

Certification « maison passive »

Critères

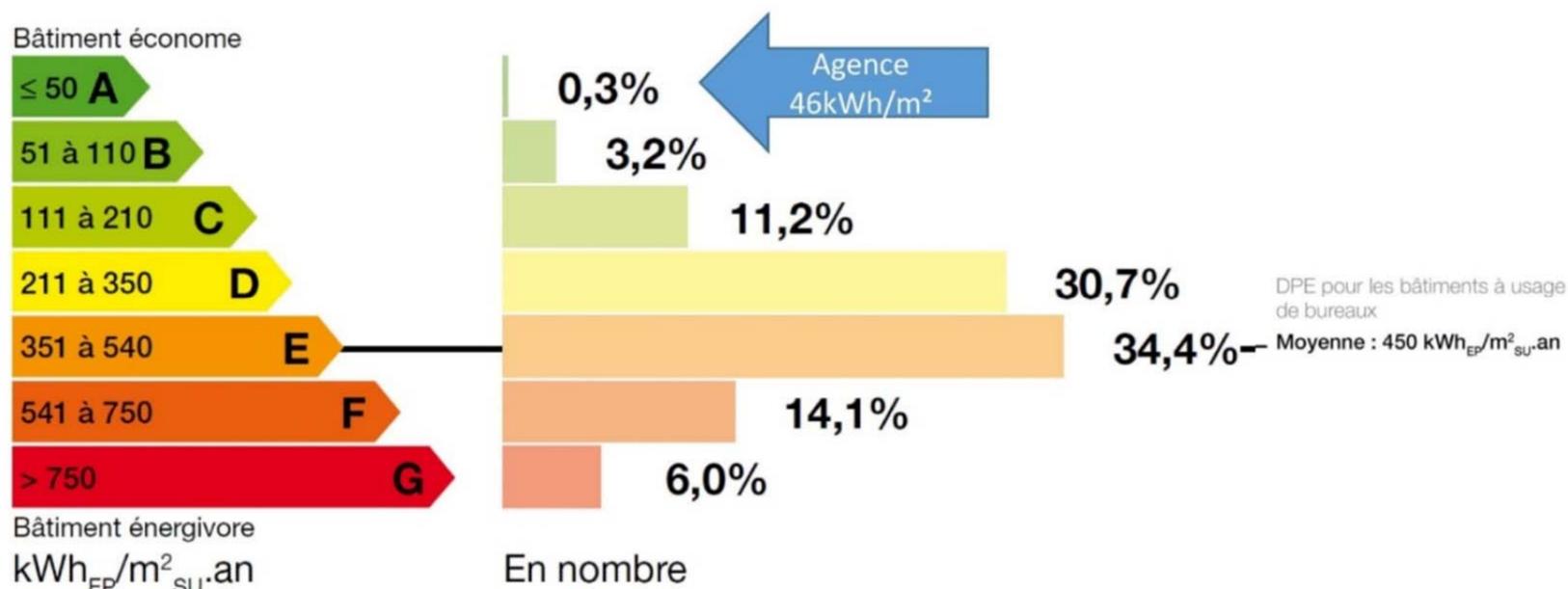
Le Bâtiment Passif®, souvent appelé « maison sans chauffage », repose sur un concept de construction très basse consommation, basé sur :

- l'utilisation de l'apport de chaleur du soleil,
- une très forte isolation (des murs, des fenêtres, etc.),
- l'absence de ponts thermiques,
- une grande étanchéité à l'air,
- le contrôle de la ventilation.

Un bâtiment passif consomme 90% d'énergie de chauffage de moins qu'une construction existante moyenne.

Un bâtiment passif n'a pas besoin de plus de 15 kWh par m² et par an (**soit 1,5 litre de fioul par m² et par an**) en chauffage.

Répartition 2013 des bâtiments sur l'étiquette énergie de l'échelle DPE pour la famille bureaux



Estimation de la consommation basée sur le calcul PHPP. Ne vaut pas DPE.

Pour se chauffer, le bâtiment passif utilise toutes les sources de chaleur disponibles (soleil, habitants, électroménager, etc.). L'isolation extrêmement poussée des murs extérieurs, du toit et du sol ; ainsi que des fenêtres triple vitrage permettent de garder la chaleur à l'intérieur. L'air neuf est fourni par une ventilation mécanique contrôlée (VMC), double flux qui récupère la chaleur de l'air sortant pour réchauffer l'air entrant.

Trois critères permettent de déterminer si un bâtiment peut obtenir la labellisation « Bâtiment Passif® / Passivhaus® » :

- **Besoins en chauffage < 15 kWh/(m².a) ou puissance de chauffe < 10 W/m²**
- **Étanchéité de l'enveloppe : n50 ≤ 0,6 h-1**
- **Besoins en énergie primaire totale (ordinateurs, éclairages ... inclus) < 120 kWh/(m².a)**

Consommation énergétique (en énergie primaire) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement		Émission des gaz à effet de serre (GES) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement	
Consommation Conventionnelle :	46 kWhEP/m².an	Estimation des émissions :	12 kg éqCO2/m².an

Estimation de la consommation et des émissions de GES basées sur le calcul PHPP. Ne vaut pas DPE.

L'obtention d'un tel résultat passe par une conception et une construction particulièrement soignée.

Pourquoi de petites ouvertures sur la façade Nord ?

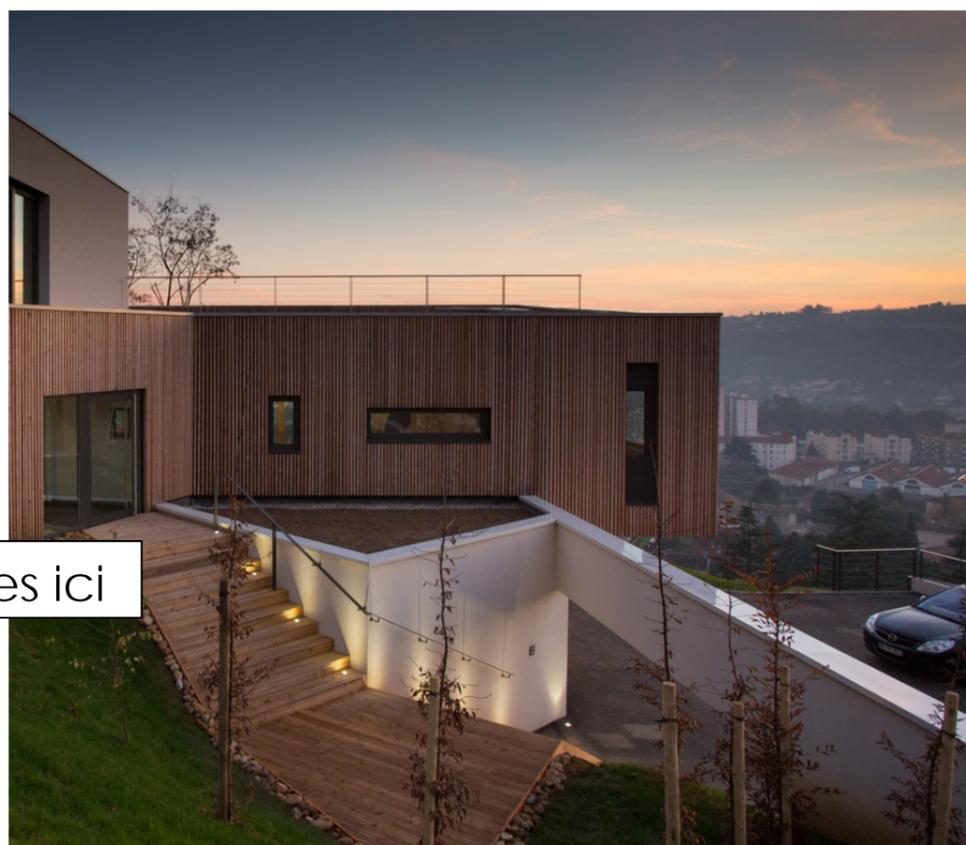
C'est un principe de base dans la conception d'un bâtiment bioclimatique.

Pour récupérer le maximum d'apport solaire en hiver, on ouvre le bâtiment côté sud et on réduit les ouvertures sur le Nord pour éviter les déperditions.

Larges ouvertures sur la façade Sud



Petites ouvertures sur la façade Nord



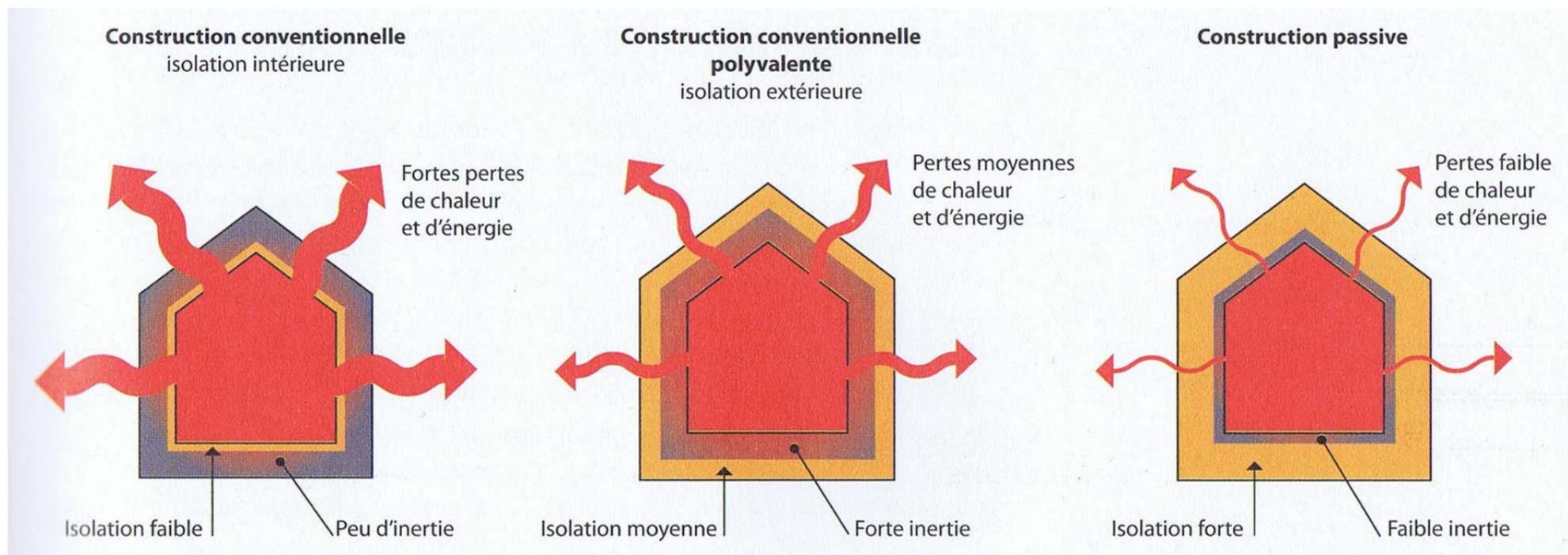
Vous êtes ici

Pourquoi du béton à l'intérieur du bâtiment ?

Le confort d'un bâtiment se situe en partie dans son **inertie**.

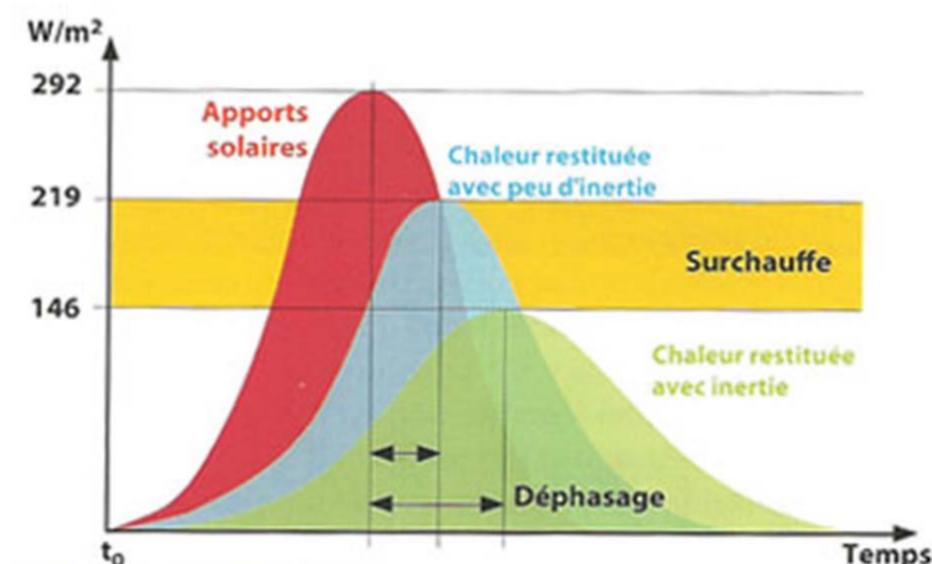
L'inertie est la capacité du bâtiment à emmagasiner de la chaleur ou de la fraîcheur pour mieux équilibrer les écarts de température extérieure (principe du mur en pisée ou du mur en pierre).

Le mur en béton face intérieure a pour fonction de **stocker la chaleur ou la fraîcheur** et de la restituer à l'intérieur du bâtiment.



Attention ! L'inertie d'un bâtiment n'a rien à voir avec son isolation.

En plein hiver, un mur avec beaucoup d'inertie devient froid s'il n'est pas isolé. La nécessité de chauffage devient alors énorme car le mur absorbe la chaleur produite à l'intérieur du logement et la restitue à l'extérieur. Une ferme en pisée a une bonne inertie mais elle n'est pas isolée.



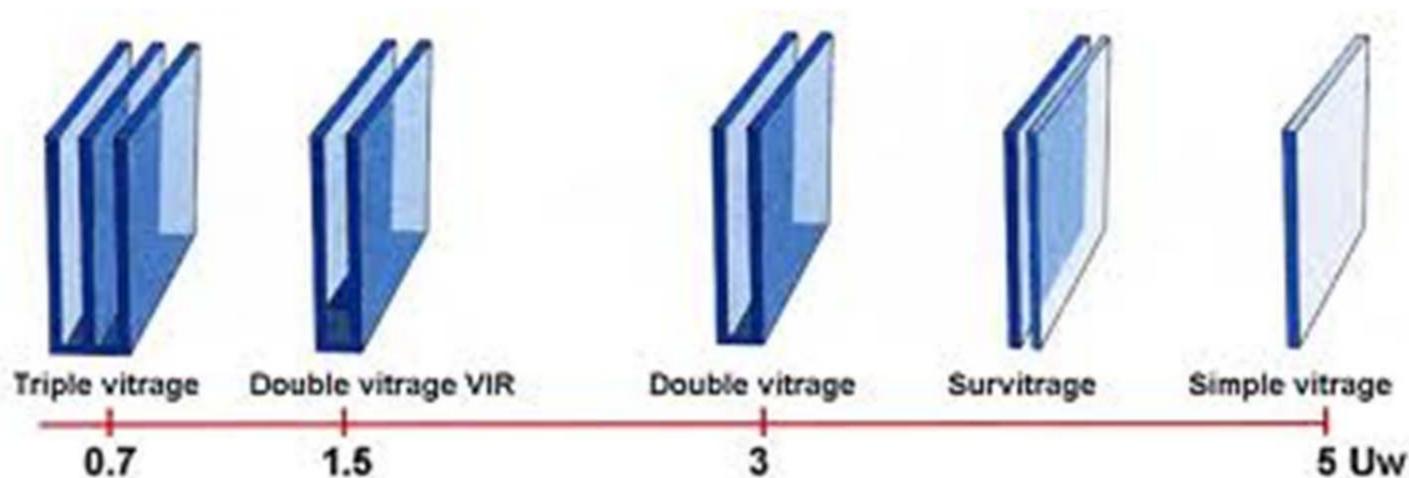
Le risque de l'inertie :

Si la chaleur entre dans le bâtiment en été, elle pénètre les murs. Il est alors difficile de retrouver de la fraîcheur. C'est pour cette raison que l'on doit se protéger au maximum de la surchauffe d'été par une bonne isolation et différents procédés que vous découvrirez plus loin dans la visite.

Le triple vitrage

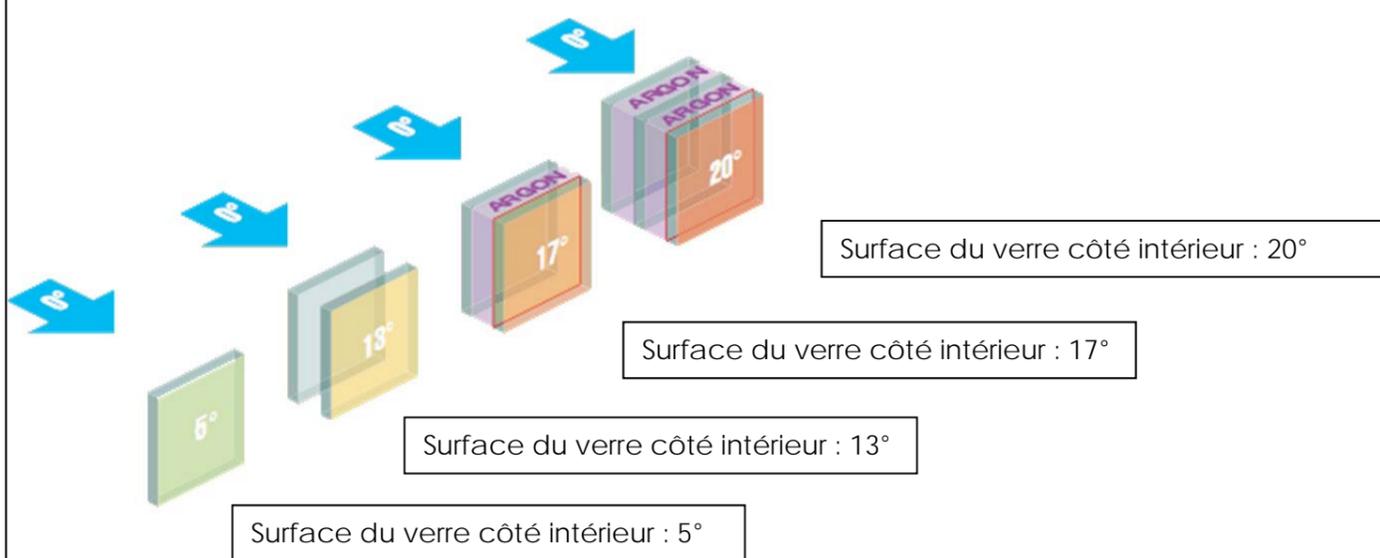
Notre bâtiment est entièrement équipé de triples vitrages.

Ils ont été choisis pour leur performance thermique. La performance thermique d'un matériau est son mesurée par son « U_w »



Ils isolent parfaitement des écarts de la température extérieure mais permettent au rayonnement solaire de chauffer l'espace intérieur. En hiver, les apports solaires sont la principale source de chaleur ; en été, il faut éviter le rayonnement direct en se protégeant au maximum (casquettes, BSO...)

Température mesurée sur les vitrages pour une température extérieure de 0° et une température intérieure de 20°



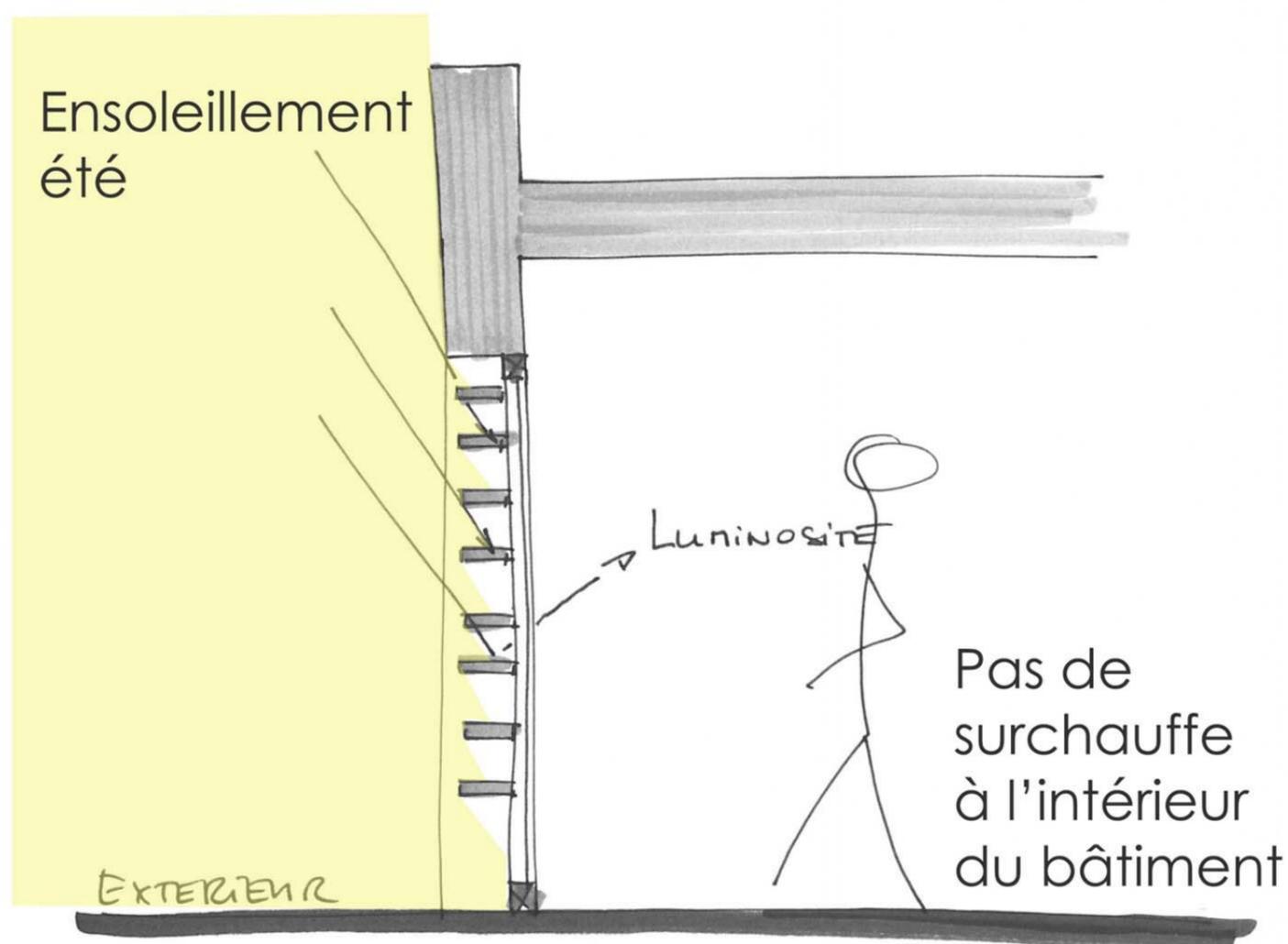
Selon les types de vitrages, le chauffage doit compenser la température des parois de vitrage.

Les BSO

Les BSO (Brise-soleil-orientables) sont utiles en été.

Ils permettent de garder la vue sur l'extérieur tout en **empêchant le rayonnement direct du soleil** sur le vitrage et donc le risque de surchauffe.

Dans certains bâtiments, ils sont automatisés et se baissent dès que le soleil apparaît.



Le complexe d'isolation extérieure

Le bâtiment présente une inertie conséquente avec de grosses masses de béton.

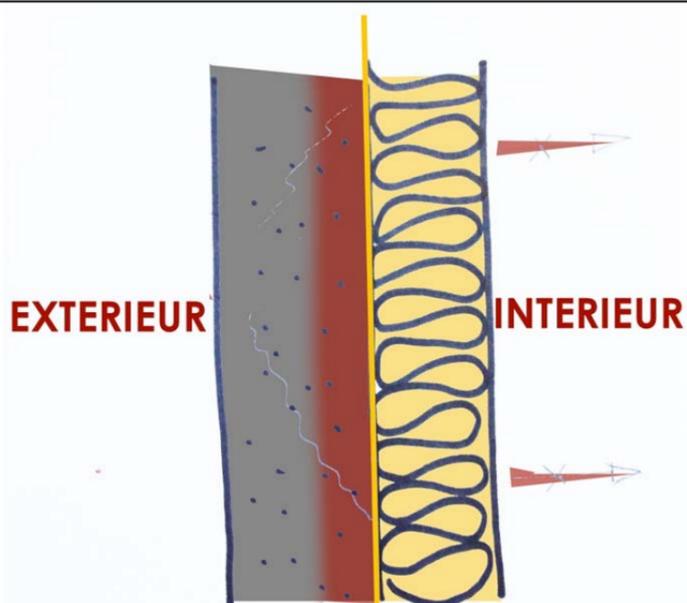
Pour compléter cette inertie et garantir au mur **une température constante toute l'année**, l'isolation a été **placée à l'extérieur**.

Ainsi, elle permet à la paroi béton de s'affranchir de tous les écarts de température extérieure.

L'isolation mesure 30 cm d'épaisseur.

ISOLATION PAR L'INTERIEUR

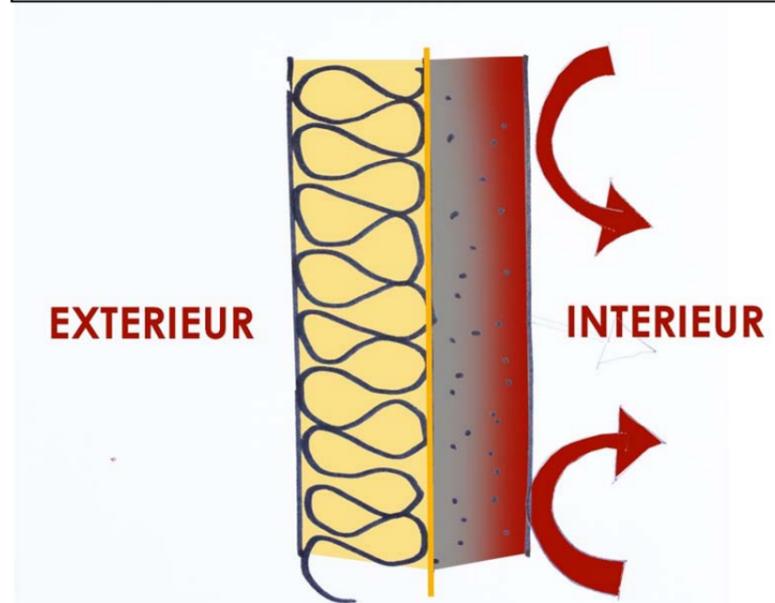
Fonctionnement en hiver



Le mur est **COUPE** de l'intérieur du bâtiment par l'isolant. La chaleur produite à l'intérieur ne peut pas être stockée dans le mur. Par conséquent, il est nécessaire de produire en permanence de la chaleur.

ISOLATION PAR L'EXTERIEUR

Fonctionnement en hiver

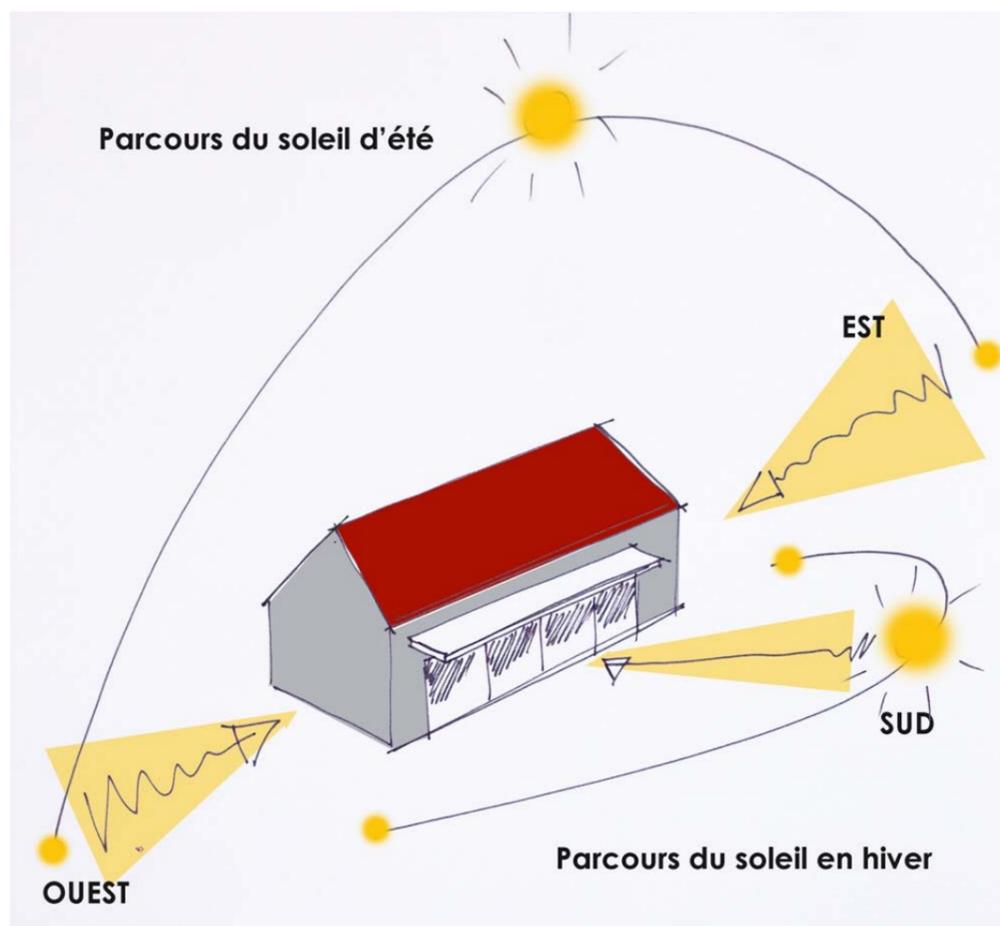


Le mur est **EN CONTACT** avec l'intérieur du bâtiment. Il est coupé de l'extérieur par l'isolant. Ainsi, la chaleur produite à l'intérieur est stockée dans le mur puis restituée. Par conséquent, la production de chaleur est réduite.

En été, l'isolation extérieure permet au mur de stocker la fraîcheur intérieure et de la restituer progressivement. La présence de l'isolation extérieure évite au mur de se réchauffer trop rapidement.

Comment orienter un bâtiment bioclimatique ?

Le point de départ en conception est le terrain. On ne choisit pas n'importe quel terrain pour construire un bâtiment performant. Le soleil étant la source principale pour la production de chaleur, il est indispensable que le terrain soit ensoleillé et si possible au sud.



Le sud est la meilleure orientation :

- En hiver, le soleil est horizontal et chauffe l'intérieur du bâtiment en tapant sur les vitrages.
- En été, le soleil est vertical et tape très peu sur les baies vitrées.

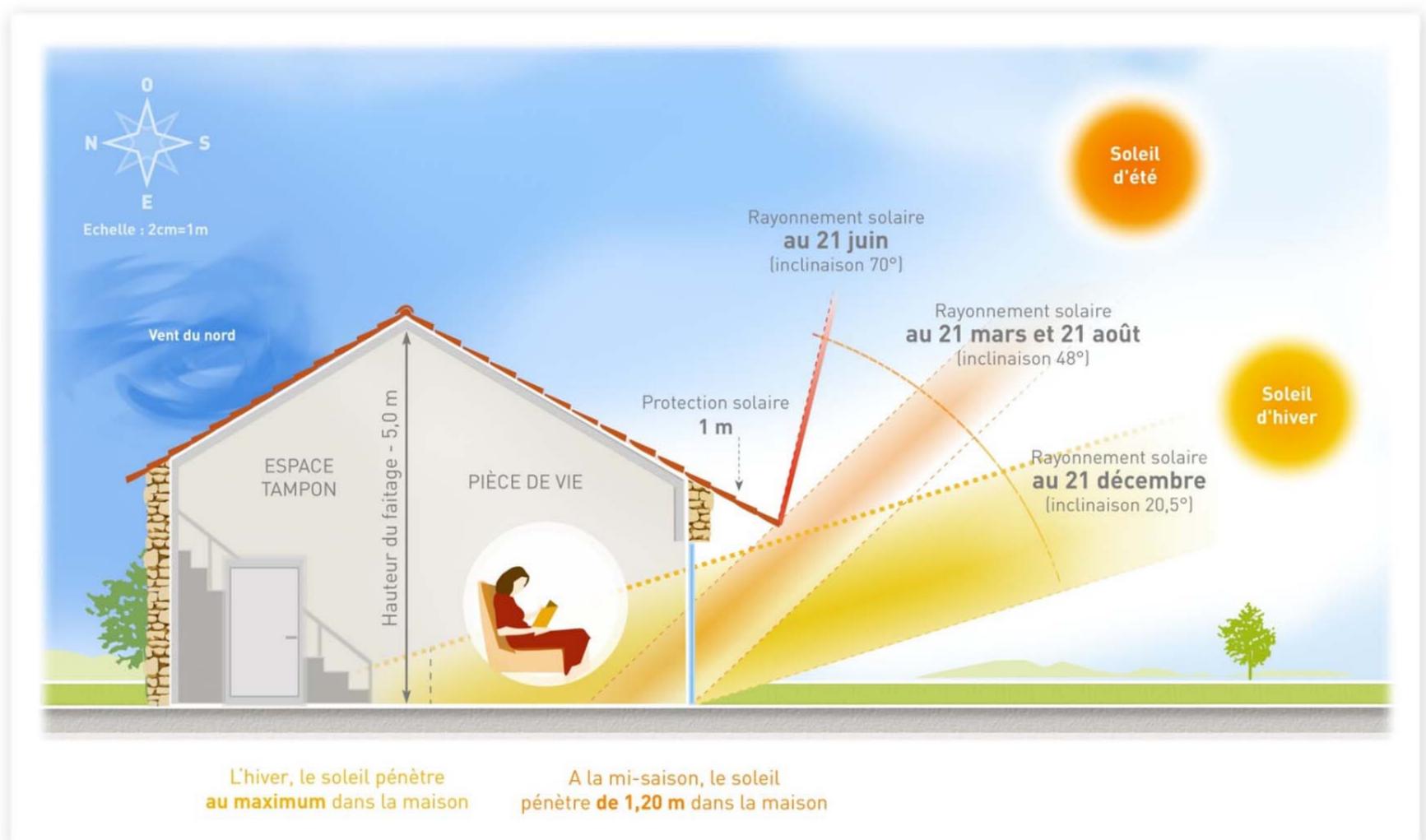
L'ouest est difficile à gérer :

- En hiver, il n'y a quasiment pas d'apport thermique à l'ouest puisque le soleil se couche relativement tôt.
- En été, les rayons du soleil sont horizontaux et entraînent un risque important de surchauffe.

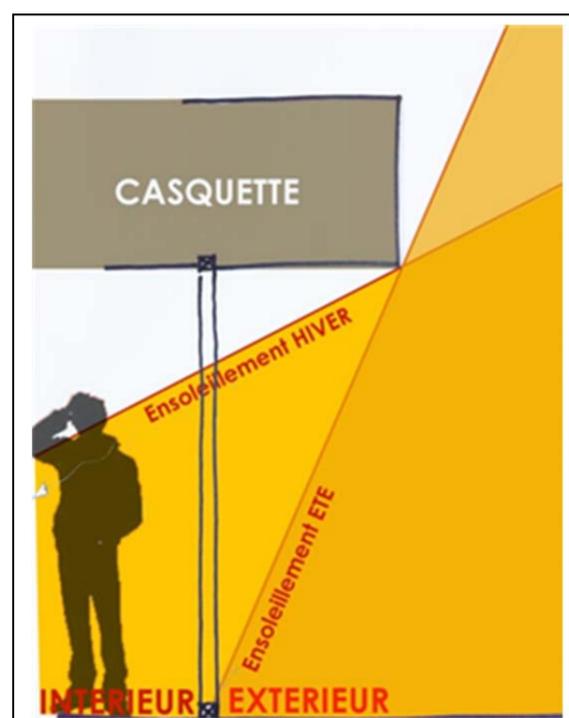
Façade sud : comment travailler avec le soleil ?

Comme vu précédemment, la façade Sud est la plus intéressante.

Elle permet de chauffer naturellement la maison en hiver ; en été une simple casquette au-dessus des baies permet d'éviter toute surchauffe.



Principe de la casquette mis en œuvre dans notre bâtiment



L'apport de l'environnement naturel

Lors de la conception d'un bâtiment, on commence par chercher les apports que nous offre le site et qui vont devenir la base de notre travail.

Cette agence a été conçue selon les principes suivants :

- **Ouvrir le bâtiment vers la vue et vers le Sud,**
- **Utiliser la déclivité du terrain pour avoir un accès de plain-pied à chaque étage,**
- **Respecter la végétation environnante et replanter les essences qui étaient en place sur le site avant l'implantation du bâtiment,**
- **Fondre le bâtiment dans le paysage avec un revêtement de bois qui grise.**

Quel choix d'éclairage pour une faible consommation ?

Le choix des LED

Les luminaires leds coûtent 2 fois plus cher que des lampes fluorescentes récentes.

Cependant, leur durée de vie est plus importante (environ 50 000 h pour les leds et 15 000 h pour les fluos), et consomment légèrement moins.

Les avantages par rapport aux lampes fluorescentes :

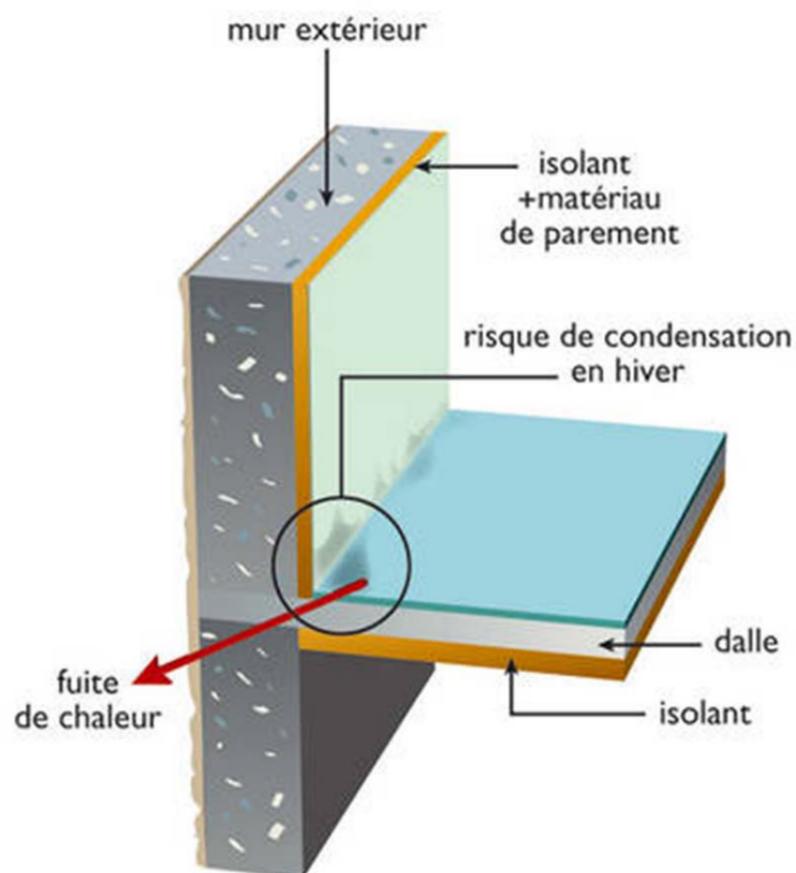
- **Pas de gaz à recycler**
- **Pas d'attente pour l'éclairage**
- **Aucun problème pour faire varier leur éclairage**
- **Durée de vie 3 fois plus longue**

Le traitement des ponts thermiques

Qu'est-ce qu'un pont thermique ?

C'est un point faible de la structure qui permet au froid ou au chaud de se diffuser depuis l'extérieur vers l'intérieur de la structure et du bâtiment. C'est un point qui n'est souvent pas isolé.

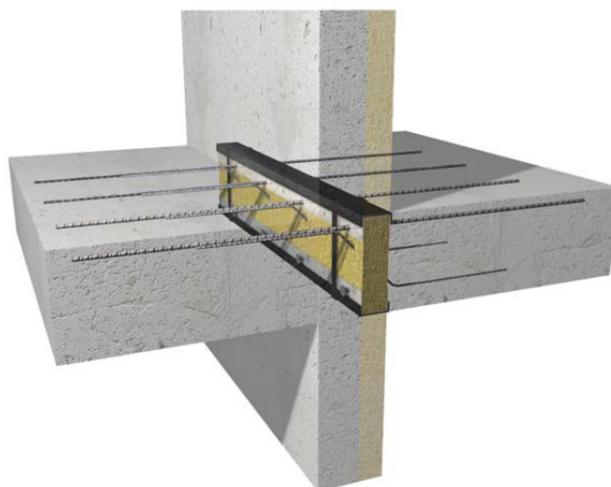
Exemple : continuité de la dalle béton intérieur/extérieur au niveau d'un balcon



Pour optimiser les déperditions, il faut couper le pont thermique avec un rupteur

Le rupteur thermique est une solution qui permet d'intégrer un isolant sur une dalle entre une partie intérieure et une partie extérieure.

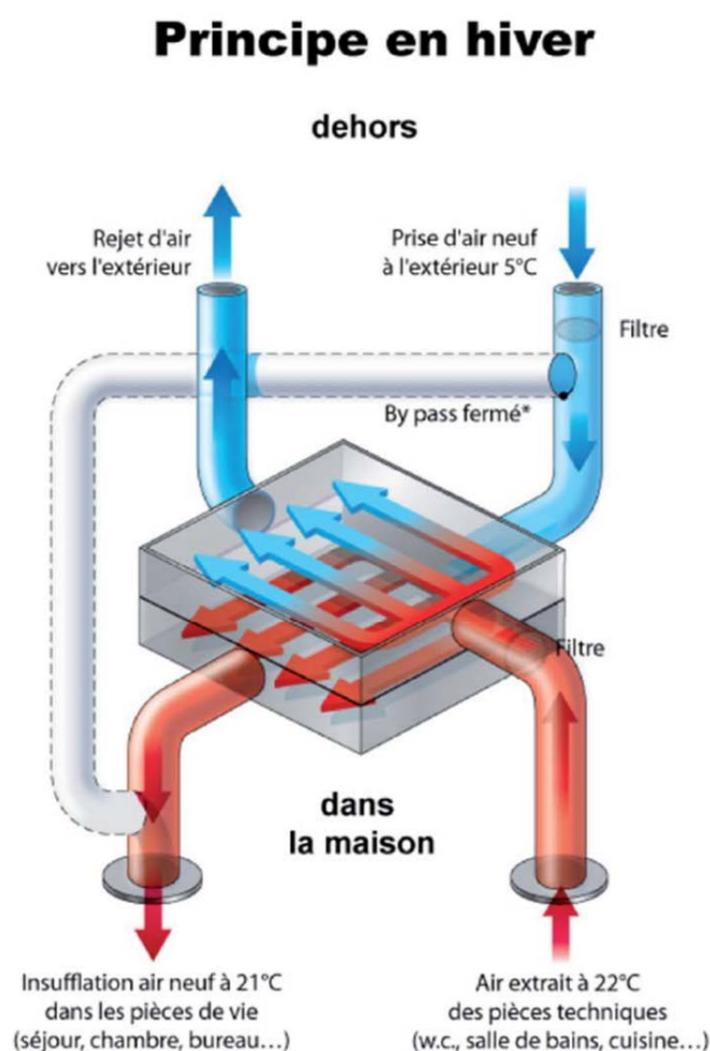
Dans notre bâtiment, des rupteurs de ponts thermiques ont été mis en œuvre sous toutes les baies de l'atelier.



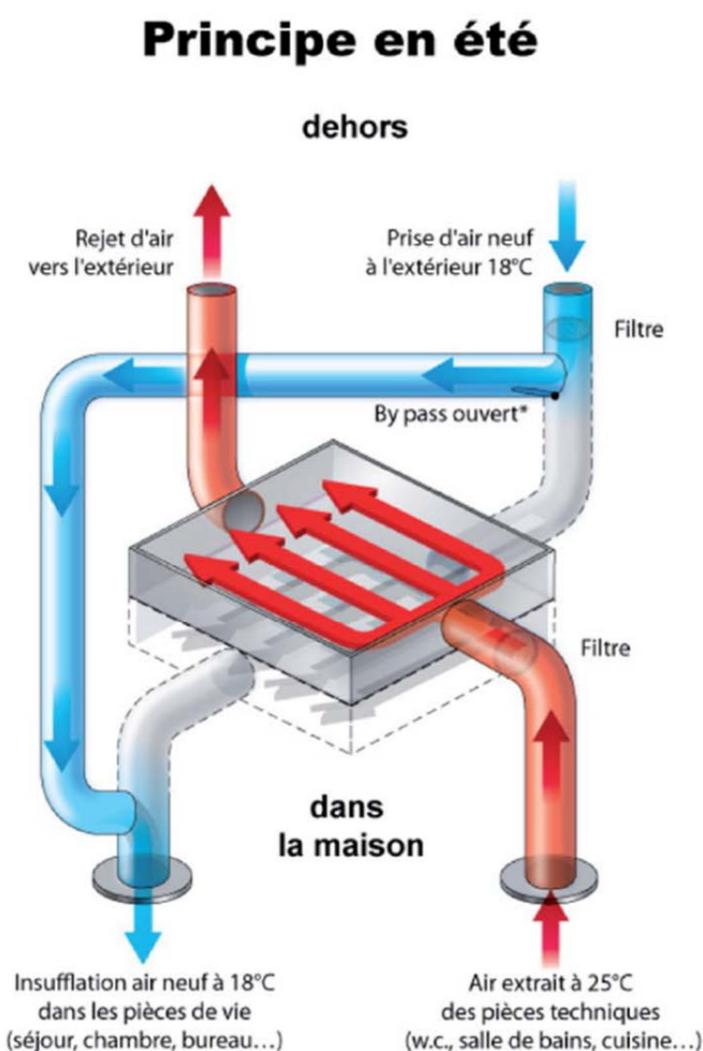
Comment ventiler un bâtiment passif?

Bien évidemment, il n'est pas envisageable d'ouvrir les fenêtres dans les moments de grosses chaleurs ou de grands froids ; tout le bénéfice de l'inertie serait alors perdu. **La VMC double flux** est la seule solution efficace.

Le système d'extraction est le même que pour une ventilation mécanique simple flux. Cependant l'apport d'air neuf se fait via un échangeur de chaleur avec l'air vicié. L'air extérieur est ainsi réchauffé dans l'échangeur par les calories contenues dans l'air vicié et pénètre dans le bâtiment plus chaud que s'il venait directement de l'extérieur. Le rendement de ce type de système doit être supérieur à 80% (norme passive). La présence d'une VMC double flux diminue fortement le besoin en chauffage.



Echange de calories

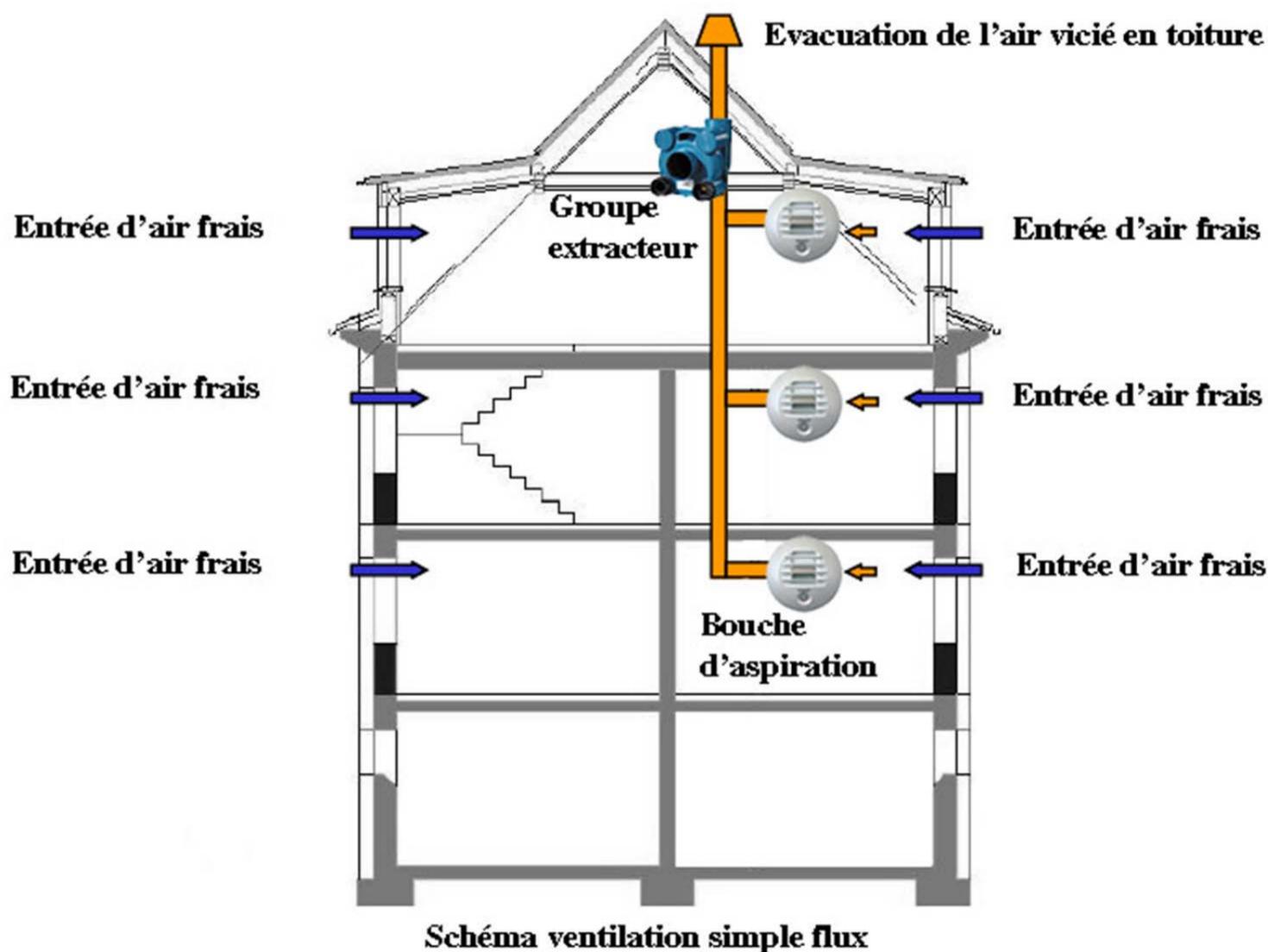


Pas d'échange de calories

En été, une sur-ventilation de nuit et le free-cooling permet d'évacuer la chaleur produite dans la journée par le rayonnement éventuel du soleil et les apports internes. Cette sur-ventilation permet d'injecter dans le bâtiment l'air frais de la nuit.

Petit rappel sur la ventilation simple flux :

Le principe de la ventilation simple flux est d'extraire l'air vicié dans les pièces de service. L'apport d'air neuf est assuré par des réglattes posées sur les menuiseries.



Une VMC simple flux renouvelle l'air au même titre que la VMC double flux mais l'air extérieur pénètre dans le bâtiment avec sa température extérieure. En hiver, il refroidit considérablement l'intérieur du bâti provoquant parfois de l'inconfort.

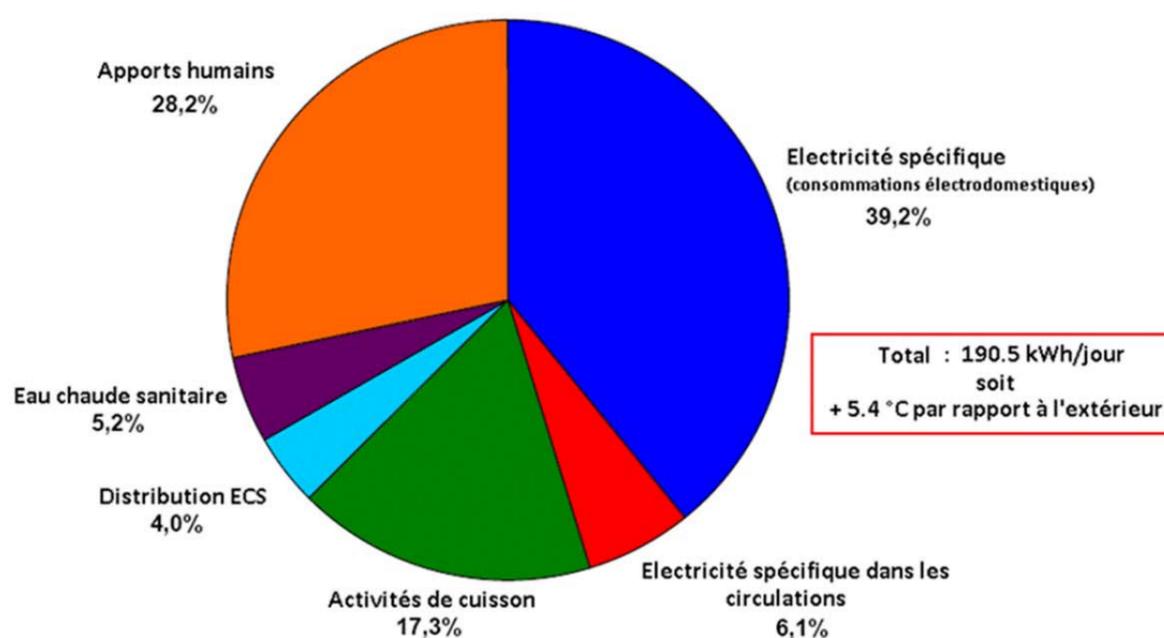
A l'inverse, l'air extrait est de l'air qui a été chauffé. Pour maintenir la température intérieure, il est donc nécessaire d'augmenter la production de chaleur.

Les apports de chaleur internes

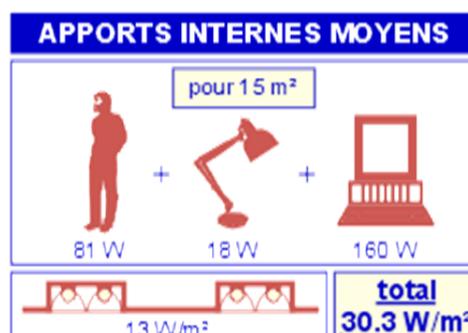


Dans le bâtiment, il y a des sources de chaleur importantes dont on doit aussi tenir compte dans le calcul du besoin en chauffage : ce sont les apports internes.

Apports internes dans un bâtiment à très faible besoin énergétique en été



- Les personnes travaillant dans le bâtiment représentent une source de chauffage de 80W environ ;
- Les ordinateurs, serveurs ou photocopieurs participent tous au chauffage du bâtiment.

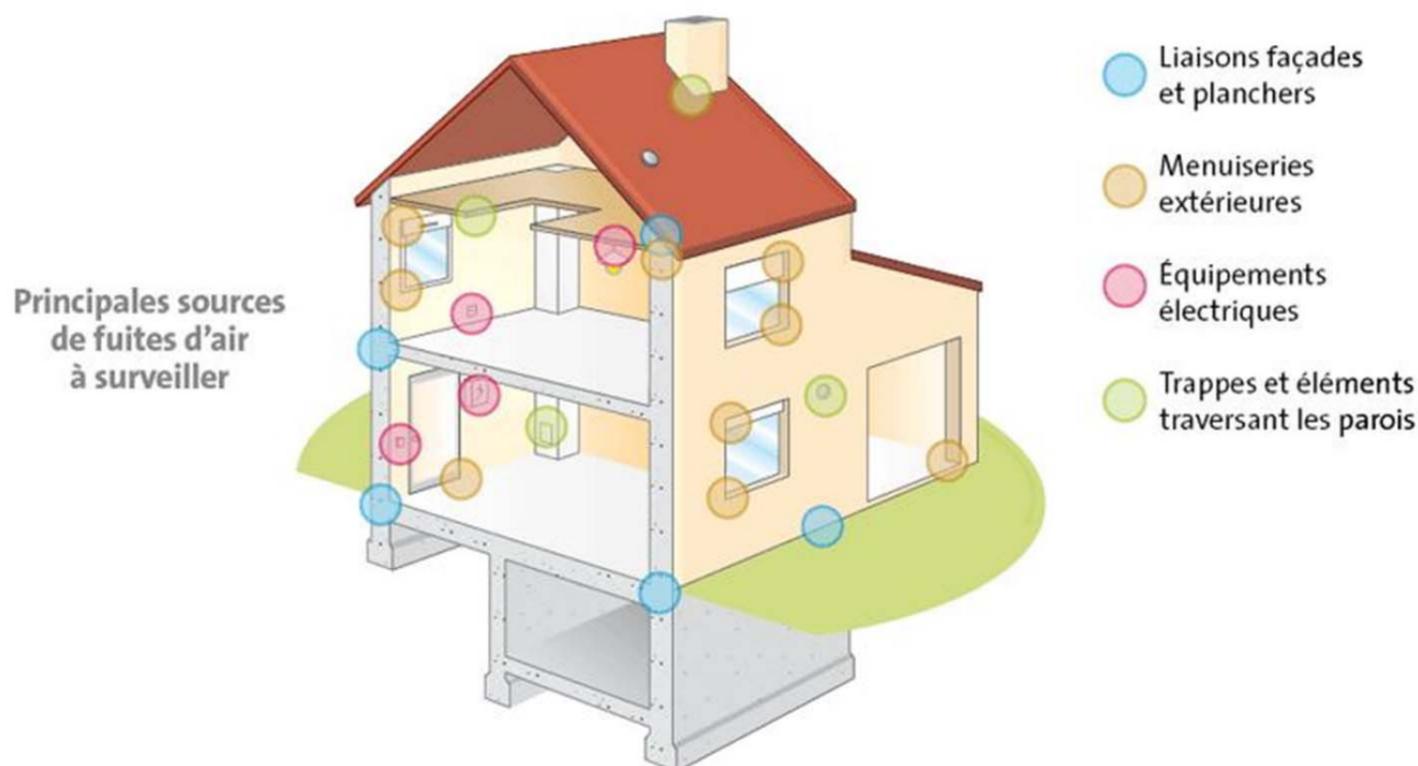


La domotique

Afin de mieux maîtriser la dépense énergétique, l'éclairage, l'alarme, les BSO, la ventilation... sont commandés par ce tableau et éventuellement via un smartphone.

L'étanchéité à l'air

La source principale de déperdition d'un bâtiment vient des fuites d'air : fuites au niveau des menuiseries extérieures, des gaines électriques ou de chauffage...



Cet air qui pénètre de manière « clandestine » dans le bâtiment est un air froid qui doit être chauffé. Il entraîne donc une dépense énergétique importante.

La certification passive impose une très faible porosité à l'air du bâtiment.

Le test d'étanchéité à l'air consiste à mettre le bâtiment en pression ou en dépression puis de mesurer l'évolution de celle-ci à l'intérieur du bâtiment. Plus la pression varie, plus le bâtiment est poreux.

La recherche de fuite se fait avec des fumigènes.





LES SCHEMAS NE SONT PAS A L'ECHELLE

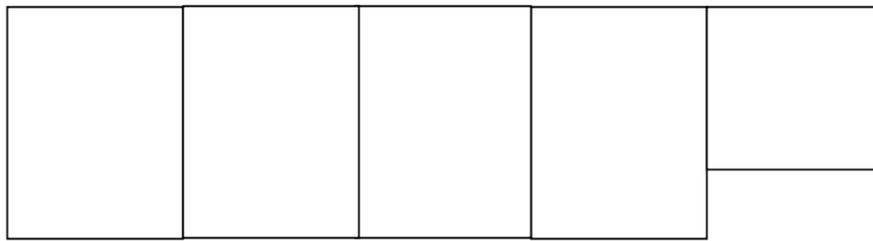
Niveau RT2012

La perméabilité à l'air pour un tel bâtiment en RT 2012 est

$Q4_{RT2012} < 1,70 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ sous une pression de 4 Pa.

Cette valeur correspond à un renouvellement d'air de 6,35 V/h sous une pression de 50 Pa.

La surface équivalente de fuite est alors de **2921 cm²**, soit **4,7 feuilles de format A4**.



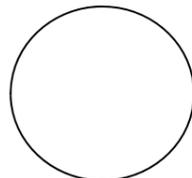
Niveau passif

$N_{50} = 0,55 \text{ V/h}$, max $N_{50} = 0,6 \text{ V/h}$

Le volume d'air du bâtiment est renouvelé 0,55 fois en une heure sous une pression de 50 Pa.

La surface équivalente de fuite est de **253 cm²**, ce qui représente un cercle de 18cm de diamètre ou carré de 15,9 cm de côté ou 0.4 feuilles A4.

18 cm



15,9 cm



→ L'étanchéité à l'air d'un bâtiment passif doit être traitée soigneusement afin de limiter les déperditions liées aux infiltrations d'air.



Fermeture de la paroi étanche par un ventilateur



Mesure de la variation de pression en fonction du volume

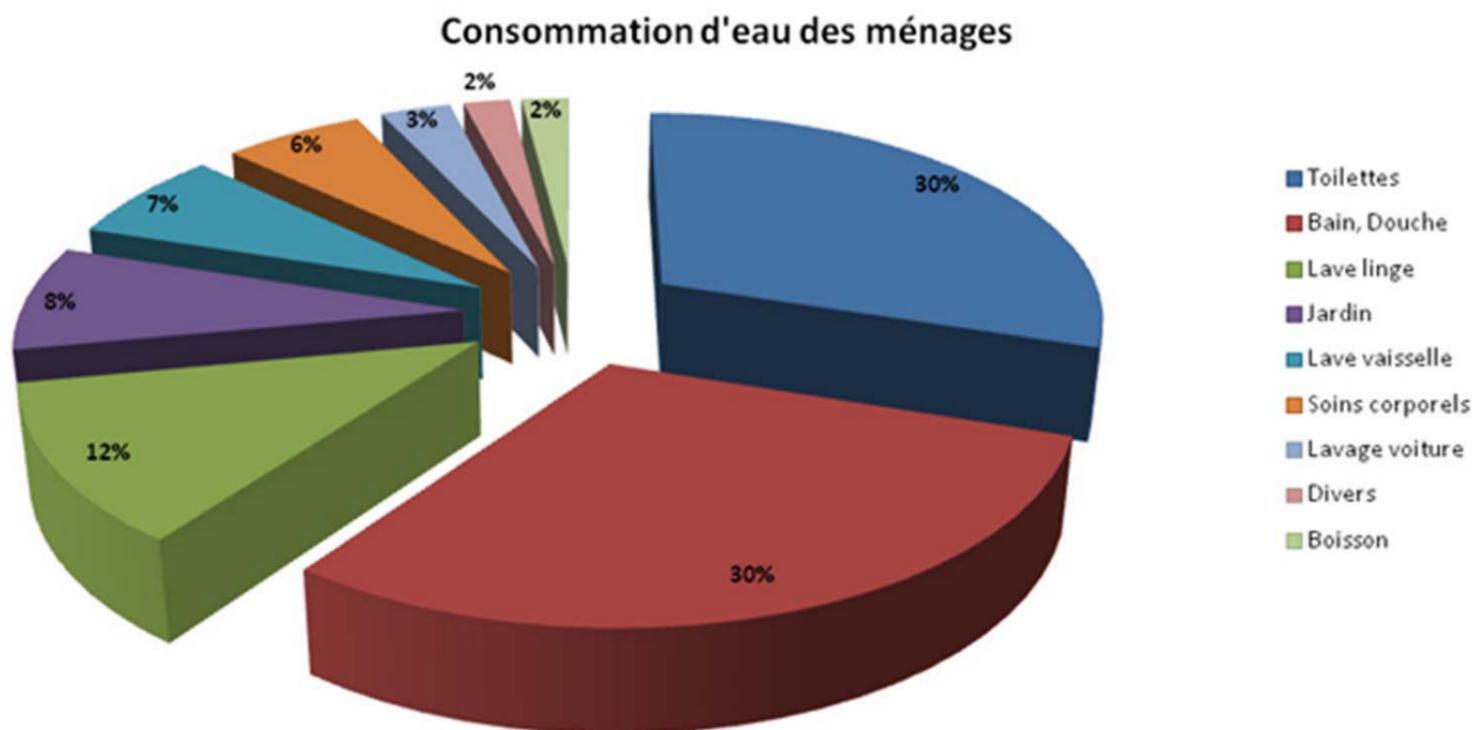
La récupération des eaux pluviales

Les eaux de pluie du bâtiment sont stockées dans une citerne souple.

Cette citerne est reliée à une pompe qui alimente un réseau spécifique de distribution d'eau vers les sanitaires et les robinets extérieurs.

Notre citerne fait 10 m³. Elle permet de faire fonctionner les WC et l'arrosage automatique du jardin.

Dans l'habitat, l'utilisation des eaux pluviales pour les WC, le jardin et le lavage des véhicules peut réduire jusqu'à 40 % la consommation des ménages.



Le mode de chauffage : la chaudière bois à granulés

Source : documents PROPELLET, 2014

- Pourquoi choisir le granulé plutôt qu'une pompe à chaleur ?

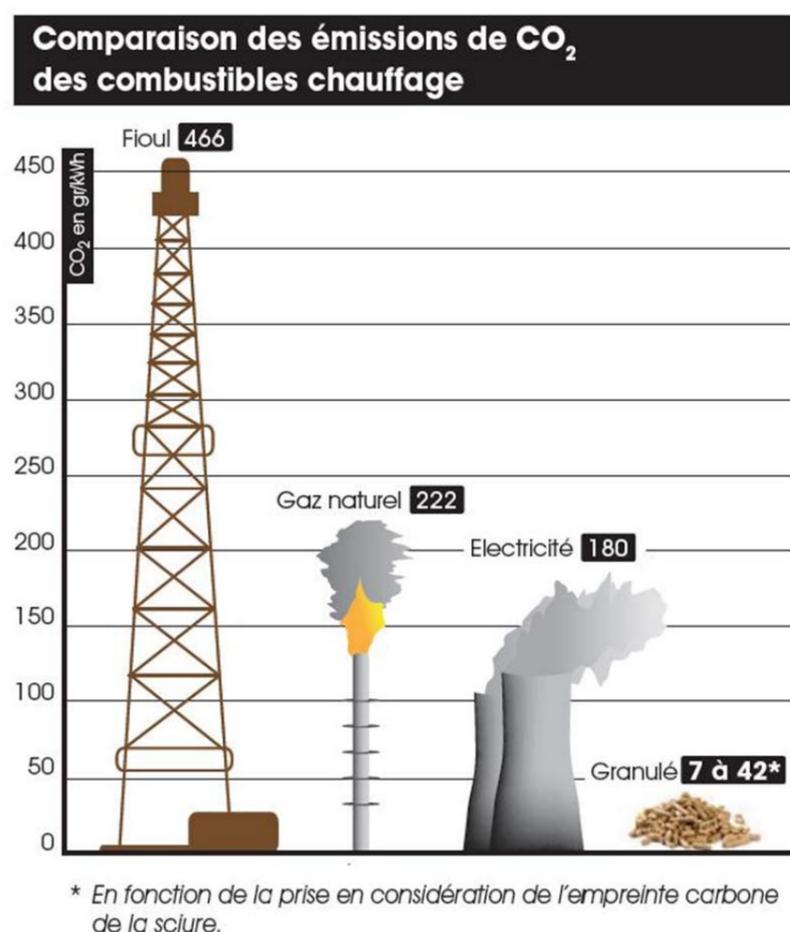
Le poêle à granulés consomme bien moins d'électricité qu'une pompe à chaleur. Sa consommation est stable tandis que celle de la PAC augmente par temps froids.

- Pourquoi choisir le granulé plutôt qu'un système solaire ?

L'utilisation de l'énergie solaire est déjà très optimisée dans une maison passive. En effet on a seulement besoin de chauffer quand il fait froid et qu'il n'y a pas de soleil. Dans ces conditions, un système solaire ne fonctionne pas.

- Est-ce que le chauffage bois pollue ?

La combustion presque totale des granulés dans la chaudière émet très peu de particules fines par rapport aux autres systèmes de chauffage bois. De plus, une quantité de particules fines maximale est imposée par le Label Flamme Verte.



Est-ce que le bilan carbone d'un granulé est nul ?

L'empreinte carbone est très faible car la matière première provient des résidus de scieries. Les granulés nécessitent ainsi très peu de transport.



- Dans 10 ans y aura-t-il encore du granulé ?

Le potentiel de production en France est élevé car les forêts sont pour l'instant sous-exploitées.

La région Rhône-Alpes est la 2^{ème} région forestière de France et représente 1/3 de la production nationale de granulés.

- Quel coût ?

Le bois reste l'énergie la moins chère du marché :

- Bois : 7,1 cts le kWh € H.T.
- Gaz : 8,6 cts le kWh € H.T.
- Electricité : 12,6 cts le kWh € H.T.

Introduction sur la rampe

La rampe figure parmi les éléments les plus représentatifs de l'architecture moderne, au même titre que la fenêtre en longueur, la toiture terrasse ou les pilotis.

Au commencement la rampe avait une **fonction d'élévation**.

Puis son usage est réservé à des impératifs techniques, dans des circonstances où l'escalier n'est pas adapté.

- Rampes pour les animaux
- Rampes d'accès pour des charrettes, carrosses...
- Rampes pour l'industrie

Enfin, l'architecture moderne se l'approprie et l'introduit dans l'architecture en tant que **promenade architecturale**. Elle résulte souvent d'une optimisation structurelle poussant ainsi la technique vers de nouveaux horizons.

Elle devient alors le meilleur moyen de découvrir l'architecture en évitant toute entrave au parcours du promeneur. Là où l'escalier est un obstacle, la rampe maintient la continuité et le rythme d'une promenade.

Aujourd'hui, l'architecture a tendance à gommer les structures, les notions traditionnelles de verticalité ou d'horizontalité. La rampe se dilue dans l'architecture et tous ses corps structurels.

Rampes symboliques...

une élévation vers les cieux

Tour de Babel

Symbole du peuple qui bâtit cette tour pour se rapprocher de Dieu.



Mosquée de Samarra en Irak

Le minaret est flanqué d'une rampe en spirale dont le diamètre se réduit à mesure que l'on grimpe.



Rampes fonctionnelles

dédiées à des usages spécifiques

Epoque médiévale :

Château de Montfort : rampe hélicoïdale



1512 : Bramante dessine une rampe dans le palais du Vatican. Cette rampe doit permettre au pape d'accéder aux étages à cheval. Elle s'inscrit donc totalement dans le souci fonctionnel de l'époque. En revanche, elle se différencie des autres rampes de l'époque car elle est portée par des colonnes et non par un fût central. Cette rampe est une innovation puisqu'elle permet de lire pour la première fois la spirale du cheminement, le dynamisme de cette forme architecturale.



1906 : Henry Sauvage construit un grand garage pour 1000 voitures à Paris. Les niveaux de parking seront reliés par une rampe.

1924 : Franck Loyd Wright conçoit une rampe hélicoïdale pour la construction d'un observatoire accessible en automobile : « l'Automobile Objective and Planetarium Project ». Ce projet et ses contraintes techniques ont permis à Wright de résoudre un grand nombre de questions qui se poseront pour le projet du Guggenheim 30 ans plus tard.

1932 : Garage pour automobiles à Grenoble

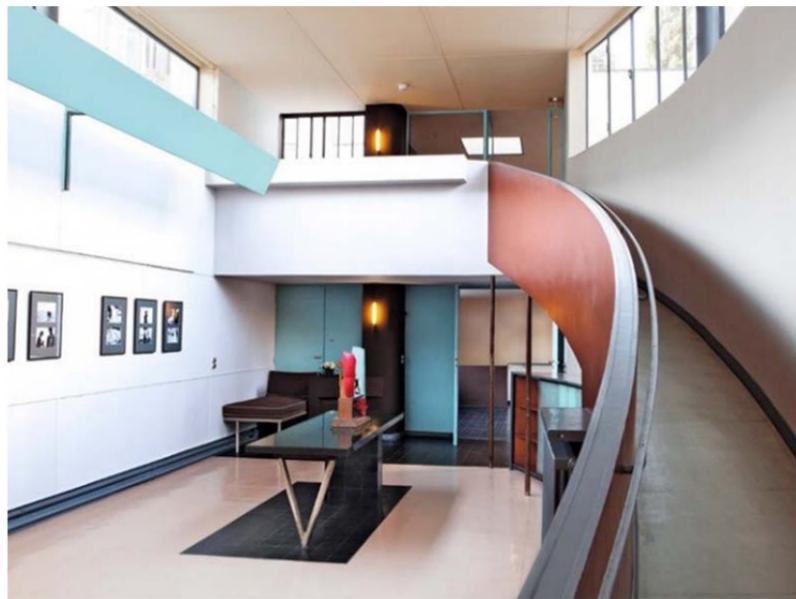


Rampes prouesses techniques

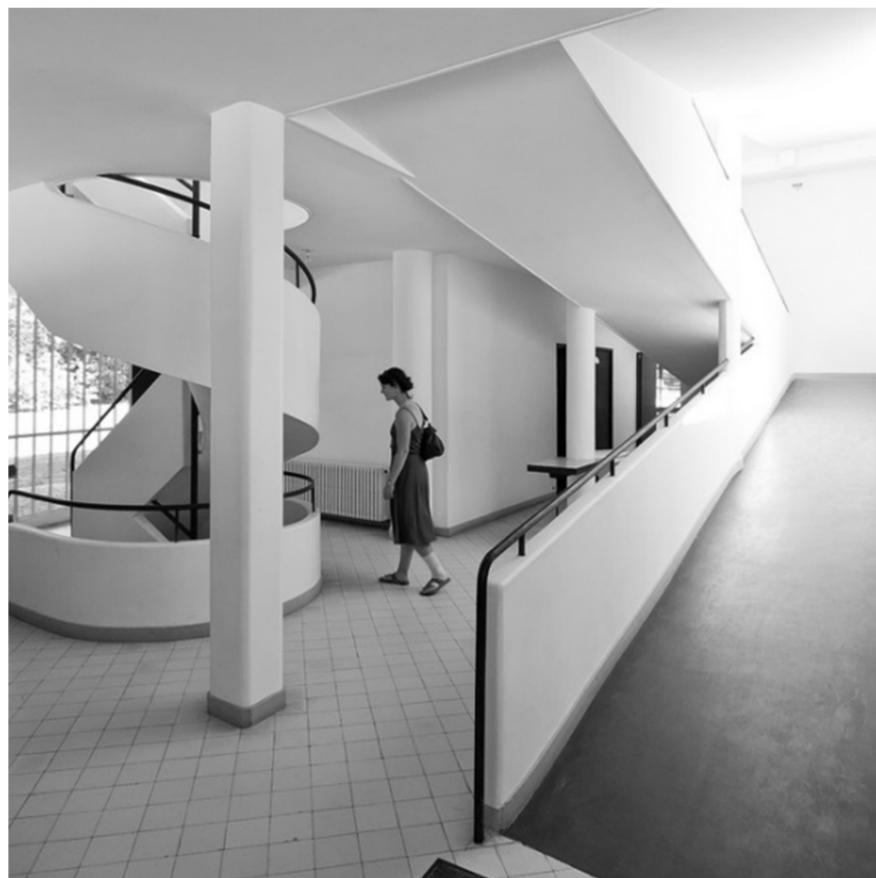
au service de la promenade architecturale

1923 -1925 : La villa Laroche – Le Corbusier

Cette villa est l'occasion pour Le Corbusier de développer son idée de promenade architecturale : « C'est en marchant, en se déplaçant que l'on voit se développer les ordonnances de l'architecture ». Construite pour un collectionneur d'art, la rampe a été imaginée comme un espace nécessaire à la contemplation des œuvres et des espaces.



1928 – 1931 : La villa Savoye – Le Corbusier



On peut considérer que la villa Savoye est l'objet de la première introduction de la rampe dans l'architecture. Le Corbusier place cette rampe au centre de la composition ; elle dessert tous les niveaux de l'habitation jusqu'à la toiture terrasse. Elle structure les espaces et devient le point focal du bâtiment.



1932 : Giuseppe Momo réalise une rampe dans le musée du Vatican. Celle-ci est une rampe de circulation des personnes et non d'exposition des œuvres comme l'est celle du Guggenheim dessinée par Wright en 1959



1934 : Berthold Lubtekin conçoit une rampe pour le zoo de Londres. C'est une prouesse technique que l'on doit à l'ingénieur Ove Arup qui expérimente toutes les possibilités offertes par le béton armé.



1959 : Le Guggenheim de New York – Franck Loys Wright



Franck Loyd Wright décrit ce musée comme « un grand espace sur un unique plancher continu ; le regard ne rencontre pas de changement abrupt... ».

La rampe est l'aboutissement des recherches de Wright qui a tenté de développer les notions de continuité et de fluidité dans l'architecture.



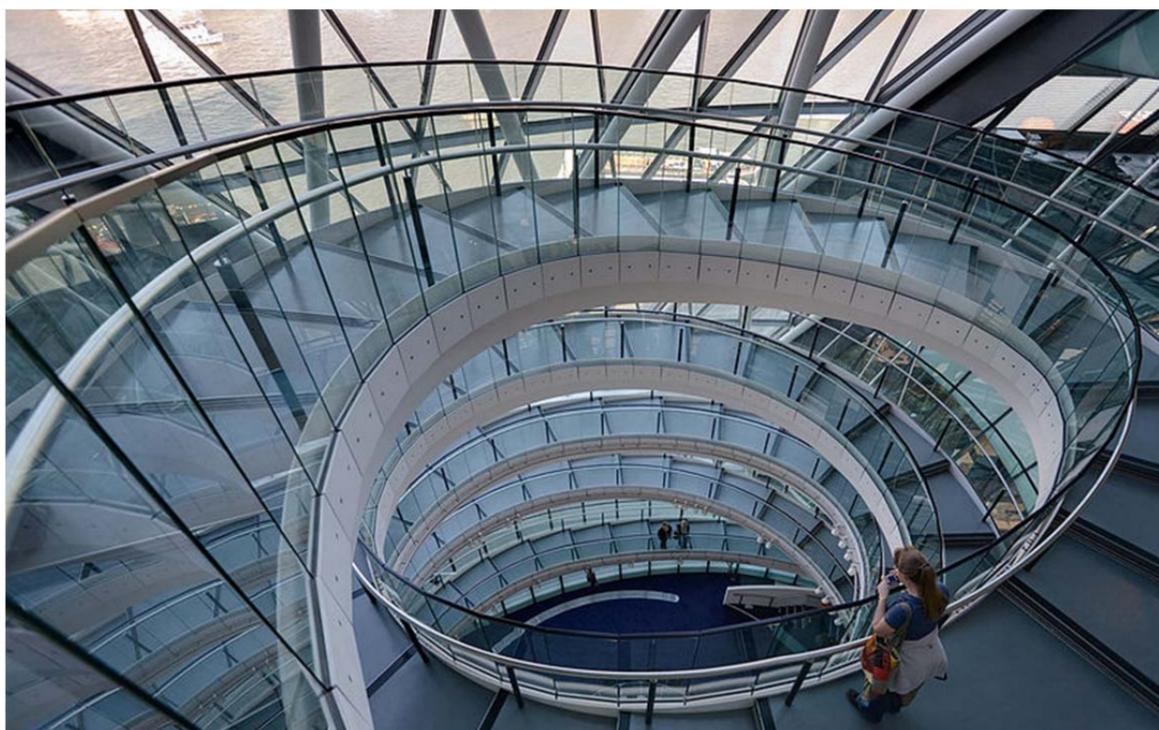
1999 : Reichstag de Berlin – Norman Foster

Sous le grand dôme de verre se déploie une impressionnante rampe en spirale qui surplombe l'hémicycle. Elle amène ainsi les visiteurs au-dessus des parlementaires, affirmant par là, la suprématie du peuple qui peut ainsi observer et surplomber les personnes qui les représentent.



2002 : City Hall Londres, Norman FOSTER

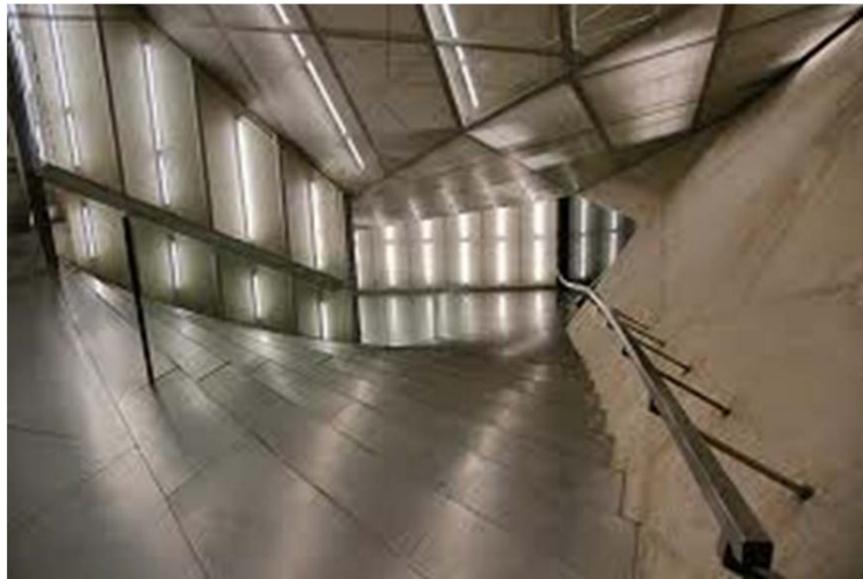
Imbrications de rampes aux trajectoires sinueuses qui représentent la multiplicité et la diversité des courants politiques mais parvenant en fin de compte à une unité concrète qui se cristallise dans la forme extérieures ovoïde et lisse.



Rampes fondues

...ou disparues ?

De nombreux bâtiments cherchent actuellement à brouiller ou à effacer les limites entre le sol et les murs, entre les murs et les plafonds, entre les différents niveaux.



En voulant gommer les frontières entre les différents éléments structurels, le bâtiment devient une entité autonome, unique et continue. La rampe se fond alors dans le reste des corps structurels ; la rampe omniprésente devient à la fois murs, sols ou plafond.

2004 : ambassade des Pays-Bas à Berlin – Rem Koolhaas

La rampe est le lien qui relie tous les éléments d'architecture entre eux créant ainsi une continuité constructive. Le bâtiment devient un pli gigantesque qui serpente des fondations jusqu'à la toiture.

