

# **ECO CONSTRUCTION**

---

PRINCIPES

Construire avec soin, construire avec passion.

Vous recherchez un partenaire de confiance pour vos projets de construction, doté de savoir-faire et d'une attention particulière à la qualité. Quelqu'un qui vous accompagne tout au long du parcours, écoute vos besoins, et gère chaque étape du processus de A à Z. Un expert, maîtrisant les matériaux, les techniques, et l'environnement.

Que votre projet soit classique, contemporain, ou audacieux, Parallel Architectes est là pour le concevoir avec dynamisme et passion. Nos architectes vous guideront proactivement vers la concrétisation de vos rêves.

Notre force réside dans la richesse de notre équipe diversifiée, prête à répondre à vos envies et à créer un projet qui vous ressemble. Chez Parallel Architectes, vous trouverez l'architecte parfait pour concrétiser votre vision.

### **DÉCOUVREZ LA PUISSANCE DE NOTRE RÉSEAU**

En tant que partenaire du groupe United Experts Group, Parallel Architectes vous offre la possibilité de vous accompagner de manière globale dans votre projet de construction. Une large gamme de services peut vous être proposée : demande de permis d'environnement, études de sol, plan de suivi de démolition, inventaire amiante, conseil environnemental, ...

Plus besoin de vous asseoir autour de la table avec dix partenaires différents. Parallel Architects coordonne les différents domaines d'expertises impliqués et vous met en contact avec le bon expert.

# LE CONCEPT PASSIF

Le concept a été développé en Allemagne dans les années 1970. Le principe est qu'une maison n'a pas besoin d'un système de chauffage conventionnel (chauffage central, chaudière, pompe à chaleur, poêle à bois, ...) pour répondre aux critères du confort moderne (température, qualité de l'air, hygrométrie, ...).

## 1. ALLIER LE CONFORT ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Le confort et l'efficacité énergétique sont intimement liés et les solutions mises en place sont les mêmes.

### A. ISOLATION

Rappel théorique : la température ressentie est la moyenne entre la température de l'air ambiant et celle des surfaces environnantes. Pour le confort et l'efficacité énergétique, il est donc indispensable d'avoir une très bonne isolation afin d'avoir des parois extérieures à des températures proches de 20°C. D'où le choix, par exemple, du triple vitrage et de châssis performants qui suppriment la perception du froid, contrairement au double vitrage. Les ponts thermiques doivent être traités afin de supprimer les points froids, sources d'inconforts et de risques techniques..

### B. ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Les courants d'air sont une autre source importante d'inconfort et de pertes de chaleur. Ceux-ci sont supprimés en maison passive grâce à un bâtiment rendu étanche à l'air.

Un test d'étanchéité à l'air est systématiquement réalisé par un organisme agréé afin de déterminer si le taux de renouvellement d'air à 50 Pascal est inférieur à 60 % par heure.

### C. VENTILATION

Une maison saine est une maison dont l'air intérieur est renouvelé en permanence par de l'air extérieur.

#### VENTILATION INTENSIVE PONCTUELLE

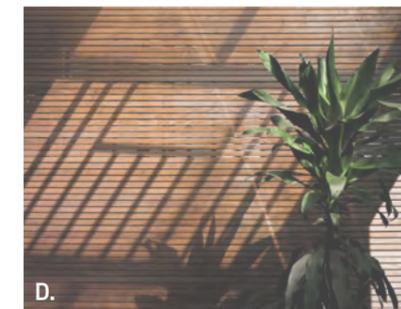
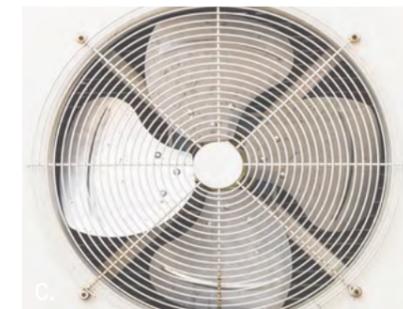
Lors de pointes de pollution (vapeur d'eau, odeurs, ...), il est nécessaire de ventiler de manière intensive, pendant peu de temps, afin d'évacuer les polluants rapidement : c'est réalisé en ouvrant les fenêtres, en allumant la hotte de cuisine, ou en augmentant ponctuellement le débit de la ventilation mécanique contrôlée.

#### VENTILATION HYGIÉNIQUE PERMANENTE

Si la maison n'est pas étanche à l'air, cette ventilation se fait naturellement, mais de manière très irrégulière en fonction du climat : plus il y a de vent, plus il y a de ventilation, souvent trop. Moins il y a de vent, moins il y a de ventilation, parfois plus du tout... Il faut ventiler tout en maîtrisant les débits mécaniquement et en amenant de l'air neuf préchauffé. Tout ceci est réalisé correctement grâce à un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur. Ce type de ventilation est systématiquement présent en maison passive.

### D. APPORTS SOLAIRES ET INTERNES

Autre aspect important du confort : la lumière naturelle doit être omniprésente dans les lieux de vie. Un ensoleillement minimum doit être respecté. Cet ensoleillement permet d'économiser l'électricité utilisée pour l'éclairage et apporte de la chaleur gratuite, surtout en hiver où le soleil est bas sur l'horizon. La vie dans la maison produit de la chaleur : personnes, invités, cuisson, multimédia, éclairage, électroménagers, ... Cette chaleur est suffisante pour couvrir les besoins en chauffage d'une maison passive, sauf lors de périodes particulièrement froides et/ou nuageuses.



## 2. ABSENCE DE CHAUFFAGE CONVENTIONNEL

Le confort et l'efficacité énergétique sont intimement liés et les solutions mises en place sont les mêmes.

## 3. BUDGET

Un système de chauffage conventionnel représente un budget conséquent, qui peut dès lors être consacré à une meilleure isolation, des châssis performants, ... La construction passive n'est quasi pas plus cher qu'une construction respectant.

### 1. LES BESOINS NETS EN ÉNERGIE - BNE

La quantité d'énergie nécessaire pour maintenir le bâtiment à la température souhaitée, qui est délivrée par le système de chauffage, s'appelle les Besoins Nets en Énergie. Ils sont calculés en additionnant les pertes (par manque d'isolation, par renouvellement d'air, ...), diminuées des apports gratuits, tels que les apports solaires et les différents apports internes.

En maison passive, ces besoins nets en énergie sont très faibles, et doivent être inférieurs à 15 kWh/m<sup>2</sup> par an.

### 2. LES BESOINS BRUTS EN ÉNERGIE OU ÉNERGIE FINALE

L'énergie finale est l'énergie consommée par le système de chauffage pour produire les besoins nets en énergie. Pour avoir un bâtiment peu énergivore, il est vain de ne compter que sur le système de chauffage, qui n'a aucune influence sur les besoins nets en énergie. Si ceux-ci sont élevés, la consommation d'énergie finale sera élevée dans tous les cas, même avec un système de chauffage très performant.

Dans le cas d'une maison passive, les besoins nets en énergie étant très faible, les besoins en énergie finale le seront également, quel que soit le système de chauffage.

### 3. L'ÉNERGIE PRIMAIRE

L'énergie primaire est l'énergie prélevée à la planète. Par exemple, pour pouvoir consommer (au niveau du compteur) 1000 kWh d'électricité, il a fallu consommer (en centrale thermique) environ 2500 kWh de gaz ou de charbon, ... Il y a donc 1500 kWh d'énergie perdue lors de la transformation de l'énergie extraite en énergie utilisable chez soi. Et donc production de 2 à 3 fois plus de CO<sub>2</sub> que si l'énergie est transformée directement chez soi (chauffage gaz, mazout, bois, biomasse, ...)

La pompe à chaleur compense le très mauvais rendement des centrales et consommera entre 2500 et 4000 kWh d'énergie primaire pour produire 2500 kWh de chaleur... En maison passive, la consommation d'énergie primaire ne peut dépasser 120 kWh/m<sup>2</sup> par an.



L'ÉNERGIE ET LA  
CONSTRUCTION PASSIVE

02

## 1. LA CONSTRUCTION ACTIVE OU PRESQUE ZÉRO ÉNERGIE

La construction active permet de produire autant d'énergie primaire que celle qui est consommée. Sur base d'une maison passive, il suffit de peu pour obtenir un bâtiment « presque zéro énergie » ou NZEB (Nearly Zero Energy Building) qui est une imposition européenne pour 2020..

### A. APPAREILS MÉNAGERS EFFICIENTS

Des appareils non efficaces risquent de consommer autant que le chauffage du bâtiment passif, ils doivent donc être choisis en conséquence...

### B. ÉNERGIES RENOUVELABLES

La construction active permet de produire autant d'énergie primaire que celle qui est consommée. Sur base d'une maison passive, il suffit de peu pour obtenir un bâtiment « presque zéro énergie » ou NZEB (Nearly Zero Energy Building) qui est une imposition européenne pour 2020..

## 2. LA CONSTRUCTION ÉCOLOGIQUE

Quand on regarde à la dépense d'énergie pour la future utilisation du bâtiment, il faut également regarder les dépenses d'énergies pour l'élaboration des matériaux qui sont utilisés lors de la construction de ce bâtiment (énergie grise).

L'emploi de matériaux ou techniques écologiques/biologiques a aussi un impact sur la santé, le confort et le bien-être des futurs habitants.

## 3. GESTION DE L'EAU

### A. RÉCUPÉRATION DE L'EAU DE PLUIE

L'eau de pluie est récoltée dans des citernes puis traitée pour pouvoir être utilisée jusqu'à éventuellement pouvoir la boire sans danger.

### B. TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Lorsque le projet est situé en zone d'assainissement autonome, les eaux usées peuvent être traitées par phytoépuration ou jardin d'assainissement et rejetées dans la nature aussi propre que si elles avaient ruisselé naturellement après la pluie.

## 4. GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Si possible, un verger et un potager sont prévus, permettant d'une part la production de fruits et légumes (permettant de réduire les déplacements), d'autre part la production de bois et le captage de CO2. Les variétés préconisées sont des variétés locales et résistantes, permettant le non-emploi de traitements phytosanitaires de synthèse.



## 5. TRANSPORT ET AUTRES

Il est également possible de produire l'énergie nécessaire pour se déplacer, au moyen de panneaux solaires photovoltaïques produisant l'électricité utilisée dans votre voiture électrique...

## 6. EN RÉSUMÉ

Une maison passive bien conçue permet à ceux qui le souhaitent d'avoir un confort optimal et un impact global minime sur la planète.

## 1. L'OSSATURE BOIS

### A. L'OSSATURE BOIS "CANADIENNE"

La structure du bâtiment est constituée d'une trame de poutres de bois de même section, pour les éléments horizontaux, inclinés ou verticaux. Un pare-vapeur est placé côté intérieur, puis une contre-cloison pour passer toutes les techniques et la finition intérieure. Une sous-toiture est placée côté extérieur pour les toits et les murs.

### B. LA STRUCTURE POTEAUX-POUTRES

C'est équivalent à l'ossature bois "canadienne", bien que la trame soit constituée d'éléments principaux (plus grosse section) et d'éléments secondaires (remplissage par des éléments de plus petites sections). Ces 2 principaux systèmes d'ossature bois sont souvent mixés au sein d'une construction.

#### LES AVANTAGES

- Rapidité d'exécution : l'ossature est montée en quelques jours et le bâtiment mis hors eau et hors air en ± 12 semaines après la finition des murs de caves. Il faut près de 6 mois de moins qu'en maçonnerie.
- Facilité de réalisation de l'étanchéité à l'air : les contre-cloisons permettent de passer toutes les techniques et donc de ne pas percer le freine-vapeur à chaque blochet, prise, bouche de ventilation, ... Un pré-test blower-door peut être réalisé avant la pose des contre-cloisons, tant que tous les éléments participants à l'étanchéité à l'air sont encore visibles.
- Légèreté : l'ossature bois est 5 à 10 fois plus légère que la maçonnerie, elle peut donc être transportée à moindre coût, les fondations peuvent être moins importantes, notamment sur sol à faible portance (éviter un radier, ...). Une ossature peut être montée par une personne seule, sans aide de grue.
- Construction sèche : pas de temps d'attente de séchage au cours de la construction, ni en fin de chantier. Par exemple, les peintures peuvent être faites directement.
- Pas de séchage des éléments et donc pas d'énergie utilisée pour ce séchage. Il faut l'équivalent d'environ 1500 litres de mazout pour sécher le plafonnage d'une habitation en maçonnerie.
- Les murs de caves n'ont pas besoin d'être surdimensionnés ou doublés.

Si possible, un verger et un potager sont prévus, permettant d'une part la production de fruits et légumes (permettant de réduire les déplacements), d'autre part la production de bois et le captage de CO2. Les variétés préconisées sont des variétés locales et résistantes, permettant le non-emploi de traitements phytosanitaires de synthèse.

#### LES INCONVENIENTS

- Le prix brut d'une construction ossature-bois est légèrement plus élevé (5 %) qu'une construction traditionnelle.
- Les entreprises d'ossature bois sont encore trop peu nombreuses, d'où le prix plus élevé.
- Ne résiste pas aux inondations et aux termites...

## 2. LA STRUCTURE EN BOIS MASSIF

Le principe : le mur de blocs traditionnel est remplacé par un mur en bois. L'utilisation du bois ne dispense pas de recourir à des épaisseurs d'isolation relativement importantes. Plusieurs techniques existent en bois massif : le bois empilé horizontalement, le bois "empilé" verticalement, les "blocs" de bois, les fustes (troncs d'arbres entiers empilés), les murs en planches empilées et clouées ou collées, ...

Les inconvénients principaux sont l'usage de grandes quantités de bois, le tassement au fur et à mesure des années, l'inétanchéité à l'air du bois rend impossible de laisser ce bois apparent à l'intérieur, le bois n'est pas très isolant par rapport à un matériau isolant tel que la cellulose, la laine de bois ou la laine de verre (il faut 3 à 4 fois plus d'épaisseur pour obtenir la même résistance thermique), .....

## 3. L'ISOLANT COFFRAGE PERDU

Dans cette solution, c'est des blocs d'isolant rigide qui sont utilisés et qui servent de coffrage perdu. C'est très léger à poser et très rapide, mais les matériaux sont plus chers à l'achat par rapport à l'ossature bois. Très peu d'entreprises travaillent avec ce type de matériau.

# LA STRUCTURE DU BÂTIMENT EN MAISON PASSIVE

## 4. LA CONSTRUCTION TRADITIONNELLE

Le principe : sur un mur porteur en béton (blocs de béton, béton cellulaire, béton armé, béton d'Argex, blocs de terre cuite, ...) est fixé un isolant puis un parement (le plus souvent en briques). L'étanchéité à l'air est assurée par le plafonnage (et donc la finition).

#### LES AVANTAGES

- Coût de construction moindre car la majorité des entreprises travaille avec cette technique.
- Beaucoup d'entreprises dans un rayon proche autour de la construction.
- Certaines personnes préfèrent le béton au bois...

#### LES INCONVÉNIENTS

- Temps de construction très long, incertitude concernant les délais car ils dépendent des conditions climatiques.
- Murs très épais
- L'étanchéité à l'air est obtenue avec les finitions. Si des retouches doivent être faites, il faut retoucher ces finitions, ce qui fait qu'il est souvent trop tard. Cette étanchéité à l'air doit être pensée et étudiée consciencieusement avant les travaux, puis contrôlée tout au long du chantier. Le séchage du plafonnage engendre parfois des fentes laissant passer l'air...

## 5. CONCLUSION

L'ossature bois s'impose comme la solution la plus pertinente pour la majorité des projets de construction passive, en raison de sa rapidité de mise en œuvre, sa légèreté, sa flexibilité et son faible impact environnemental. Elle permet aussi de gagner en efficacité énergétique grâce à une excellente étanchéité à l'air et une meilleure intégration de l'isolation.

Cependant, dans certaines situations spécifiques, comme des régions à risque d'inondations ou de termites, ou lorsque la proximité des entreprises de construction est cruciale, la construction traditionnelle peut être privilégiée. En résumé, chaque technique a ses particularités et avantages, et le choix final doit être adapté aux contraintes spécifiques du site et aux priorités du projet.



# LE CHOIX DE L'ISOLANT EN MAISON PASSIVE

## 1. COMPARAISON DES DIFFERENTS ISOLANTS

Une résistance thermique de 10 m<sup>2</sup>K/W est largement suffisante pour atteindre le standard passif. Les smileys et prix sont donnés à titre indicatif. Une épaisseur supplémentaire d'isolant pour avoir la même valeur R implique une augmentation de l'épaisseur de l'ossature et donc un surcoût qui n'est pas repris dans ce tableau.

Isolant	Utilisation	Valeur lambda (jusqu'à : W/mK)	Ecologique ?	Prix posé indicatif pour R = 10 m <sup>2</sup> K/W (€/m <sup>2</sup> )
Ouate de cellulose soufflée Isoproc i3	Caisson d'ossature bois	0.038		26.06 €
Laine de verre soufflée Knauf Supafil	Caisson d'ossature bois	0.034		26.52 €
Laine de bois soufflée Steico Zell	Caisson d'ossature bois	0.038		30.83 €
Laine de verre en rouleaux Knauf Naturoll	Caisson d'ossature bois	0.035		36.40 €
Laine de verre en rouleaux Knauf Naturoll	Caisson d'ossature bois	0.032		37.86 €
Laine de bois en panneaux Steico Flex	Caisson d'ossature bois	0.038		49.80 €
Laine de chanvre en panneaux Thermo Chanvre	Caisson d'ossature bois	0.039		55.92 €
Laine de verre en panneaux TI35U Multift	Caisson d'ossature bois	0.035		31.53 €
Laine de mouton Therman NWT40	Caisson d'ossature bois	0.04		92.13 €
EPS Graphité Placo Cello-mur Ultra	Sous enduit extérieur	0.031		52.05 €
EPS Graphité Placo Maxissimo	Sous chape	0.031		55.30 €
EPS 0.35 blanc	Sous chape	0.035		59.71 €
PIR Utherm Wall	Sous chape	0.023		55.75 €
Laine de roche Rockwool 504	Sous chape	0.04		107.28 €
Laine de bois Steico Therm	Sous chape	0.039		110.61 €

## 2. LES ISOLANTS À BASE DE FIBRES

### A. LES ISOLANTS A BASE DE FIBRES MINERALES (LAINE DE VERRE, LAINE DE ROCHE, ...)

Ce sont les isolants les plus répandus et les moins chers. Ils possèdent une très bonne qualité d'isolation thermique mais ont peu d'inertie et gèrent mal les transferts de vapeur d'eau. Leur prix est accessible.

### B. LES ISOLANTS A BASE DE FIBRES VEGETALES (LAINE DE BOIS, DE LIN, DE CHANVRE, PAILLE, LIEGE, ...)

On distingue les matériaux issus de la filière bois (laine de bois, liège) et ceux issus de la filière agricole (paille, chanvre, lin). Ces matériaux gèrent très bien les transferts de vapeur d'eau et possèdent des caractéristiques thermiques intéressantes, telles que la valeur d'isolation, l'inertie thermique, la densité.

### C. LES ISOLANTS A BASE DE FIBRES ANIMALES (LAINE DE MOUTON, DUVET DE CANARD, ...)

Ces isolants sont parmi les plus chers car ils ne résultent pas d'une filière qui peut produire intensivement. Ce sont en général de très bon produits.

### D. LES ISOLANTS À BASE DE MATÉRIAUX RECYCLÉS (PEUVENT FAIRE PARTIE DES 3 CATÉGORIES CI-DESSUS)

Le plus connu étant la ouate de cellulose (papier journal), un des produits les plus utilisés en construction écologique, tant par ses qualités intrinsèques que par son coût réduit. Les autres filières sont moins répandues, comme la laine de PET (bouteilles plastiques), laine de verre (tri sélectif du verre), laine de coton (vêtements, vieux jeans), ... Ces matériaux sont performants et plus écologiques car leur provenance d'une filière de recyclage a un double avantage : celui de diminuer les déchets et celui d'économiser la production de matière première.

## 3. LES ISOLANTS SYNTHÉTIQUES

Ce sont généralement des isolants issus de la filière pétrolière, traités chimiquement pour obtenir un maximum de petites cellules fermées, impliquant une bonne capacité d'isolation.

### A. LES POLYURÉTHANES (PUR, PIR, ...)

Isolant bi-composant, il peut être placé en panneaux rigides ou en mousse projetée sur chantier. Il possède de très bonnes performances thermiques, mais est relativement cher et n'est pas stable (chimiquement) dans le temps. Il demande beaucoup d'énergie pour être produit.

### B. LES POLYSTYRÈNES (EPS, XPS, EPS AVEC GRAPHITE, ...)

Qu'il soit extrudé, expansé avec ou sans graphite, le polystyrène est un matériau efficace, mais non recyclable et possédant un bilan environnemental global relativement faible.

Ils résistent à l'humidité, ce qui en fait un des matériaux les plus efficaces en milieu humide ou contre la terre.



## 4. CONCLUSION

Les matériaux issus des filières de recyclage (cellulose, laine de verre recyclée, PET, coton, ...) sont les matériaux de demain car la matière première est moins chère (à part pour la cellulose, il faut encore développer ces filières pour augmenter la production) et leur impact environnemental est très bon (recyclage de déchets, pas d'énergie utilisée pour produire la matière première, ...)

## 1. COMMENT CHOISIR SON SYSTÈME ?

Le choix d'un système de chauffage dépend essentiellement de : la puissance nécessaire, le besoin en rafraîchissement ou refroidissement, la consommation globale sur l'année, la durée de vie du système. La puissance du système de chauffage en maison passive est de maximum 11 W/m<sup>2</sup>, ce qui équivaut à un sèche-cheveux pour une maison de 180 m<sup>2</sup>. En tenant compte de la puissance nécessaire pour une remontée en température rapide après un retour de vacances (par exemple), nous installons une puissance de 20 W/m<sup>2</sup>, ce qui représente 3000 W pour une maison de 150 m<sup>2</sup>. Cette puissance est suffisante dans tous les cas de figure météorologiques. Au vu de la faible consommation d'une maison passive, le budget chauffage est très petit, ce qui aura des conséquences sur l'investissement dans un système.

## 2. CHAUFFAGE SEUL

### A. RADIATEURS ÉLECTRIQUES

C'est le système le plus économique à l'installation (budget de 3,50 €/m<sup>2</sup>) et celui qui demandera le moins d'entretien. Il est généralement commandé par un thermostat à affichage intégré.

### B. POÊLE OU CHEMINÉE À ÉTHANOL

Le système recommandé en cas d'envie de la présence d'une flamme. Pas de cheminée pour l'évacuation des gaz, pas d'odeur, très design. La flamme devient un véritable plaisir. Attention, ce système n'est pas recommandé pour le chauffage toute l'année, il n'est pas commandable par thermostat.

### C. BATTERIES DE CHAUFFE ÉLECTRIQUE

Système intégré au système de ventilation. Ce système présente un inconvénient majeur : pour amener suffisamment de chaleur, il faut sur-ventiler, ce qui entraîne un assèchement de l'air. Il est donc limité à certaines utilisations particulières.

## 3. CHAUFFAGE ET RAFRAÎCHISSEMENT

### A. PUIITS CANADIEN

Le puits canadien permet d'amener l'air extérieur à la température du sol avant de le pulser dans le bâtiment. Il permet donc de rafraîchir en été et de préchauffer l'air en hiver.

Sa consommation est très faible par rapport à son apport (60 W consommé pour 1000 W de froid ou de chaud), mais sa puissance maximale est très limitée (moins de 1000 W pour un puits canadien moyen en maison individuelle).

L'investissement dans un tel système est conséquent : entre 3000 et 5000 €.

### PUITS CANADIEN AÉRAULIQUE

Il s'agit de faire passer l'air de ventilation dans un tuyau enterré à une profondeur de ± 180 cm. Ce système est performant et moins coûteux, mais demande une mise en œuvre soignée et il doit fonctionner en permanence. Ce système présente d'autres inconvénients comme le risque de « siphon », le risque de développement de bactéries s'il est arrêté quelques jours, le risque d'odeurs, ...

### PUITS CANADIEN HYDRAULIQUE

Dans ce cas, l'air de ventilation est pris directement à l'extérieur, mais passe par un échangeur de chaleur « eau-air de ventilation ». L'eau de l'échangeur circule en circuit fermé dans un tuyau enterré à ± 180 cm de profondeur. Le rendement de ce système est correct et la mise en œuvre du tuyau enterré importe peu.

souvent trop. Moins il y a de vent, moins il y a de ventilation, parfois plus du tout... Il faut ventiler tout en maîtrisant les débits mécaniquement et en amenant de l'air neuf préchauffé. Tout ceci est réalisé correctement grâce à un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur. Ce type de ventilation est systématiquement présent en maison passive.

### B. POMPE À CHALEUR AIR-AIR

Permet de chauffer à moindre coût et dans le cas des pompes à chaleur réversibles, de refroidir efficacement le bâtiment. Permettra de réaliser des économies de l'ordre de 70 % par rapport au chauffage direct.

# CHAUFFAGE, EAU CHAUDE SANITAIRE ET FROID

## 4. EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS) SEULE

C'est le point le plus compliqué à régler en maison passive. Dans une habitation traditionnelle, la puissance de chauffage est suffisante pour produire l'eau chaude sanitaire en « annexe ». En maison passive, il est nécessaire de la produire de manière efficace.

### A. BALLON D'EAU CHAUDE ÉLECTRIQUE

C'est l'investissement le moins cher, mais il est très consommateur. Il existe toutes capacités, adaptées pour la douche ou le bain (> 150 litres), la cuisine ou l'évier (< 10 litres).

### B. CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE

Il s'agit d'une pompe à chaleur air/air dédiée à l'ECS.

### C. CHAUFFE-EAU SOLAIRE

C'est une très bonne alternative au chauffe-eau thermodynamique, auquel il peut venir en appoint.

### D. CHAUFFE-EAU ÉLECTRIQUE INSTANTANÉ

Permet d'amener l'eau à bonne température. Il a un rendement très élevé car il n'y a pas de perte de stockage, mais le débit d'eau à haute température est limité en fonction de la puissance du système installé. Et la puissance du système est limitée par la puissance au compteur.

## 5. CHAUFFAGE ET ECS COMBINÉS

### A. POÊLE CHAUDIÈRE ÉTANCHE + PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES

C'est le système le plus efficace, mais il est cher à l'investissement. Le poêle permet de chauffer une réserve d'eau qui peut alors être utilisée pour chauffer le bâtiment et/ou pour l'ECS. Cette réserve d'eau est prioritairement chauffée par les panneaux solaires.

### B. SYSTÈME MULTI-INTÉGRÉ

Ce système prend très peu de place, mais il est le plus cher et probablement un des moins efficace. Le rendement de chaque composant est faible (échangeur de chaleur, pompe à chaleur intégrée, rafraîchissement, ...).

Système	Chauffage	ECS	Froid	Investissement	Coût annuel	Coût entretien	Coût total 20 ans
Poêle chaudière + solaire	OUI	OUI	NON	11.000,00 €	150,00 €	150,00 €	17.000,00 €
PAC forage	OUI	OUI	OUI	10.000,00 €	300,00 €	350,00 €	23.000,00 €
PAC air-air	OUI	NON	OUI	4.600,00 €	115,00 €	300,00 €	12.900,00 €
Radiateur électrique	OUI	NON	NON	525,00 €	340,00 €	0,00 €	7.325,00 €
Thermodynamique	NON	OUI	NON	3.500,00 €	150,00 €	250,00 €	11.500,00 €
Boiler	NON	OUI	NON	600,00 €	200,00 €	40,00 €	5.400,00 €
Solaire thermique	NON	OUI	NON	5.000,00 €	60,00 €	100,00 €	8.200,00 €
Puits canadien aéraulique	NON	NON	Limité	3.400,00 €	0,00 €	60,00 €	4.600,00 €
Puits canadien hydraulique	NON	NON	Limité	4.600,00 €	60,00 €	0,00 €	5.800,00 €
Batteries de chauffe	Limité	NON	NON	2.000,00 €	340,00 €	50,00 €	9.800,00 €
Ethanol	Limité	NON	NON	2.500,00 €	500,00 €	0,00 €	12.500,00 €

## 6. COMPARAISON DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

La comparaison tient compte d'une maison de 150 m<sup>2</sup> et de l'ECS pour 4 personnes. Ne sont pas prises en compte les variations des prix des énergies. Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier fortement d'une région à l'autre et d'un terrain à l'autre.

## 7. COMPARAISON DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

La comparaison tient compte d'une maison de 150 m<sup>2</sup> et de l'ECS pour 4 personnes. Ne sont pas prises en compte les variations des prix des énergies. Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier fortement d'une région à l'autre et d'un terrain à l'autre.

Système	Investissement	Coût annuel	Coût entretien	Coût total 20 ans
Radiateur électrique + boiler électrique	1.125,00 €	540,00 €	40,00 €	12.725,00 €
Radiateur électrique + solaire thermique	5.525,00 €	400,00 €	100,00 €	15.525,00 €
Poêle chaudière + solaire thermique	11.000,00 €	150,00 €	150,00 €	17.000,00 €
Radiateur électrique + thermodynamique	4.025,00 €	490,00 €	250,00 €	18.825,00 €

## 8. COMPARAISON POUR SYSTÈMES COMBINÉS CHAUFFAGE + ECS + FROID

Système	Investissement	Coût annuel	Coût entretien	Coût total 20 ans
PAC air-air + solaire thermique	9.600,00 €	175,00 €	400,00 €	21.100,00 €
Radiateur électrique + solaire thermique + puits canadien	10.125,00 €	460,00 €	100,00 €	21.325,00 €
PAC forage	10.000,00 €	300,00 €	350,00 €	23.000,00 €
Radiateur électrique + thermodynamique + puits canadien	8.625,00 €	550,00 €	250,00 €	24.625,00 €
PAC air-air + thermodynamique	9.600,00 €	265,00 €	550,00 €	25.900,00 €

# L'ÉPURATION DES EAUX USÉES : LA PHYTOÉPURATION



## 1. ZOOM SUR LA RÉGLEMENTATION

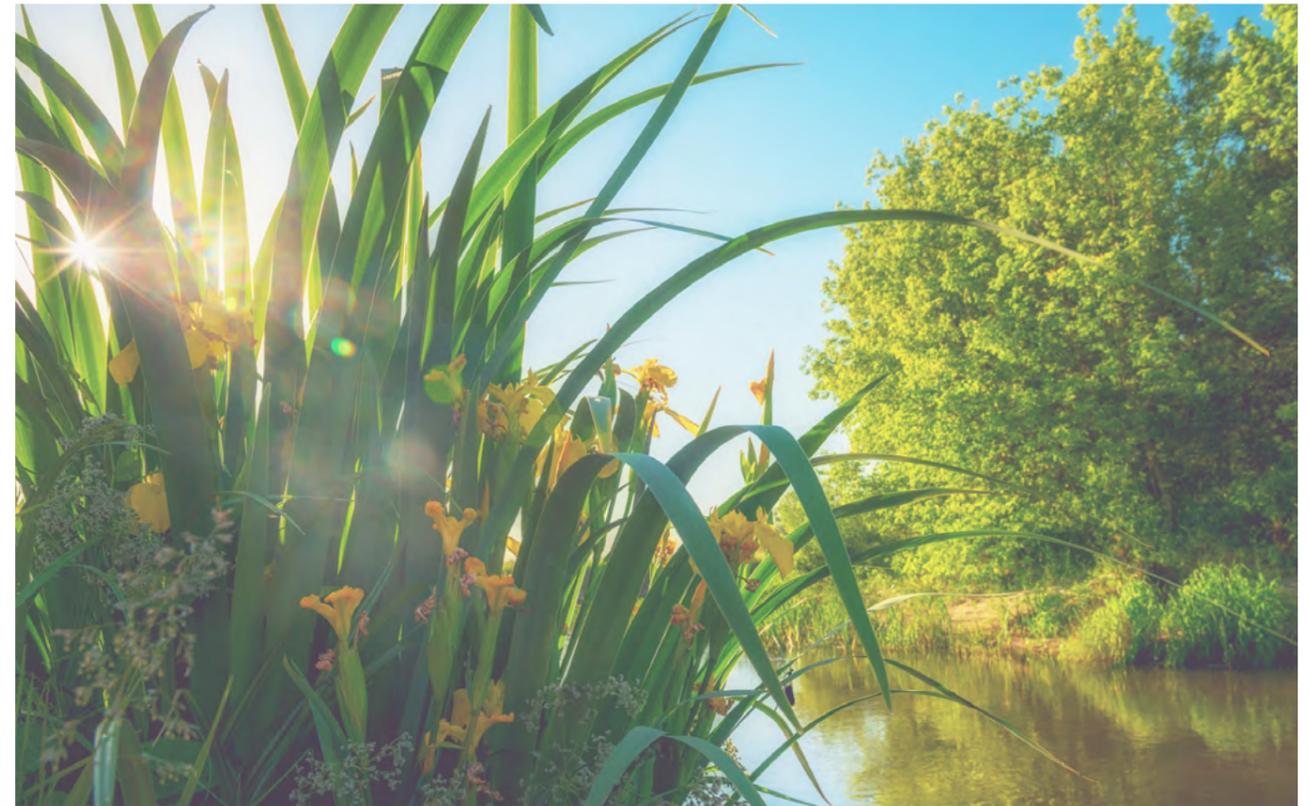
L'épuration des eaux usées domestiques est une obligation lorsque le projet ne se trouve pas en zone d'épuration collective (non raccordé au tout-à-l'égout). Plusieurs systèmes d'épuration existent notamment la filière d'assainissement plantée de roseaux (lagunage ou phytoépuration).

## 2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA FILIÈRE PLANTÉE

Les eaux usées de la maison provenant des WC, de la salle de bain, cuisine, machine à laver, ... sont collectées dans une fosse septique pour un prétraitement. Celui-ci sert entre autre à la décantation des eaux en différentes couches : le plus léger (les graisses et huiles) en surface, le plus dense (les boues et matières solides) au fond et au milieu, l'eau et les matières organiques.

Ensuite, les eaux sont envoyées sous pression vers le système de traitement : un bassin étanche, rempli de graviers et planté de roseaux, où l'épuration est complète.

À la sortie de la filière, les eaux peuvent être réutilisées pour l'arrosage, l'irrigation, un bassin d'agrément ou tout simplement rejetées dans le milieu naturel (fossé, cours d'eau, ...).



## 3. LE SYSTÈME DE TRAITEMENT : UN BASSIN ÉTANCHE PLANTÉ DE ROSEAUX

Le bassin est de dimensions variables en fonction du nombre d'habitants. Par exemple pour une maison individuelle avec 4 ou 5 personnes, ce bassin aura environ 24 m<sup>2</sup> d'emprise au sol. Ce bassin est imperméable (pose d'un EPDM au fond et sur les côtés), il est ensuite rempli de sable et de granulats dans lesquels seront plantés les roseaux. L'eau chargée en matière organique circule à travers ce bassin et la matière organique est dégradée tout au long de son trajet par les bactéries présentes sur les racines des roseaux.

## 4. POURQUOI LES ROSEAUX ?

Les roseaux favorisent le développement des bactéries en leur apportant l'oxygène dont elles ont besoin via leurs rhizomes (racines des roseaux).

Les roseaux protègent ces bactéries du froid et de la chaleur et diminuent l'évaporation. Ils permettent ainsi à la filière de fonctionner correctement été comme hiver, même après une période d'absence prolongée en été.

Le vent fait bouger les roseaux et leurs racines. Ce mouvement permet d'empêcher le colmatage de la filière et facilite la circulation des eaux à travers le bassin.

## 5. AVANTAGES

- Cette filière demande peu d'entretien, et contrairement aux autres systèmes, il peut être réalisé par le particulier. Il se limite au fauchage des roseaux à l'automne...
- Sur un terrain suffisamment en pente (moins d'un mètre est généralement suffisant), il n'y a aucune consommation d'électricité.
- Durée de vie très longue pour une filière d'assainissement : plus de 20 ans !
- Le traitement des eaux se fait de manière naturelle, sans aucun produit chimique.
- Il n'y a aucune odeur, car le traitement se fait par une dégradation en milieu aérobie (en présence d'oxygène).
- Comme il n'y a pas d'eau en surface, il n'y a pas de moustique et on peut marcher dessus en toute sécurité.
- Cette filière, appelée aussi « jardin d'assainissement », peut-être agrémenté de plantes fleuries (iris des marais, rubanier, jonc des chaisiers, grande glycérie, roseau à massette, ...). Grâce à ces plantations, il peut s'intégrer parfaitement à un jardin d'agrément.
- Suivant la région et sous certaines conditions, cette filière peut donner droit à des aides financières et/ou à l'octroi de l'ECO-PRÊT à Taux Zero.



[www.parallel-architectes.be](http://www.parallel-architectes.be)  
[info@parallel-architectes.be](mailto:info@parallel-architectes.be)

Louvain-La-Neuve - +32 (0)10 20 80 02  
Tournai - +32 (0)69 68 69 70