoire par EDF de l'électricité produite

2.3 Les pompes à chaleur (PAC)

Les pompes à chaleur (PAC) sont des machines thermodynamiques destinées à assurer le chauffage d'un local à partir d'une source externe. Elles fonctionnent à l'énergie électrique (compresseur), et prélèvent de la chaleur soit dans l'air extérieur, dans les eaux de surface (rivière) ou de profondeur (nappe phréatique) ou dans la terre, via un fluide frigorigène.

La performance énergétique se caractérise par un coefficient de performance (COP), rapport entre la quantité de chaleur fournie et l'énergie consommée par la pompe. Un COP supérieur à 3,5 et de préférence égal ou supérieur à 5 sera privilégié.

Attention le COP est une grandeur mesurée « en usine » dans des conditions d'essais définies, qui ne sont pas forcément représentatives des conditions réelles d'utilisation. Le coefficient de performance réel en exploitation (appelé COE) peut être sensiblement différent du COP et entraîner une réduction de consommation inférieure à celle attendue ou espérée. Cela peut être le cas notamment avec un PAC aérothermique en période de froid intense ou rigoureux ou lorsque la puissance de la PAC est surdimensionnée, ou si la température de l'eau du circuit de chauffage réelle est notablement supérieure à la température « nominale » de fonctionnement.

Dans tous les cas, il faut veiller à éviter le surdimensionnement qui entraîne une chute du rendement réelle de l'installation.

2.3.1 Les pompes à chaleur aérothermiques

L'installation nécessite une unité extérieure (semblable au climatiseur) dont l'impact esthétique (possibilité de dissimulation) et sonore (jusqu'à 50 dB) est à étudier.

2.3.1.1 Les pompes à chaleur air/air

Ces PAC captent les calories de l'air extérieur. Outre leur performance, le rendement baisse quand les températures extérieures baissent, d'où des consommations électriques parfois importantes durant les hivers rigoureux. De plus la diffusion de chaleur se fait par air pulsé (convection), moins confortable que l'émission par rayonnement.

Or en cas du remplacement d'un chauffage électrique classique (panneaux rayonnants ou convecteurs), il convient de privilégier les autres types de pompes à chaleur.

Attention, les PAC réversibles ou climatiseurs réversibles encouragent à consommer de l'électricité quasiment en continu toute l'année.

2.3.1.2 Les pompes à chaleur air/eau

Les calories de l'air extérieur sont captées et transmises à un chauffage central hydraulique. La diffusion se fait donc par rayonnement (radiateur ou plancher chauffant), assurant un meilleur confort.

2.3.2 Les pompes à chaleur géothermiques

2.3.2.1 Les pompes à chaleur à capteurs horizontaux

Adaptées à l'habitat individuel, elles captent les calories dans le sol à environ 1 m de profondeur par une sonde enfouie à l'horizontale. Elles nécessitent une surface de terrain ouvert engazonné et non planté qui correspond à 2 fois la surface à chauffer.

Son coût est plus élevé en raison de l'opération de terrassement. Mais, contrairement aux PAC à air, elles ne souffrent pas de perte de rendement en hiver car la température du sol à 1,5 m de profondeur reste relativement constante toute l'année.

2.3.2.2 Les pompes à chaleur à capteurs verticaux

Elles utilisent une sonde verticale descendant à une profondeur de 30 à 100 m en fonction du type de sol, nécessitant peu de surface. Les travaux nécessitent l'accès et la circulation d'une foreuse sur la parcelle ainsi qu'une étude de sol. A cette profondeur, la température du sol est plus importante, ce qui rend le système plus performant.

Dans le cas des PAC air/eau et géothermiques, il est vivement recommandé que l'eau dans les émetteurs soit à basse température ou à température douce. Si c'est possible on privilégiera

- le plancher chauffant basse température (en neuf),
- de sur-dimensionner les émetteurs (radiateurs) de façon à obtenir la puissance d'émission nécessaire avec une température de l'eau inférieure à 45 - 55°C en entrée de ceux-ci.

2.4 Le puits canadien

Le puits canadien est un système qui permet de capter une partie des calories nécessaires au chauffage ou au rafraîchissement, à partir de l'énergie contenue dans le sol. Il permet donc de réduire les besoins de chauffage et de rafraîchissement. Il est toujours couplé à un système de chauffage principal ou à une VMC double flux.

L'air insufflé dans le bâtiment transite par une conduite enterrée à 1 ou 2 m de profondeur. En hiver il se réchauffe et permet une économie de chauffage (puits canadien), et se rafraîchit en été (puits provençal).

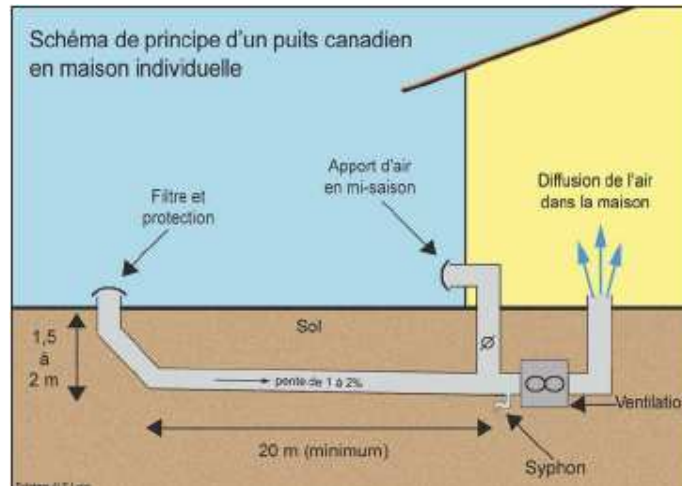


Schéma général d'un puits canadien – source : Agence de l'Energie du Grand Lyon

2.5 Le bois énergie

Le bois-énergie est un combustible naturel renouvelable. En effet, la valorisation énergétique du bois participe à la gestion des forêts et présente un bilan carbone neutre : le CO₂ dégagé lors de la combustion est équivalent à celui stocké pendant la croissance des arbres plantés.

Le bois peut être utilisé par les particuliers de deux manières :

- En énergie d'appoint à partir d'un poêle ou d'un foyer fermé (les cheminées ouvertes sont à éviter car leur rendement énergétique est très faible et elles sont source de pollution atmosphérique).
- En énergie principale à partir d'une chaudière automatique à granulés ou à plaquettes de bois.

Le bois énergie peut être une énergie de proximité qui garantit au consommateur une stabilité des prix.

2.5.1 Les appareils individuels

Appareils indépendants	Poêles à granulés compactés	Poêles en matériaux réfractaires	Inserts et foyers fermés
Rendement moyen	70 à 80%	50 à 70 %	40 à 60 %
Autonomie	jusqu'à trois jours	6 à 12 heures	10 heures
Remarque	Approvisionnement à gérer en fonction de la filière locale	plus coûteux	pour cheminées existantes

Remarque : dans le cas où le bâtiment ou le logement est équipé d'une VMC double-flux, l'appareil individuel doit être « à foyer fermé » (prise d'air pour la combustion située à l'extérieur du logement), de façon à ne pas entrer « en concurrence » avec la VMC. Le non respect de cette disposition peut entraîner une mauvaise combustion et des risques d'intoxication.

Chaudières	chaudières à bûches	chaudières à plaquettes	Chaudières à granulés
Rendement moyen	40 à 60%	70 à 85%	> 80%
Autonomie	4 à 10 heures	plusieurs jours à plusieurs mois	plusieurs jours à plusieurs mois
Remarque	Chaudières à tirage naturel	Chaudières à tirage renforcé	pour cheminées existantes

La performance d'une chaudière bois dépend de la qualité de la chaudière et du combustible et de son stockage. La variation d'humidité des granulés rend difficile le réglage correct de la combustion et entraîner une augmentation des émissions de polluants.

Il est nécessaire d'effectuer une étude économique sur l'approvisionnement du bois et de s'assurer d'obtenir du bois sec.

Les appareils automatiques ont un rendement bien supérieur. Néanmoins, un poêle d'appoint installé dans la pièce de vie (même pièce que le thermostat d'ambiance), permet de remplacer une partie de l'énergie principale par une énergie renouvelable.

Dans tous les cas choisir un équipement ayant le label « Flamme Verte », qui garantit un niveau adéquat d'efficacité et de faible pollution de l'air.

2.5.2 La chaudière bois collective

Utilisée dans le tertiaire ou sur réseau de chaleur, une chaufferie bois énergie est un local (bâtiment) dédié comportant une chaudière bois/biomasse dont la puissance est supérieure à 70 kW et un silo de stockage du combustible bois (plaquettes, granulés). Le bois a la faculté d'être transporté jusqu'au foyer de la chaudière de façon automatique et régulée.

2.6 Le potentiel énergétique des réseaux de chaleur

Certaines villes comme Sucy-en-Brie possèdent un réseau de chaleur, ce qui permet de nombreux avantages.

Un réseau de chaleur est constitué d'une chaufferie centrale et un réseau de canalisations enterrées et isolées desservant plusieurs sous-stations généralement équipées d'un échangeur. Ce réseau, appelé réseau primaire, est constitué de canalisations transportant la chaleur sous forme d'eau chaude ou de vapeur. Le réseau de chaleur permet de valoriser les déchets (transformés en énergie par incinération), de diversifier les modes de production par la cogénération ou d'intégrer les énergies renouvelables (chaufferie bois, géothermie).

Le réseau de chaleur de Sucy-en-Brie :

A Sucy-en-Brie, le réseau de chaleur est alimenté par la géothermie profonde qui est une énergie renouvelable. De l'eau est extraite d'une nappe phréatique par forage et pompage, et acheminée dans un échangeur de chaleur où elle cède son contenu énergétique à l'eau au réseau. Une fois les calories utilisées, l'eau de la nappe est réinjectée dans le sol pour protéger l'environnement et garantir la pérennité de la ressource, par forage supplémentaire : c'est le concept de doublet géothermique.

Le complément énergétique est apporté par du gaz.

Le premier « triplet » (2 puits d'extraction et un puits d'injection) de géothermie d'Ile-de-France a été réalisé à Sucy-en-Brie. Il est complété par une extension du réseau de distribution de chaleur, qui passe de 3 à 4 kw. Cette nouvelle « boucle géothermale », d'une puissance de 11 MW, permet à terme d'alimenter 500 équivalents logements en plus. Cette solution est 10 fois moins émettrice de gaz à effet de serre que la solution gaz.

Le tracé du réseau de géothermie se situe en centre-ville. Il est fortement recommandé pour les bâtiments collectifs ou tertiaires qui sont situés à proximité.

3 QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

Le bâtiment est considéré comme notre 3^e peau. Nous passons 80% de notre temps à l'intérieur. Or, différentes études de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur montrent que l'air intérieur est souvent plus pollué que l'air extérieur.

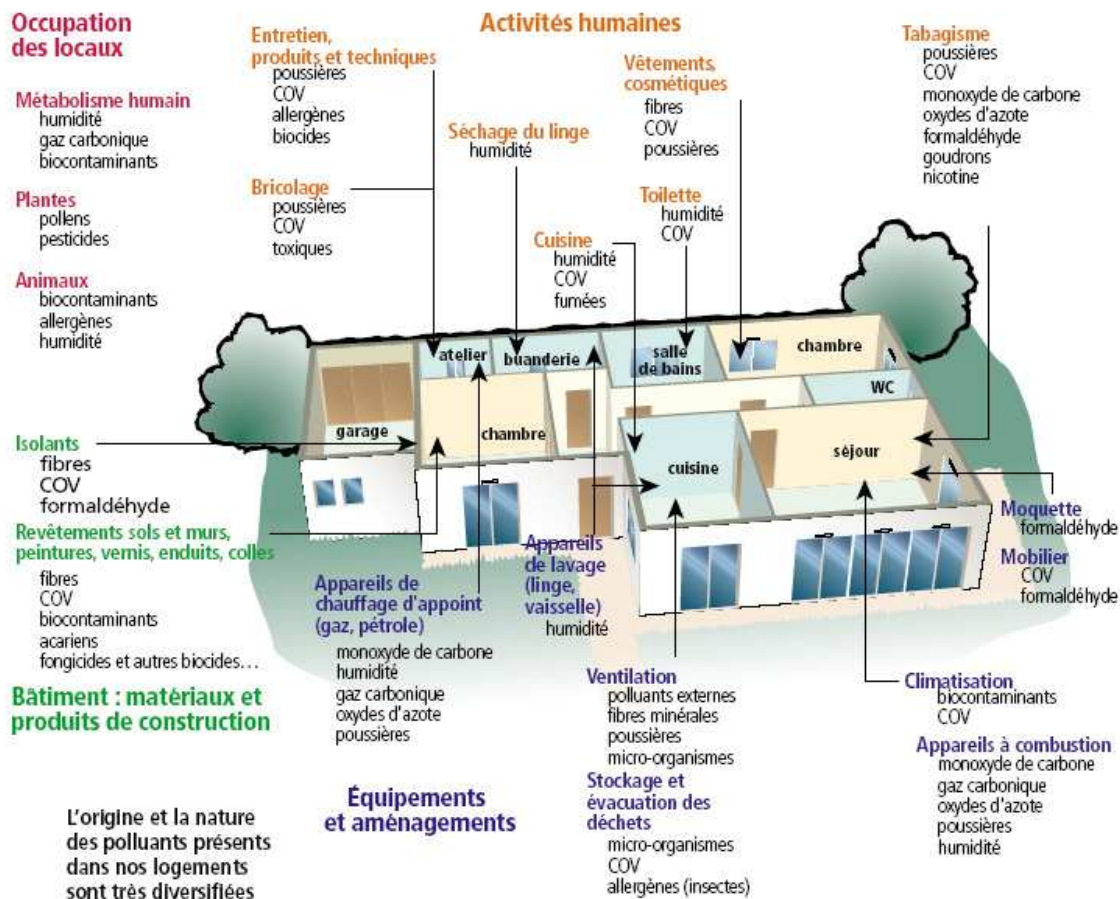
Avec une surface alvéolaire de 80 à 100 m² et 12 000 litres d'air inhalés chaque jour, nos poumons, représentent une source d'exposition majeure à de nombreux polluants. En 2005, WWF a étudié la présence et la concentration de 107 produits chimiques dans le sang de 13 familles européennes. Les résultats obtenus soulignent la présence de 73 produits chimiques souvent transmis par l'air vicié des bâtiments.

Afin d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur, il convient de travailler sur deux axes :
- le choix des matériaux et produits (réduction des sources de pollution) ;
- le renouvellement de l'air.

3.1 Les sources de pollution intérieure

La pollution intérieure est toute autant nuisible que celle des espaces collectifs extérieurs. Elle résulte de plusieurs facteurs :

- Le renouvellement de l'air réduit par des bâtiments de plus en plus hermétiques et des choix de ventilation insuffisante.
- la multiplication des sources de pollution dans le bâtiment, provenant aussi bien des matériaux de construction synthétiques, des mobiliers et équipements, des activités utilisant des produits chimiques (ménage, bricolage, cuisson des aliments) , comme le montre ce schéma :



Source : Ademe

Les niveaux de toxicité peuvent être importants, avec des impacts sanitaires très variés, comme par exemple irritation des voies aériennes, asthme, rhinites, pneumonies, cancer...

3.1.1 Les grandes familles de polluants intérieurs

Les composés organiques volatiles (COV) :

Les COV représentent la plus grande famille de polluants présente à l'intérieur des bâtiments. Ce sont des hydrocarbures qui peuvent se libérer dans l'air à température ambiante sous forme gazeuse. Leur concentration dans l'air augmente avec la température. Ils regroupent des composés appartenant à différentes familles chimiques (alcools, aldéhydes, cétones, éthers de glycols, terpènes...).

Ils sont utilisés dans de nombreux produits (solvants, gaz propulseurs, carburants, bactéricides...) et matériaux de construction (colles, peintures, matières plastiques, bois...), ou sont dégagés par des processus de combustion (fumée de cigarette, cuisson, chauffage...).

Les fibres et les particules :

Selon leur nature et leur mode d'utilisation, les matériaux peuvent libérer des particules ou des fibres.

- Les particules en suspension dans l'air sont de nature minérale, organique, ou vivante (pollens). Elles constituent un ensemble très hétérogène de polluants dont la taille varie de quelques nanomètres à une centaine de micromètres. Les impacts sanitaires dépendent de la taille et de la nature des particules.
- Les fibres sont des particules allongées présentes dans les matériaux fibreux, largement utilisés en raison de leur caractère isolant. Plus une fibre est petite (comme l'amiante), plus elle a la capacité de pénétrer dans les alvéoles du poumon. La toxicité de ces matériaux dépend de leurs caractéristiques physico-chimiques, de leur persistance dans les tissus biologiques et des additifs (phénol, formol).

L'électromagnétisme

La circulation de courant électrique génère des champs électromagnétiques autour du réseau de fils électriques et des appareils électroménagers. En y ajoutant les appareils producteurs d'ondes (WIFI, téléphone portable, micro-onde), les niveaux d'expositions à la maison ne sont pas négligeables.

Or l'exposition prolongée à des champs électromagnétiques élevés peut induire des problèmes sanitaires. L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) recommande notamment d'éviter l'exposition prolongée de l'enfant à un champ supérieur à 0,4 µT (micro tesla).

De manière générale, l'aménagement doit être pensé pour éviter de placer des équipements induisant une station prolongée (lit, bureau, canapé) près d'appareils fortement émetteurs (électroménager, transformateur électrique, chauffage électrique par exemple).

3.1.2 Le phénomène d'adsorption – désorption des matériaux

Les polluants intérieurs peuvent interagir avec les matériaux et les revêtements intérieurs et produire une nouvelle forme de pollution résultant de cette interaction. Ce phénomène d'adsorption-désorption peut prendre deux formes :

- captation par certains matériaux des polluants chimiques et de réémission ultérieure dans l'air.
- dégradation physique ou chimique des matériaux sous l'effet de l'humidité, de la température, de l'alcalinité, de l'ozone....

3.1.3 Les principaux matériaux ou composants concernés

Les produits dérivés du bois

Leur utilisation est courante sous forme de panneaux intérieurs (cloisons, sous-face de plancher, mobilier, parquets contrecollés, décoration...).

Ils nécessitent lors de leur fabrication des résines ou des colles, très souvent à base de formaldéhyde (COV). Ces dernières apportent des propriétés mécaniques et de durabilité recherchées dans les produits composites.

Les matériaux d'isolation

Laine de verre : Elle se compose de fibres minérales qui sont irritantes pour la peau et les voies respiratoires. Elle dégage du formaldéhyde (il en existe sans formaldéhyde), surtout en présence d'humidité.

Laine de roche : Elle dégage des fibres potentiellement cancérigènes par pénétration des voies respiratoires, car plus fines que celles de la laine de verre.

Polystyrènes : Ils dégagent du styrène (substance neurotoxique) avec la chaleur, et des gaz toxiques en cas d'incendie.

Polyuréthanes : Ils libèrent des substances dangereuses (amines) et en cas d'incendie de l'acide cyanhydrique.

Cependant, ces isolants n'ont pas d'incidence sur l'air intérieur s'ils sont correctement encapsulés et rendus étanches à l'air du local.

Les matériaux de revêtement

Ils produisent de grandes quantités de COV. On retrouve notamment les revêtements plastiques (comme le PVC), les peintures, les moquettes (présence d'acariens), les tapisseries...

Les revêtements intérieurs sont particulièrement nocifs après leur fabrication. Par exemple, une peinture conventionnelle émettra à l'intérieur du logement 60% de ses COV dans les 6 mois après sa pose. Il sera donc nécessaire d'aérer de façon plus importante durant cette période.

Les appareils électriques :

Certains appareils émettent des polluants intérieurs durant leur fonctionnement. Par exemple, l'ordinateur (par la ventilation et l'échauffement des composants) ou le photocopieur (producteur de grandes quantités d'ozone).

3.2 Réduire les sources de pollution intérieure

3.2.1 *Le choix des matériaux*

Les produits peu ou non émetteurs de polluants existent, mais c'est au moment de l'achat qu'il faut être attentif. On choisira notamment :

Peintures et lasures en phase aqueuse « sans COV » et « sans solvant organique ».

Depuis la Directive n°2004-42/CE du 21 avril 2004, sur la réduction des émissions de COV dues à l'utilisation de solvants organiques dans certains vernis et peintures, l'étiquette doit indiquer la teneur maximale en COV (g/L de produit prêt à l'emploi).

Il existe une classification notée C. Pour les matériaux très faiblement émissifs en COV notamment en aldéhydes, il faudra privilégier le classement C+.

Panneaux d'agglomérés de bois à faible teneur en formaldéhyde,

Il est préférable d'utiliser des bois naturels. A défaut, les agglomérés bénéficient d'une classification notée E, les panneaux faiblement émissifs étant classés E1.

Isolants moins polluants

Les isolants d'origine organique (chanvre, lin, ouate de cellulose, laine de mouton...) sont à privilégier. Eviter les laines d'isolation en fibres à potentiel cancérigène, les isolants extrêmement toxiques durant les incendies (polystyrènes) et être très vigilant lors de la pose de laines minérales (port d'un masque, gants et vêtements bien fermés aux extrémités).

Dans tous les cas, veiller à ce que les isolants soient bien encapsulés et sans contact avec l'air du local.

Matériaux d'enveloppe « respirants » et régulateurs naturels d'humidité

Limiter au maximum les ponts thermiques de la paroi.

Prendre en compte la transmission de la vapeur d'eau (perméance) de l'enveloppe. L'extérieur de l'enveloppe d'une paroi ne doit pas être recouverte d'un revêtement étanche à la vapeur d'eau (peinture avec fibre de verre, polystyrène), car l'humidité, piégée dans la paroi, détériore celle-ci et peut provoquer l'apparition des moisissures.

Matériaux résistants aux microorganismes

Les matériaux réagissent aux attaques biologiques selon plusieurs paramètres : leur composition (les liants et matériaux organiques apportent les éléments nutritifs), leur capacité de rétention d'eau, leur structure de surface. Pour éviter leur contamination (moisissures en particulier), on peut utiliser des matériaux de classe F+ (classification F).

3.2.2 *Le contrôle et l'entretien des appareils*

Contrôler les taux d'émissions des appareils de combustion

Les appareils de chauffage nécessitent le contrôle régulier des taux d'émission de CO et NO_x ainsi qu'un entretien régulier, notamment le ramonage des gaines (données fabricants).

Les appareils d'appoint à pétrole sont à éviter car ils produisent des polluants et un fort taux d'humidité.

Entretien des appareils de production d'eau chaude

Le chauffe-eau nécessite un entretien.

Les pommes de douches doivent être désinfectées (vinaigre blanc) pour éliminer les contaminations (légionelle).

Entretien des systèmes de ventilation

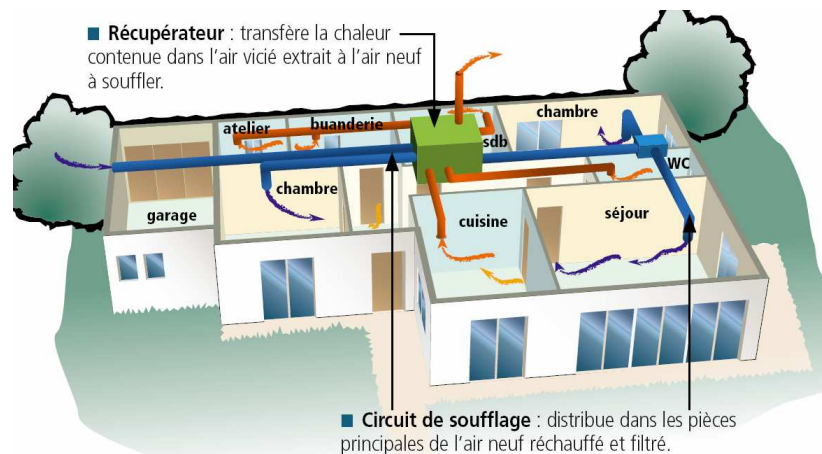
Des germes peuvent se développer dans les systèmes de ventilation non entretenus, et polluer l'air intérieur au lieu de l'assainir.

3.2.3 La ventilation et le renouvellement d'air

- Quand un bâtiment ancien présente peu ou pas de ventilation, il est nécessaire d'aérer suffisamment (ouverture des fenêtres 10 min par jour minimum).
- La ventilation naturelle est efficace mais doit être bien dimensionnée, par une localisation des grilles d'entrée et de sortie d'air en fonction des espaces de vie (grilles d'entrée d'air : pièces sèches, de sorties : pièces humides) et des phénomènes de convection (par montée de l'air chaud).
- Dans le cas d'une ventilation motorisée, il faudra choisir une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) économe en énergie.

Systèmes de VMC économes	
VMC simple flux hygro-réglable	Ne s'active qu'en présence d'humidité
VMC double flux	Avec échangeur thermique (l'air entrant récupère 80% de la chaleur de l'air vicié)
Ventilation naturelle assistée contrôlée	Assistance d'un petit ventilateur quand les conditions climatiques ne permettent pas la ventilation naturelle

Voir aussi au § 2.4 « Le puits canadien ».



VMC double flux – Source Ademe

3.2.4 Des gestes simples à appliquer

- Veiller à ce que la température et l'humidité ne soient pas trop élevées dans votre habitation car favorisant les émissions des matériaux.
- Limitez les matériaux « buvards » (moquette, textile, papier peint non plastifié) qui sont des pièges à molécules chimiques.
- Garantir des conditions d'aération suffisantes et la maintenance du système de ventilation (VMC).
- L'ouverture des fenêtres permet de renouveler l'air d'une pièce en quelques minutes. Il est donc important de le faire quotidiennement en l'absence de ventilation efficace, ou en cas de pollution (utilisation de produits chimiques ou ménagers).
- Isoler des espaces de vie les lieux de stockage des produits polluants (produits d'entretien, lessives, engrais ...).
- Porter une attention particulière aux espaces destinés aux jeunes enfants (leurs poumons et leur cerveau en formation sont plus sensibles).
- Bannir les produits parfumés (cocktail de substances chimiques) et privilégier des produits naturels à base d'eau.
- Bien lire les étiquettes des différents produits afin de respecter les consignes d'utilisation (temps de séchage, ouverture des fenêtres, port d'un masque...)
- Installer des plantes qui assainissent l'air. Certaines espèces sont réputées pour épurer une ou plusieurs substances chimiques. Ex. : ficus, cyclamen, chlorophytum, dracaena...

3.2.5 Utiliser les outils d'information santé et environnement

Se procurer les Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES)

Elles vous guident dans vos choix de matériaux de construction en établissant leur bilan environnemental et sanitaire. Elles sont disponibles auprès de l'INIES (www.inies.fr).

Se procurer les Fiches de Données de Sécurité (FDS)

Fiches de classification de produits toxiques.

Lire les étiquettes des produits :

Repérer La marque NF environnement www.marque-nf.com.

L'écolabel officiel français de la qualité écologique des produits ne concerne, pour les produits du bâtiment, que les peintures, vernis et produits prêts à l'emploi (usage extérieur et intérieur). Elle est destinée à certifier que les produits présentent un impact négatif moindre sur l'environnement et une qualité d'usage satisfaisante par rapport à d'autres produits analogues présents sur le marché.



L'écolabel européen

L'écolabel officiel européen permet de valoriser des produits plus respectueux de l'environnement, de la santé et de la sécurité. Il est attribué aux peintures, vernis de décoration intérieure, revêtements de sols durs, ampoules et tubes à économie d'énergie



Les écolabels étrangers

Certains se retrouvent sur le marché français. Ils sont plus anciens et les seuils d'émissions acceptés sont parfois plus ambitieux :

- L'Ange Bleu (Allemagne) est le premier système d'écolabel national (1977)
- Le Cygne Blanc (Danemark, Norvège, Suède, Finlande, Islande) est le label des pays nordiques (1989)



4 L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE ET LE CHOIX DES MATERIAUX

Au-delà des impacts sanitaires du bâtiment, l'impact environnemental des composants doit être pensé en terme de cycle de vie. Cela revient à intervenir dès la conception pour limiter l'incidence environnementale produite par le bâtiment, en anticipant son évolution et sa transformation.

4.1 L'évolutivité du bâtiment

L'évolutivité d'un bâtiment est sa capacité à s'adapter à un changement d'utilisation. On cherche dès la conception à faciliter cette évolution en tenant compte des cycles humains et sociaux afin de faire durer le bâtiment. On anticipe des changements d'usage (nombre d'occupants, activité économique), de comportements (tri des déchets, vélo, garage), d'esthétique (goûts décoratifs, identité corporative), d'environnement (climat, bruit, mobilité), de technologie (réseaux, postes informatiques) ou de structure sociale (famille).

L'adaptabilité peut se manifester sous différentes formes :

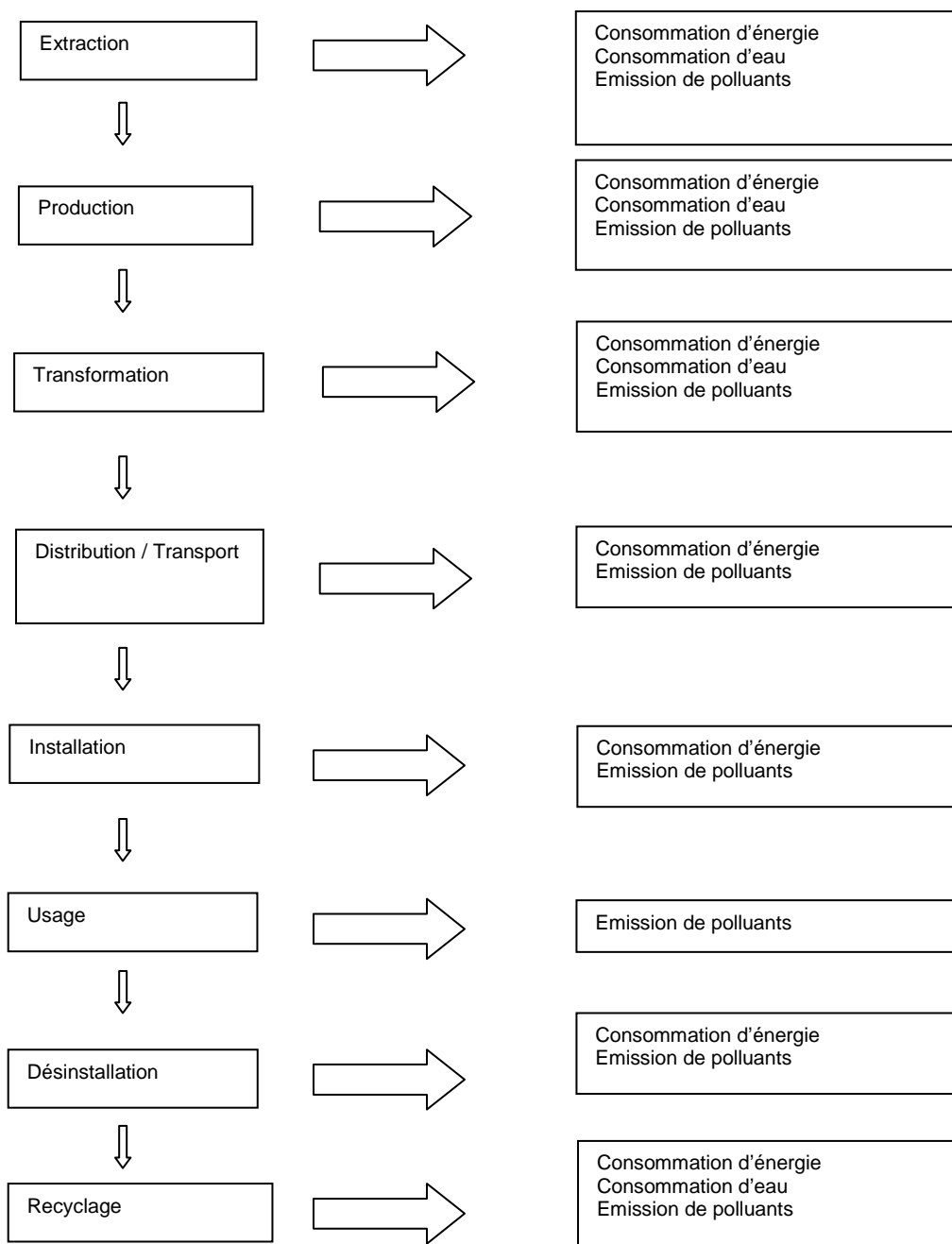
- Parois mobiles pouvant se déplacer facilement
- Murs construits de manière à permettre de futures ouvertures
- taille des espaces et des ouvertures accessibles aux générations futures

4.2 La valorisation et l'évaluation environnementale du cycle de vie des matériaux

Valoriser le cycle de vie d'un matériau permet de retarder son remplacement ou de favoriser son recyclage. Il sera nécessaire de vérifier ses détails de conception, l'adéquation du matériau avec son usage, et les conditions d'entretien pour prolonger sa durée de vie.

Pour évaluer et comparer l'impact environnemental global d'un matériau à l'autre, on effectue une analyse qui prend en compte l'ensemble des phases de vie des produits.

4.2.1 Schéma du cycle de vie d'un matériau



Ce schéma nous montre de façon simplifiée qu'à chaque stade de la vie d'un matériau des atteintes à l'environnement sont produites (émission de pollution ou consommation de ressources). La valorisation du cycle de vie consistera donc à regarder l'ensemble de ces impacts pour choisir le matériau qui a l'impact global le plus faible.

4.2.2 Comment choisir un matériau respectueux de l'environnement

On peut essayer d'évaluer soi-même l'impact environnemental global en se posant une série de questions :

- **Le matériau est-il performant pour l'usage auquel il est destiné ?**
- **Sa source est-elle locale et non polluante ?**
- **Ses composants participent-ils à la pollution intérieure de l'espace de vie ?**
- **Quelles quantités de ressources (énergie primaire, eau, matières premières) sont utilisées pour sa fabrication et pour son transport ? Ces ressources sont-elles pérennes ?**
- **Le matériau est-il durable dans le temps ? Nécessite-il de l'entretien ?**
- **Le matériau est-il biodégradable, convertible ou recyclable ? Où, comment et à quel coût ?**

Pour vous aider, des données chiffrées sont disponibles, soit sur l'étiquette (labels, données techniques) du matériau, soit sur les Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES). Ces fiches, mises en lignes sur le site de l'INIES fournissent un nombre important d'informations environnementales et sanitaires sur de nombreux produits, calculées de manière précise sur l'ensemble du cycle de vie. Vous pouvez ainsi comparer les produits par exemple sur l'énergie ou l'eau consommée pour la production, les pollutions et déchets engendrés, ...

Attention aux idées reçues, certains matériaux naturels peuvent provenir de régions où leur exploitation et leur culture ne sont pas écologiquement neutres (par exemple, certains bois exotiques prélevés illégalement dans des forêts primaires). Il est souhaitable de s'informer sur l'origine et la transformation d'un matériau (auprès du fabricant, fiche technique, labels) afin de choisir celui présentant le bilan environnemental et social le plus acceptable.

Pour la maîtrise d'œuvre, il existe des logiciels d'Analyse de Cycle de vie, dans lesquels il est possible de rentrer le plan et la composition du bâtiment. Ceux-ci fourniront l'impact environnemental global du bâtiment en fonction des critères choisis.

4.3 Présentation de matériaux d'isolation naturels

- **Fibre de chanvre**

Cette plante nécessite très peu d'entretien et d'eau.

La plante défibrée est utilisée pour le remplissage d'ossature ou la réalisation de mortier (mélange chaux, terre, béton...) et d'enduits. Le chanvre est disponible en vrac, en panneau semi-rigide ou en rouleau.

Coefficient de conductivité thermique : $\lambda = 0,039 \text{ W/m.K}$

- **Laine de lin**

La plante est rustique, cultivée sans pesticides.

Traitées au sel de bore (feu) et au silicate de sodium (moisissures), les fibres sont ensuite cardées avec des fibres de polyester.

Le lin se trouve en vrac, rouleau ou panneau. Sa performance thermique est excellente.

Coefficient de conductivité thermique : $\lambda = 0,037 \text{ W/m.K}$

- **Liège expansé**

Réduit en granule puis expansé en autoclave pour emmagasiner de grandes quantités d'air, il peut être utilisé pour toutes les opérations d'isolation, même sous chape.

Le liège est vendu en vrac ou en panneau.

C'est un bon isolant à la fois thermique et acoustique. Il est imperméable et garantit un bon confort d'été grâce à sa densité.

Coefficient de conductivité thermique : $\lambda = 0,037 \text{ à } 0,040 \text{ W/m.K}$

- **Ouate de cellulose**

Obtenu à partir de journal recyclé, broyé et défibré, elle subit ensuite divers traitements (gypse, sel de bore...) afin de résister aux moisissures, au feu et aux insectes.

Elle est vendue sous forme de panneaux ou en vrac pouvant être insufflée dans les parois.

Elle peut se loger dans tous les interstices et offrir un manteau isolant très performant.

Coefficient de conductivité thermique : $\lambda = 0,035$ à $0,040$ W/m.K

- **Fibre de bois**

La laine de bois est obtenue par défibrage des déchets de scierie (recyclage) et disponible en vrac, en rouleaux ou en panneaux rigides. Elle garantit une bonne isolation et une bonne densité.

Coefficient de conductivité thermique : $\lambda = 0,042$ W/m.K

- **Le textile recyclé**

Il est produit par le Relai de la fondation Emmaüs qui défibre et recycle les textiles inutilisables (coton, laine, acrylique). Ils sont effilochés et thermoliés avec du polyester et transformés en panneaux et en rouleaux par des personnes en réinsertion.

L'isolant est un bon régulateur d'humidité, performant et résistant dans le temps. C'est actuellement l'isolant le moins cher du marché.

Coefficient de conductivité thermique : $\lambda = 0,039$ W/m.K

- Il en existe bien d'autres (plume de canard, paille, laine de coco, coton...).

4.4 Présentation du bois matériau

Le bois est un matériau renouvelable, recyclable et durable qui contribue à la réduction de l'effet de serre en stockant le carbone dans les constructions (1m³ de bois stocké = 1 tonne de CO₂ stockée).

Dans son analyse de cycle de vie, la construction en bois nécessite 3 fois moins d'énergie fossile qu'une même construction en béton, et aucune eau pour sa transformation et sa mise en œuvre.

D'un point de vue économique, en France, le bois est un matériau d'avenir avec une filière génératrice d'emploi à développer.

4.4.1 *Caractéristiques thermiques du bois*

Le bois est un matériau efficace sur le plan thermique. Sans aucune transformation, ses caractéristiques intrinsèques lui confèrent une bonne isolation (pour un matériau porteur) ainsi qu'une certaine inertie (pour le confort d'été).

De plus, le bois est un matériau dit « chaud ». Utilisé en revêtement intérieur, il se réchauffe rapidement en hiver et apporte une sensation de chaleur aux occupants.

4.4.2 *Mode d'utilisation*

- **Ossature bois**

C'est l'utilisation du bois la plus répandue en France. Une trame de montants de bois, espacés de 40 à 60 cm, est habillée de panneaux de particules (contreplaqué ou d'OSB). L'isolant thermique s'insère entre les panneaux.

- **Poteaux-poutres**

Le "squelette" de la maison, constitué de poteaux de forte section espacés de 2,5 à 5 mètres, reliés par des poutres, est monté en quelques jours en atelier. Il peut ensuite recevoir une grande variété de remplissage (chanvre, paille, brique...).

Ce système constructif permet également de mettre en œuvre des couches d'isolants plus épaisses pour améliorer l'isolation extérieure.

- Bois empilé

C'est la technique la plus traditionnelle, celle de l'isba et du vieux chalet. D'épaisses pièces de bois de section ronde (rondins) ou carrée (madriers) sont empilées horizontalement. Elles s'emboîtent avec précision, empêchant l'infiltration des eaux de pluie. Non transformés, les rondins de bois gardent toutes leurs qualités naturelles et notamment thermiques.

- Panneaux massifs

Technique essentiellement utilisée pour les bâtiments de grandes dimensions (collectifs, industriels et commerciaux), elle conquiert peu à peu les maisons individuelles. Elle repose sur de vastes panneaux de structure en planches contrecollées, dont les performances mécaniques sont supérieures au bois massif car ils peuvent travailler dans tous les sens. Ces panneaux sont utilisés à la fois comme éléments de murs extérieurs, planchers et supports de couverture. Les panneaux de bois massifs peuvent être travaillés pour enfermer de l'air et améliorer leurs performances thermiques (structure porteuse isolante).

- Les autres utilisations du bois

On le retrouve dans les vêtements, les menuiseries, les revêtements de sol intérieurs et extérieurs et les isolants. Chaque essence a ses propres propriétés et caractéristiques (mécaniques, de réaction à l'humidité, aux UV du soleil, aux insectes ou champignons...) Suivant la résistance biologique, chaque essence est classée de 1 à 5 (ordre croissant de résistance naturelle).

Attention, les bois lamellés collés peuvent contenir de grandes quantités de formaldéhydes, il est nécessaire de vérifier les quantités et qualités indiquées sur les produits car il existe des colles sans formaldéhydes.



Source : Lionel VACCA



4.4.3 La gestion durable des forêts

Les bois « Ecocertifiés »

Il existe des labels qui garantissent que le bois provient de forêts gérées durablement. Choisir ces labels permet de limiter la déforestation des forêts primaires, endiguer le commerce de bois illégal, exploiter raisonnablement les ressources, préserver l'environnement, et développer les pays du tiers monde.

Le label le plus exigeant et connu est le label FSC (Forest Stewardship Council). Le label PEFC (Programme Européen des Forêts Certifiées) est également répandu mais moins exigeant.



La filière économique régionale reste à privilégier car elle permet un approvisionnement de proximité, avec un contrôle des provenances et le développement de l'économie locale de la filière bois.

5 GESTION DE L'EAU DANS LA CONSTRUCTION

5.1 La préservation de la ressource en eau en milieu urbain

5.1.1 Problématique de l'eau en milieu urbain

Depuis 1990, la quantité d'eau douce que nous prélevons a été multipliée par 6, entraînant une surexploitation et une pollution croissante de la ressource.

L'acte de construire induit 3 impacts majeurs qui perturbent le cycle de l'eau :

- Une consommation croissante en eau potable, due à l'édification de bâtiments fortement consommateurs en eaux (chasse d'eaux, robinet, baignoire...) et à des usages peu économes.
- Du fait des surfaces imperméabilisées (infrastructures routières, bâtiments), de la multitude de déchets jetés sur la voie publique et de quantités d'hydrocarbures émis par la circulation, l'eau qui ruisselle sur ces surfaces se charge de pollution, et peut se retrouver dans le milieu naturel.
- Le cycle naturel de l'eau est basé sur un équilibre dans lequel l'eau de pluie ruisselle jusqu'aux cours d'eaux, s'infiltre dans le sol, s'évapore ou est absorbée par les végétaux. La forte imperméabilisation des sols perturbe ce cycle par une accélération de la vitesse des eaux de ruissellement, une augmentation des pics d'écoulement, une diminution de l'infiltration naturelle des eaux, ce qui augmente le risque d'inondation et parfois l'engorgement de station d'épuration.

5.1.2 Le rapport de la commune de Sucy-en-Brie face à l'eau

Située au bord de la marne, la commune de Sucy-en-Brie comprend un PPRI (Plan de Prévention des Risques d'Inondation) sur une partie du territoire. Elle se situe aussi sur les pentes du Plateau de Brie, ce qui la soumet à un risque de ruissellement gravitaire. De fait, la gestion durable de l'eau est donc particulièrement importante sur la commune de Sucy-en-Brie.

5.2 La gestion économe de l'eau dans la construction

5.2.1 L'utilisation rationnelle de l'eau dans la construction

A l'heure actuelle, tous les bâtiments peuvent être équipés d'une panoplie d'équipements à faible surcoût qui permettent de réduire les consommations d'eau potable de manière significative :

- Robinetteries avec mitigeurs thermostatiques (économie moyenne de 30%)
- Chasses d'eau à double débit 3-6 litres
- Mousseurs économes et limiteurs de débits intégrés aux robinetteries
- Détecteurs de fuites (1 chasse d'eau qui fuit = 250 m³/an)
- Compteurs d'eau pour mieux identifier et maîtriser ses consommations.
- Capteurs de présence dans les sanitaires de bâtiments tertiaires
- Appareils ménagers économes en eau (lave-linge, lave-vaisselle)

5.2.2 La récupération de l'eau pluviale dans la construction

La récupération d'eau de pluie peut se faire de deux façons.

Au moyen d'un récupérateur d'eau

Cette technique peu coûteuse consiste à placer un récupérateur d'eau (grand réservoir plastique) en dessous de la descente de gouttière. L'eau récupérée n'est utilisable que pour les usages extérieurs (arrosage) car elle ne subit aucun traitement.



Source : Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry

Au moyen d'une citerne de récupération

Ce dispositif plus complexe, permet de récupérer l'eau de pluie et de la stocker dans une citerne permettant un prétraitement biologique de l'eau. Cette eau peut servir aux usages extérieurs (arrosage, lavage) et intérieurs (toilettes, lave-linge) du bâtiment. Ce système ne doit pas être installé pour les seuls usages extérieurs (10% de consommation d'eau d'un ménage) car l'installation serait surdimensionnée et non rentable.

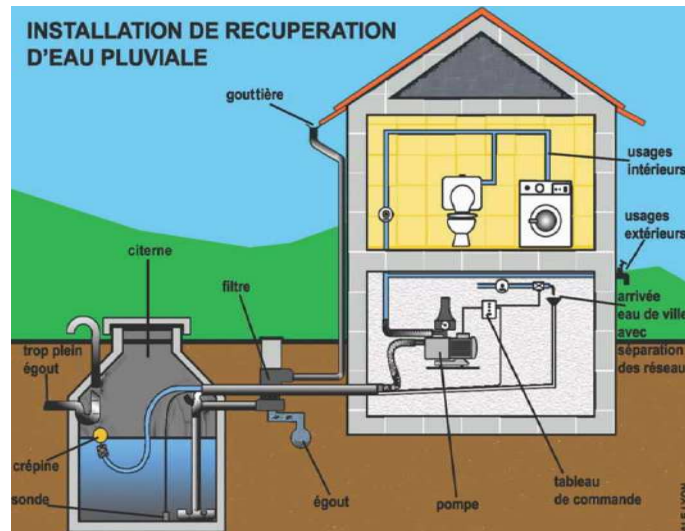
L'installation nécessite un local technique indépendant ou un sous-sol pour installer une cuve, ou bien une surface de terrain suffisante pour l'enterrer.

Dimensionnement de l'installation :

Le volume de stockage d'une citerne se calcule en fonction de la pluviométrie, de la surface de récupération et des besoins journaliers. Dans le cas d'une citerne enterrée, la nature du sol est à vérifier.

Description de l'installation :

- 1) L'eau est collectée par la gouttière de la toiture munie d'une crépine
- 2) L'eau est filtrée soit par un filtre à centrifugation installé dans le tuyau de la descente d'eau pluviale, soit à travers une paroi perforée.
- 3) L'eau est ensuite stockée dans une cuve munie d'un trop plein, constituée de béton (de préférence) ou de matière plastique, à l'abri de la lumière et des variations de température. A l'intérieur, l'eau est épurée par des bactéries contenues dans l'eau qui digèrent la matière organique.
- 4) Un système de distribution par pompe permet l'utilisation de cette eau (d'un point de vue sanitaire, les réseaux d'eau potable et d'eau de citerne seront séparés).



Source : ALE du Grand Lyon

L'installation nécessite une entrée de propriété assez grande pour laisser passer les engins de terrassement.

Les eaux de pluie peuvent être recueillies pour une réutilisation domestique pour l'arrosage des espaces verts, les chasses d'eau et à titre expérimental, la machine à laver. Les modalités techniques et sanitaires sont prévues et par l'arrêté du 21 août 2008 relatif à « la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ».

5.3 La gestion des eaux pluviales à la parcelle

Attention : la Commune de Sucy-en-Brie est soumise au Plan de Prévention des risques de mouvements de terrains différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Ce phénomène est dû à la présence d'argile gonflante dans le sol qui peut détériorer le bâti en présence d'eau. Toutes les communes de la communauté présentent ce risque sur une partie de leur territoire.

Ce plan interdit :

- La création de puits d'infiltration situé à moins de 5 m de toute construction
- Toute nouvelle plantation à une distance inférieure à la hauteur du bâtiment pour les arbres et 1,5 fois la hauteur du bâtiment pour les haies

De fait, certaines propositions liées à la rétention des eaux pluviales et à la végétalisation doivent être réalisées dans les limites fixées par ce plan de prévention.

Comme il a été cité précédemment, l'imperméabilisation des sols entraîne de fortes perturbations de l'équilibre du cycle des eaux pluviales. La gestion des eaux pluviales consistera à limiter au maximum l'évacuation des eaux vers le milieu naturel ou le réseau.

5.3.1 *Limiter le débit de fuite*

Le débit de fuite correspond au volume d'eau provenant de la parcelle rejetée dans le réseau collectif d'assainissement. Il est exprimé en l/s/hectare (Cf. Art. 4 Règlement d'urbanisme). Il participe à la surcharge du réseau et entraîne des coûts d'installation de nouveaux réseaux d'assainissement pour la collectivité.

Afin de limiter ce débit, on favorise le plus possible la rétention et l'infiltration des eaux sur la parcelle à urbaniser, par un sol meuble et végétalisé. Des solutions de stockage et d'infiltration sont possibles.

5.3.2 La surface perméable sur la parcelle

En fonction de la surface à construire, de la densité du territoire et du niveau de perméabilité du sol, une part importante de surface perméable sera prévue (Cf. Art. 9 Règlement d'urbanisme). Si la parcelle manque de surface, des techniques compensatoires pourront être mises en œuvre pour réduire le débit de fuite.

5.3.3 Maintenir des surfaces végétales en pleine terre sur la parcelle

Conserver les surfaces végétalisées pré-existantes permet de bénéficier d'une épaisseur de terre importante et de végétaux matures. Ceux-ci ont une capacité de rétention d'eau significative (un peuplier mature peut absorber jusqu'à 150 litres d'eau par jour). De plus, la présence de haies perpendiculaires à la pente, forme un barrage qui limite le ruissellement.

En fonction des possibilités offertes par un chantier, ces composantes végétales seront à préserver.

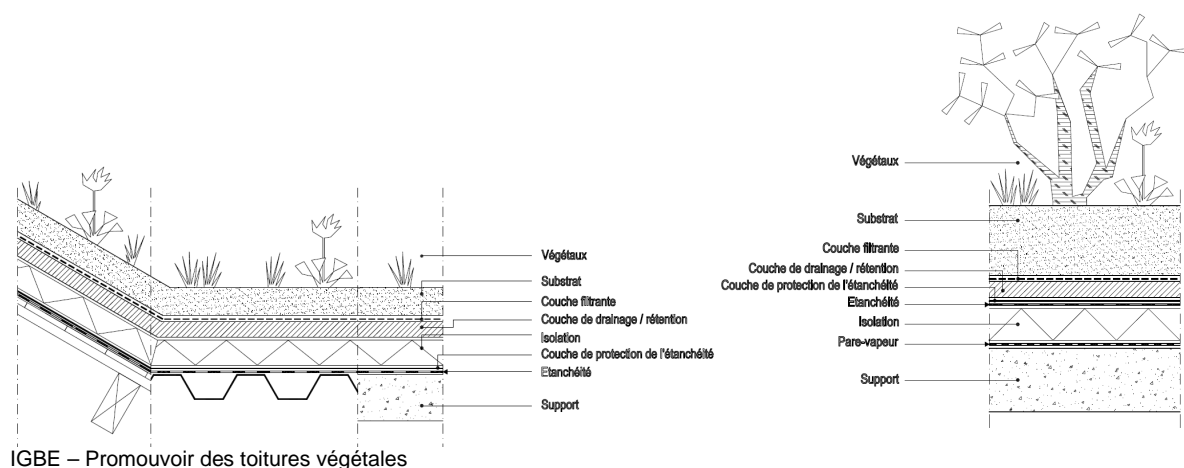
5.3.4 Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales

5.3.4.1 Toitures végétalisées

Cette technique vise à élaborer un complexe d'étanchéité permettant de planter un espace vert en toiture terrasse.

Elle permet la rétention de 20 à 80% de l'eau de pluie en fonction de la technique utilisée et du taux de précipitations. Il en existe 3 grands types :

Type	Toitures-terrasses jardin	Les toitures végétalisées semi-intensives	Les toitures végétalisées extensives
Epaisseur	40 cm à 80 cm	30 cm	10 cm
Poids	700 à 1500 Kg/m ²	intermédiaire	80 à 180 Kg/m ²
Végétation	Arbustes et arbres en évitant les espèces à systèmes racinaires puissants	Gazon à croissance lente, plantes vivaces ou arbustes	Petite plante grasse type sédum
Accès	Accessible, ce qui permet la création d'un espace de vie sur la toiture	Accessible, création d'un espace de vie	Inaccessible
Remarques	Technologie lourde qui implique un entretien et un investissement importants.	Utilise une culture élaborée pour réaliser un espace décoratif. Nécessite un entretien modéré (un arrosage indispensable).	Investissement faible et mise en œuvre rapide. Sans arrosage ni entretien. Possible sur toute structure neuve (acier, béton, bois...). Applicable en réhabilitation si la charge ne dépasse pas 150 kg /m ² .



IGBE – Promouvoir des toitures végétales

Hormis la gestion des eaux, les bénéfices des toitures végétales sont multiples en améliorant :

- le confort thermique (isolant et évaporation des plantes l'été)
- l'étanchéité des toitures
- la qualité de l'air par fixation naturelle de poussière et de polluants
- les corridors biologiques.



Source : Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry (toiture extensive et semi-intensive)
 Source : Gisèle Crocq – Mairie de Paris (toiture intensive)

5.3.4.2 Bassins paysagés d'infiltration

Les bassins d'infiltration sont des ouvrages à ciel ouvert conçus pour stocker temporairement les eaux récoltées sur les surfaces imperméabilisées de la parcelle lors d'un épisode pluvieux donné avant de les infiltrer dans le sol. En raison de l'absence de traitement l'eau ne doit donc pas être polluée. L'eau n'y est donc présente que de manière passagère. A l'échelle de la parcelle, les bassins d'infiltration peuvent prendre différentes formes :

Dépression engazonnée	Noue d'infiltration	Fossé planté d'une végétation indigène
<p>Le bassin constitue une simple dépression dans un jardin extérieur. Il peut être établi dans une zone de recul au pied d'une descente d'eau de toiture. L'eau y est véhiculée par des caniveaux en matériau dur pour éviter l'érosion du sol.</p> <p>Au sein d'un ensemble de logements un bassin de plus grande dimension peut être intégré en tant qu'espace vert ou espace de jeu.</p>	<p>Une noue est un fossé large et peu profond et des rives en pente douce. L'eau y est véhiculée soit par des canalisations soit directement par ruissellement des surfaces adjacentes.</p>	<p>Le fossé planté est une noue avec une fonction paysagère et de renforcement de la biodiversité. Il peut être planté d'espèces indigènes à grande capacité d'adaptation reproduction et aimant se faire inonder de temps en temps (Baldingère, Epilobe, Iris, Carex...).</p>



Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry Fribourg et lotissement de Kupperbush (Allemagne)

5.3.4.3 Aires durcies perméables

Adaptés pour les surfaces de stationnement et de circulation, ces revêtements perméables garantissent à la fois la stabilité du sol et l'infiltration de l'eau dans les couches inférieures du sol. Ils sont constitués de matériaux formant une couche poreuse, soit par leur structure propre, soit par leur mode d'assemblage. Ils prennent la forme de graviers, dolomies, pavement à larges joints, pavement perméables, dalles gazon en béton, en polyéthylène ou autres, mulch, copeaux de bois, ...

Lorsque la surface reçoit une pollution importante (parking de grande dimension) qui ne peut être traitée localement par le pouvoir épurateur du sol, les eaux seront récupérées et traitées (bac déshuileur par exemple) suivant les préconisations du règlement d'assainissement (Cf. Art. 4 Règlement d'urbanisme).



Source : Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry

5.3.4.4 Puits d'infiltration

L'eau de ruissellement est acheminée par les descentes d'eaux pluviales vers un caniveau fermé menant au puits d'infiltration.

Conçu pour gérer les épisodes pluvieux, le puits d'infiltration est constitué d'une cavité de stockage en béton sous laquelle sont disposées des couches filtrantes (sable et cailloux grossiers avec remblais périphériques en cailloux). L'eau s'infiltré rapidement dans le sol via le fond et les parois latérales.

Le système est adapté lorsque les surfaces disponibles sont restreintes ou quand la perméabilité du sol n'est pas suffisante.

5.4 Eaux et biodiversité

5.4.1 *L'enjeu de Sucy-en-Brie en matière de biodiversité*

Le Département du Val de Marne est urbanisé à environ 65% (voire à 80 % en tenant compte des espaces urbains ouverts non naturels), contribuant à la forte pression sur la biodiversité et à la fragmentation des milieux naturels. La ville de Sucy-en-Brie fait partie des communes ayant une forte proportion de végétal (1/3 de sa surface).

Elle compte notamment 110 ha d'espaces verts (parcs, jardins, particuliers, bordure de rus), 265 ha de bois et de forêts (Forêt Notre Dame), 3 espaces naturels dont 2 marres inscrits comme ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique).

5.4.2 *L'interdépendance de l'eau et de la biodiversité*

Les espaces de terre plantés, prévus pour la gestion des eaux pluviales, sont des lieux propices au développement du vivant. Gestion de l'eau et biodiversité peuvent donc être pensés conjointement pour, tout en assurant la rétention des eaux pluviales, améliorer la diversité écologique de la parcelle.

Il s'agit de tout mettre en œuvre pour favoriser la diversité des espèces sur la parcelle. Mais également de participer au maillage vert de la ville qui permet aux espèces de circuler à travers ce qu'on appelle les « corridors biologiques urbains » (milieux permettant la circulation des espèces entre les espaces de vie).

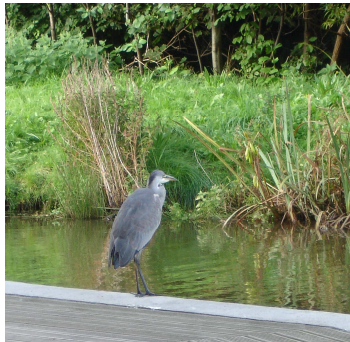
Voici quelques exemples de ce qui peut être fait :

- Conserver ou créer des espaces en friche ou plantés en continuité avec les espaces plantés voisins.
- Conserver ou planter des espèces arbustives ou arborées
- Favoriser la gestion différenciée des espaces verts (traitement individualisé répondant au besoin de chaque espèce)
- Eviter les intrants chimiques
- Privilégier des haies de plusieurs espèces rustiques
- Laisser certains espaces en friche
- Effectuer des tontes espacées dans le temps

Attention au choix des espèces introduites :

Certaines plantes ne sont pas adaptées à la région ou peuvent émettre des pollutions (pollens abondants et allergisants comme ceux du platane). D'autres peuvent devenir invasives et modifier l'équilibre d'un écosystème (ailante, catalpa...). Il est fortement conseillé de planter des espèces locales, rustiques et peu consommatrices en eau (Charme, Chêne, Robinier faux-acacia, églantier...).

La ville de Sucy-en-Brie s'est dotée d'un guide des clôtures qui recommande l'utilisation de haies « libres » composées d'espèces diversifiées et limiter l'utilisation du « tout thuya » qui développe des maladies et appauvrit la biodiversité locale.



Jardin de maison unifamiliale à Anderlecht

Héron - Source : Christine de Buhan – Architecte / Jardin – Source : IBGE

6 GESTION PERFORMANTE DES DECHETS

6.1 La problématique des déchets en France

En France, chaque habitant produit en moyenne 360 kg de déchets ménagers/an, soit 6 L/jour.

Ils sont traités dans différentes filières de traitement (chiffres ADEME 2004) :

La mise en décharge : 45% de nos déchets ménagers terminent en centre de stockage (anciennement décharge), contre 25% en Allemagne ou 3% aux Pays-Bas. Ce qui en fait le premier poste d'élimination de déchets. Cette solution a des limites car elle mobilise de grandes surfaces agricoles sans résoudre le problème de l'élimination des déchets.

L'incinération : 36% de nos déchets sont incinérés. Bien que polluante dans certains cas, cette solution peut permettre une revalorisation énergétique de nos déchets en produisant de la chaleur (chauffage urbain) ou de l'électricité.

Le recyclage : Seulement 14% de nos déchets ménagers sont recyclés, contre 41% en Allemagne ou 55% aux Pays-Bas.

Ces chiffres nous montrent qu'il y a encore beaucoup d'efforts à faire en matière de tri sélectif, mais surtout de réduction à la source des quantités de déchets que nous produisons :

Si tous les déchets produits en France étaient déposés sur un même lieu, cela représenterait une montagne haute comme le Mont-Blanc !

6.2 Agir en amont

Le meilleur déchet, c'est celui qu'on ne produit pas. La gestion des déchets passe avant tout par une maîtrise à la source par la règle des 3 R : réduire, réutiliser, recycler.

Réduire

Au moment de l'achat

- Eviter les produits sur-emballés (préférer les produits frais, en vrac, les écorecharges)
- Choisir des produits durables et réparables plutôt que jetables (piles rechargeables, produits de qualité)

Dans la façon de consommer

- Louer ou emprunter plutôt qu'acheter certains appareils utilisés rarement (bricolage, ...)
- limiter sa consommation (impression de papier, sacs plastiques)
- apposer un autocollant « Stop-pub » sur la boîte aux lettres,...

Réutiliser

En donnant une 2^e vie aux produits

- réparer l'ancien matériel
- donner ce qui fonctionne
- récupérer ou acheter d'occasion

Recycler

- Préférer des matériaux recyclables ou compostables, et non polluants.
- Respecter les consignes de tri et prévoir les aménagements

Des affiches d'information et de sensibilisation peuvent être apposées (dans les locaux déchets par exemple) pour inciter les usagers du bâtiment à réduire leur production de déchets et respecter les consignes de tri.

6.3 La gestion des déchets à Sucy-en-Brie

La collecte et le traitement des déchets de Sucy-en-Brie sont gérés par la communauté d'agglomération Haut-Val-de-Marne.

Les déchets sont collectés selon 5 filières de traitement :

Type de déchet	Mode de collecte	Fréquence
Emballages et papiers recyclables	Porte à porte	Hebdomadaire
Verre	Zone pavillonnaire : Porte à porte	Hebdomadaire
	Autre : points d'apport volontaire	Permanent
Déchets ménagers	Porte à porte	Bihebdomadaire
Déchets verts	Porte à porte	Hebdomadaire
Encombrants	Porte à porte	Mensuel
Déchets spéciaux et toxiques	Déchetterie	Horaires en mairie

Deux déchetteries, localisées à Sucy-en-Brie et à la Queue-en-Brie, accueillent les habitants de Sucy-en-Brie pour un apport volontaire de tous types de déchets, notamment les déchets spéciaux et toxiques, non collectés en porte à porte (déchets électroniques, gravats, huiles...).

6.4 Les locaux déchets

La gestion ultérieure des déchets doit être prévue dès la conception des bâtiments pour permettre le dépôt, le stockage et l'évacuation (circulation) de ces déchets.

A l'intérieur de chaque logement ou local, des espaces spécifiques et suffisants seront prévus pour permettre le tri, notamment dans la cuisine.

Un local déchet est également à prévoir. Une réflexion doit être engagée sur la localisation, la dimension et l'aménagement de cet espace et des voies d'accès.

L'esthétique du local doit être réfléchi au même titre que celle du bâtiment et il doit être entretenu pour que ce lieu ne soit pas mis à l'écart et évité.



Brise soleil Source : Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry



Local extérieur fermé à Malmö- Source : IBGE : Concevoir des dispositifs didactiques et ergonomiques de gestion des déchets

6.4.1 Dimensions des locaux déchets

Le volume de déchets attendu dépend de l'usage du bâtiment (bureaux, commerces, habitat,...) et du nombre d'occupants.

Les locaux déchets seront d'assez grande dimension pour accueillir les différents bacs et faciliter le dépôt et la collecte. On peut évaluer le nombre et la dimension des conteneurs nécessaires en fonction du volume de déchets, de la fréquence des collectes, et de la dimension des accès.

Dimension des conteneurs utilisés à Sucy-en-Brie pour les habitants

	Verre	Déchets ménagers	
Volume (litres)	35	120	240
Hauteur (m)	0,506	0,935	1,095
Profondeur (m)	0,310	0,480	0,740
Largeur (m)	0,436	0,480	0,580
Emprise au sol	0,13 m ²	0,23 m ²	0,43 m ²

Dimension des conteneurs utilisés à Sucy-en-Brie pour les bâtiments tertiaires

	Verre		Déchets ménagers	
Volume (litres)	120	240	360	660
Hauteur (m)	0,935	1,095	1,095	1,160
Profondeur (m)	0,480	0,740	0,850	0,770
Largeur (m)	0,480	0,580	0,625	1,370
Emprise au sol	0,23 m ²	0,43 m ²	0,53 m ²	1,05 m ²

Dimensions minimums des locaux de stockage de déchets

Locaux individuels de stockage : (source: ADEME)

- 0,5 à 1 m²

Locaux communs de stockage intérieurs et extérieur : (source : IBGE)

- 5,5 m² + (0,14 m² x le nombre d'habitants) si le nombre d'habitants est inférieur à 50.

- 8 m² + (0,09 m² x le nombre d'habitants) si le nombre d'habitants est supérieur à 50.

6.4.2 Localisation et accessibilité

La localisation du local déchet se fera en fonction des espaces de circulation, dans un souci d'accessibilité :

- proximité des locaux par rapport aux accès (cages d'escaliers, ascenseurs, couloirs)
- optimisation des voies d'accès pour faciliter le transport (dimensions suffisante des portes et couloirs, obstacles limités, pentes douces)
- Concertation avec les services chargés de la maintenance pour gérer les modes d'évacuation.
- L'accès au local peut être simple ou double (circuit de dépôt et d'évacuation séparés).

Les aires extérieures de stockage seront situées en retrait des espaces collectifs pour la sécurité du site, le confort des usagers, et la facilité d'accès pour les services municipaux (camion poubelle). L'espace sera cloisonné ou couvert et l'intégration paysagère du site sera étudiée.

6.4.3 Aménagement des locaux déchets

Pour faciliter le tri et la manutention :

- **Cloisonnement et disposition des bacs, signalétique permanente et choix des couleurs en accord avec les bacs faciliteront le tri.**
- **Affiches d'information et de sensibilisation sur les déchets et le tri des déchets.**
- **Manutention des bacs : facilité de rotation et d'évacuation des conteneurs, dimension des portes adaptée aux conteneurs**
- **Point d'eau et siphon pour l'entretien régulier**
- **Eclairage : indispensable pour la sécurité, arrêt automatique pour la maîtrise des charges**
- **Ventilation : naturelle ou mécanique en fonction de la localisation**

6.5 Compostage

Les matières organiques représentent 30% à 40% des déchets ménagers. Souvent jetées avec les ordures ménagères, l'idéal serait de les laisser se dégrader pour retourner à la terre. Le compostage domestique, par l'habitant, de ces matières, est possible tant en habitat individuel que collectif. Il permet d'éviter leur traitement par les services collectifs et fournit un résidu, l'amendement, pouvant être utilisé au jardin.

Le principe consiste à laisser la nature faire son travail en laissant la faune du sol (bactéries, insectes, vers de terre...) digérer la matière organique. Il traite les déchets de cuisine, de jardin ou de maison (papier non pollué, sciure, carton...).

Plusieurs méthodes sont possibles :

- Compostage en tas : consiste simplement à faire un tas des déchets biodégradables d'une hauteur de 0,5 à 1,5m en moyenne. D'entretien minimal (mélange régulier), il nécessite de disposer d'un espace suffisant pour une mise en retrait, en raison du désagrément visuel (prévoir un aménagement de dissimulation) et olfactif. L'aération et l'apport d'humidité se fait naturellement.
- Compostage en bac : en évitant le désagrément visuel et olfactif, il peut être placé près des accès pour favoriser son utilisation. Il demande en revanche davantage d'entretien et de surveillance (mélange, apport d'eau, éviter le pourrissement).
- Vermis-compostage : en l'absence de jardin, on peut se procurer de petits bacs fermés dans lesquels on place des vers (trop petits pour en sortir), que l'on nourrit par les déchets alimentaires. C'est une solution propre, sans odeur, et de faible encombrement (petite commode) qui peut être mise en place à l'intérieur même des logements.

Après un temps de maturité de 8 à 12 mois le compost peut être utilisé comme amendement après tamisage.



Source : Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry

6.6 Déchets de chantier

- Contrôler la gestion des déchets : limiter l'usage des produits toxiques et les consommations en général.
- En phase travaux, un traitement spécifique de certains déchets s'impose (peinture, vernis, plomb, ...). Les déchets spéciaux seront triés selon les 3 classes (déchets inertes, déchets industriels banals, et déchets industriels spéciaux). Prévoir pour cela des aires de collectes selon les classes et informer les ouvriers.

Dénomination	Type de déchets	Destination
Déchets inertes (DI)	Brique, carrelage, plâtre, laine de verre, verres, gravats, béton, terre	Décharge classe 3 ou recyclage
Déchets industriels banals (DIB)	Plaques de plâtre, déchets ménagers, bois, déchets de nettoyage, plastiques, polystyrène cartouches, papier et cartons, métaux, peinture à l'eau, emballages revêtements de sols	Décharge classe 2 ou recyclage ou incinération
Déchets industriels spéciaux (DIS)	Déchets spéciaux, bois traité, pinceaux et chiffons, palettes, cartons et emballages souillés, cartouches produits nocifs, huile, peinture avec solvants organiques, piles et accumulateurs, produits avec amiante	Décharge de classe 1

- Organiser le chantier : gérer les flux de circulations, délimiter les aires de collectes et de stockage des déchets en fonction de leur classe de tri, les aires de nettoyage et de livraison pour faciliter un travail organisé.
- Gérer les pollutions (sol, air, eau)
- Réduire les nuisances sonores, visuelles et olfactives : respecter les réglementations en vigueur.
- Assurer l'information de la maîtrise d'œuvre des dispositions à prendre. Une charte d'engagement « Chantier à faible nuisance » peut être signée entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.

7 ACCESSIBILITE ET TRANSPORTS DOUX

Les transports représentent le secteur le plus émetteur de CO₂ (28% des émissions françaises) et le 2^{ème} consommateur d'énergie après le secteur du bâtiment. Et parmi les transports, le transport routier est responsable à lui seul de 80% de cette consommation.

Face à ce bilan, après une logique d'aménagement centrée sur la voiture, les modes de déplacement plus doux retrouvent peu à peu leur place dans l'espace de la ville. Econome en espace et en énergie la marche et le vélo peuvent être favorisés par des aménagements adaptés à ces modes de déplacement.

7.1 Locaux pour les 2 roues

Il existe 20 millions de vélos en France, soit 1 vélo pour 3 personnes, mais leur usage est encore sous-évalué dans la construction (local absent ou saturé, aménagements inadaptés).

Un espace pour les vélos est devenu indispensable, adapté à l'usage du bâtiment et au nombre d'usagers. De nombreux locaux vélos construits sont encore sous-dimensionnés. Pourtant un espace vélo de qualité, c'est des places de parking potentiellement économisées.

Pour être efficace et inciter à son utilisation, l'aménagement de cet espace doit répondre à différents principes :

- **Accessibilité et praticité** : local proche des entrées, visible et facile d'accès. De préférence en rez-de-chaussée et en évitant les obstacles (portes, marches)
- **Sécurité** : un espace couvert, clos, éclairé. Des bornes d'attaches efficaces (permettant d'attacher le cadre et la roue à la borne)

Ces principes sont essentiels car chaque obstacle à franchir rallonge le temps global de trajet et constitue un frein à l'usage du local et donc du vélo.

7.1.1 *Surface à préconiser*

Ratio de surface pour 1 vélo : prévoir 1,5 à 2 m² / vélo (Arceau et aire de dégagement).

La surface dépend du type de bâtiment et de l'utilisation.

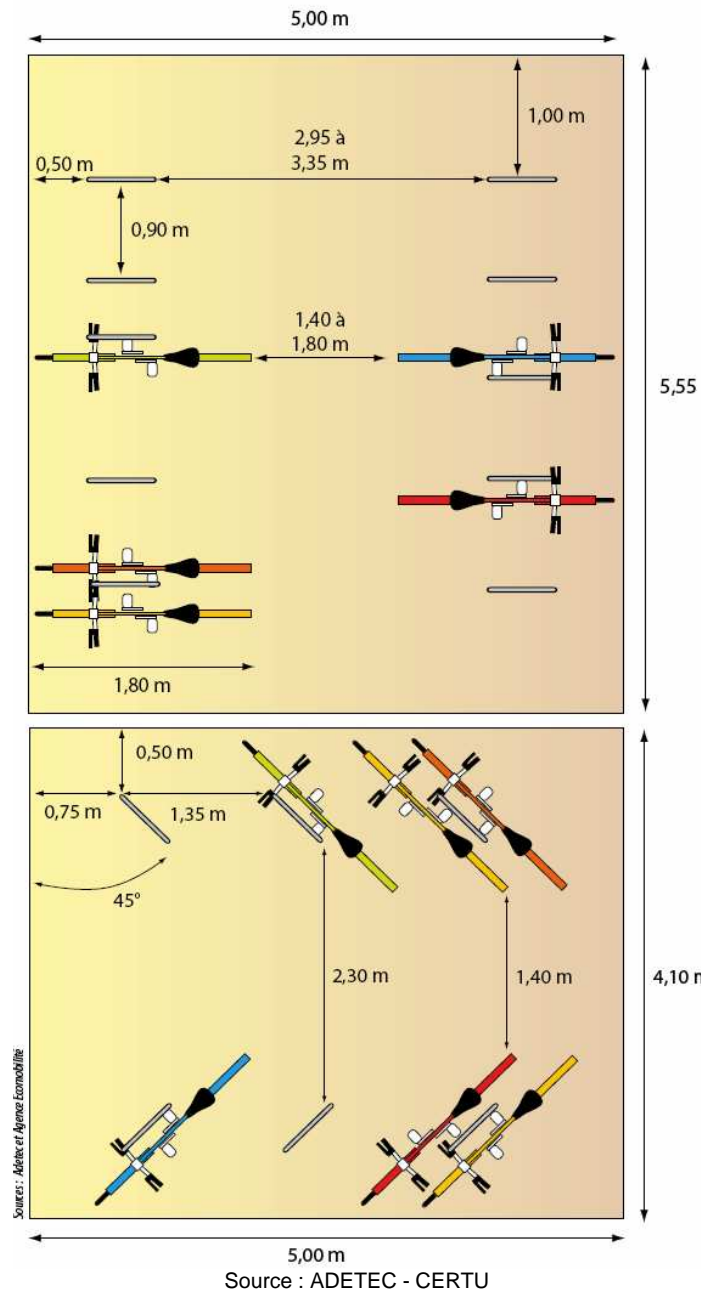
- **Etablissement recevant du public** : en proportion du public
- **Etablissement scolaire** : 30 à 60 m² de stationnement couvert par tranche de 100 élèves
- **Logements** : 1 à 1.5 m² /logement
- **Bureaux, commerces** : 1 m² pour 50 m² de surface commerciale ou bureau ou 1 place pour 10 emplois au minimum

Ces préconisations sont des surfaces minimales, en fonction des changements de comportements en matière de transport, il peut être anticipé des surfaces supplémentaires pour les années à venir.

7.1.2 Aménagement intérieur

Les locaux à vélos sont encore souvent conçus trop rapidement. Dégradations dues aux chocs, entassement des vélos, impossibilité d'attacher le vélo découragent les utilisateurs.

- Prévoir des espaces pour la circulation et la manipulation des vélos
- Des bornes suffisamment espacées, accessible au cadre du vélo pour l'antivol.



7.2 Circulation et accès au bâtiment

Les espaces extérieurs doivent prévoir des ouvertures et un espace suffisants pour accueillir des engins de travaux ou de maintenance (travaux de terrassement, approvisionnement de chaudière bois,...)

Pour les piétons, il est possible d'étudier les cheminements et les accès les plus rapides et agréables vers les points stratégiques de transport en commun (arrêt de bus, centre ville, commerces).

8 LES AIDES FINANCIERES

Pour retrouver les aides disponibles en matière d'énergie, d'environnement et d'habitat contactez votre espace info-énergie.

Crédit d'impôt de l'Etat :

<http://ecocitoyens.ademe.fr/>

L'éco-subvention de l'ANAH :

www.anah.fr

Les aides de la région Ile-de-France :

www.iledefrance.fr

9 SOURCES DOCUMENTAIRES

Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE)

Info-fiches éco-construction

- Réaliser des toitures vertes
- Maximiser la productivité écologique
- Concevoir des dispositifs didactiques et ergonomiques de gestion des déchets
- La gestion des eaux pluviales à la parcelle
- Prendre en compte le cycle de vie des bâtiments et de leurs composantes

Centre Urbain bruxellois

Le châssis des fenêtres en bois – Concilier patrimoine et confort

ADEME

Plaquettes de l'ADEME

- L'isolation thermique
- La qualité de l'air intérieur
- La ventilation

Mairie de Paris

- Cahier de recommandations environnementales pour les acteurs de la construction et de l'aménagement

Ville de Chambéry

- Guide de recommandations pour promouvoir la qualité environnementale dans la construction

Jean-Pierre Oliva

- L'isolation écologique – éditions Terre Vivante

Jean-Pierre Oliva et Stéphane Courgey

- La conception bioclimatique – éditions Terre Vivante

Thierry Salomon et Stéphane Bedel

- La maison des Négawatts – éditions Terre Vivante

Comité National pour le développement du bois - Fédération suédoise des industries forestières

- www.bois.com

ARENE Ile-de-France

- L'éolien dans l'urbain

Effinergie

Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation

ASPA

- Matériau de construction et santé

10 LES ADRESSES UTILES

Ville de Sucy-en-Brie

2, avenue Georges Pompidou 94370 Sucy-en-Brie
Tél. : 01 49 82 24 50

CAUE du Val de Marne

5 rue Carnot 94 600 CHOISY-LE-ROI
Tél. : 01 48 52 55 20 – Fax : 01 48 53 55 54

Agence de l'Energie Val-de-Marne Vitry

128 avenue Paul Vaillant-Couturier 94400 VITRY-SUR-SEINE
Tél. : 01 71 33 13 60

Communauté d'Agglomération du Haut Val-de-Marne

19 avenue de la Sablière – BP 11
94 371 Sucy-en-Brie CEDEX
Tél. 01 56 74 19 00
Fax 01 56 74 19 09

Union régionale des CAUE d'Ile-de-France (URCAUE)

32 boulevard de Sébastopol 75004 Paris
T: 01 77 16 55 65 / F: 01 48 87 00 45
contact@urcaue-idf.fr

Ekopolis

32 boulevard de Sébastopol 75004 Paris
Tél. : 01 77 16 55 65
Email : contact@ekopolis.fr

Bruitparif

9, impasse Milord 75018 Paris
Tél. : 01 75 00 04 00 - Fax : 01 75 00 04 01
Email : contact@bruitparif.fr

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)

Structure nationale :
27, rue Louis Vicat 75015 PARIS
Tél.: 01 47 65 20 00
www.ademe.fr

ADEME Ile-de-France :

6-8, rue Jean Jaurès 92807 PUTEAUX Cedex
Tél. : 01 49 01 45 47

Conseil Général du Val-de-Marne

Hôtel du département
Avenue du Général De Gaulle 94000 Créteil
Tél. : 39 94

Région Ile-de-France

Conseil Régional d'Ile-de-France
33 rue Barbet de Jouy 75007 PARIS
Tél. : 01 53 85 53 85
www.ile-de-france.fr

Airparif

7 rue Crillon 75004 PARIS
Tél. : 01 44 59 47 64 - Fax : 01.44.59.47.67
www.airparif.asso.fr

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer

92055 La Défense Cedex
Tél. : 01 40 81 21 22
www.developpement-durable.gouv.f

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

4, avenue du recteur Poincaré 75782 PARIS Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51
www.cstb.fr

Observatoire de la qualité de l'air intérieur

www.air-interieur.org

Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP)

2, rue Jules César 75012 PARIS
Tél.: 01 44 75 44 75 - Fax : 01 44 75 44 34
www.siaap.fr

Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN)

51, rue Salvador Allende 92000 NANTERRE
Tél. :01 41 20 16 00 - Fax : 01 41 20 16 09
www.eau-seine-normandie.fr