

Introduction

Un label basse énergie récompense un projet dont les consommations énergétiques sont très largement inférieures aux consommations requises par la réglementation thermique. Cette démarche spécifique nécessite de se reporter à un cahier des charges précis et un calcul thermique pour déterminer les consommations énergétiques du projet en amont de sa construction, et contrôler la bonne réalisation par un test de pression du bâtiment réalisé à sa réception.

Depuis 2007, on trouve sur le secteur français plusieurs labels s'inscrivant dans la basse et très basse énergie. Le plus connu étant le label maison passive (passivhaus) qui compte en Europe près de 18000 réalisations terminées (mi 2009). Jusqu'à 2007, la France a été assez hermétique à la performance énergétique : la possibilité de construire des maisons réduisant le chauffage à un appoint ou mieux sans chauffage étant inconnue de la plupart des professionnels du bâtiment français.

En 2007, on verra successivement le lancement d'Effinergie, label soutenu notamment par le CSTB et différentes régions, répondant au décret d'état présentant les exigences de la certification BBC, et très fortement inspiré du label suisse Minergie ; de Minergie France, directement adapté des exigences suisses et soutenu par l'association Prioriterre qui en assure la promotion sur le territoire français. Le label Passivhaus a également une forte visibilité en France par le biais de l'association La maison Passive France, qui en assure la promotion.

La profusion de labels créant une certaine cacophonie auprès des promoteurs des différents labels, ce dossier vise à vous donner les informations les plus complètes pour comprendre et comparer les labels basse énergie. Nous ne visons pas ici à décrire précisément ce qu'est une maison passive, basse énergie ou bioclimatique. Nous l'avons toutefois fait sur les dossiers suivants :

La construction passive

La construction bioclimatique

maison

Toutefois, si nous devons décrire rapidement les spécificités des démarches basse énergie, on retrouve le tronc commun suivant :

- Les déperditions sont réduites au maximum : la maison visera donc la compacité pour réduire les surfaces de parois au contact avec l'extérieur,

ces parois seront fortement isolées, entre 15 et 30 cm selon la performance visée, et l'isolation sera jointive (pas de ponts thermiques ni fuites d'air). Les menuiseries sont performantes et parfaitement posées, elles sont en double vitrage ou triple vitrage, selon la localisation du projet et l'orientation solaire des vitrages.

- Les apports passifs sont valorisés : la conception sera orientée favorablement par rapport au soleil pour récupérer ses apports gratuits. Ces apports sont soit stockés par des matériaux lourds (inertie thermique), soit récupérés par la ventilation double flux. Les apports internes participent également au chauffage de la maison.

- La ventilation est performante : la maison est étanche à l'air ET correctement ventilée. La ventilation est généralement mécanique mais ce n'est pas une obligation. Elle assure une répartition de chaleur homogène dans la maison et évacue l'air vicié, sans obligation d'ouvrir les fenêtres (même si ce n'est pas un problème de le faire).

- Le chauffage est un appoint : la stratégie des maisons basse énergie suit une logique. Si l'enveloppe est plus performante, elle sera plus couteuse. Pour que cela ne soit pas problématique il faut que cette surisolation conduise à des économies sur d'autres lots. Les maisons basse énergie peuvent être chauffées avec un petit poêle, et les maisons passives avec un appoint connecté sur le réseau de ventilation. Il est possible de faire autrement évidemment, mais conserver un réseau de distribution de chaleur dédié rend la démarche basse énergie moins pertinente.

- Le confort d'été est maîtrisé : par le biais de protections solaires adéquates, d'une surventilation nocturne, d'un puits canadien le cas échéant.

- Les consommations énergétiques sont maîtrisées, énergies renouvelables pour la production d'eau chaude sanitaire, appareils à basse consommation, production d'électricité renouvelable éventuellement.

Qu'appelle t-on la basse énergie ?

La basse énergie correspond à une division par 3 des consommations énergétiques par rapport à une maison neuve actuelle.

Le passif correspond à une division par 5 des consommations énergétiques par rapport à une maison neuve actuelle, et une division par 2 des consommations énergétiques par rapport à une maison basse énergie.

dia

A cette base généraliste, il faut tenir compte du facteur climatique français. Une maison passive construite dans le sud de la France consommerait 3.6 fois moins d'énergie qu'une maison neuve actuelle (au lieu de 5 fois dans le nord de la France).

Les chiffres annoncés sont des estimations qui ne correspondent pas aux exigences affirmées des labels. L'exigence de Effinergie par exemple est de 65 kWh/m².an en zone H1 (et non 40), mais ce chiffre inclut les auxiliaires pour la ventilation et l'éclairage.

Comprendre les terminologies utilisées

Toutes les consommations sont exprimées en kWh/m².an mais elles ne prennent pas forcément en compte les mêmes paramètres et la même procédure de calcul. Voyons ici que signifie ces calculs :

Energie utile (besoin brut)

L'énergie utile caractérise le besoin énergétique brut, c'est à dire l'énergie nécessaire pour satisfaire un besoin, par exemple pour le chauffage atteindre une consigne de température de 20°C. Dans une démarche à basse consommation d'énergie, les besoins bruts permettent donc de caractériser la performance de l'enveloppe isolante. On intègre donc dans le calcul toutes les déperditions par les parois, le renouvellement d'air, les ponts thermiques, et tous les gains solaires, métaboliques, par les équipements. Les calories nécessaires pour atteindre la température voulue représentent le besoin brut de chauffage. Le principe est identique pour les besoins en frigorifiques.

Besoin brut = déperditions - apports utiles

énergie utile

Les besoins en énergie utile sont utilisés comme valeur de référence dans la démarche passive, ils doivent être inférieurs à 15 kWh/m².hab pour le chauffage. Pour la démarche Minergie ils sont fixés à 60% de la valeur de référence de la SIA380 (réglementation thermique suisse) pour Minergie Standard 2008 et 20% de celle-ci pour Minergie Plus. (A partir de avril 2008, Minergie P se base également sur 15 kWh/m².an).

Energie finale

L'énergie finale caractérise une consommation énergétique. Le calcul intègre donc le rendement de l'équipement de production de chaleur/pertes du réseau de distribution et permet de déterminer l'énergie qui sera réellement consommée pour satisfaire le besoin. C'est l'énergie facturée au consommateur.

Energie finale = besoin brut x rendement équipement de production de chaleur.

energie finale

Prenons pour exemple une maison qui aurait un besoin brut de 10000 kwh/an.

Sa consommation finale pour le chauffage serait de 11100 kwhef/an dans le cas d'une chaudière bois de 90% de rendement (10000/0.90=11100).

Sa consommation finale pour le chauffage serait de 3300 kwhef/an dans le cas d'une pompe à chaleur de 300% de rendement (COP de 3). (10000/3=3300)

Un même projet peut donc avoir des consommations très différentes suivant le système de chauffage retenu. Pour autant, il ne faut pas se focaliser uniquement sur les chiffres annoncés en kwh, qui dans le cas du chauffage par pompe à chaleur est très favorable. L'intérêt de toutes les démarches présentées est de réduire la dépense énergétique, et les coûts d'achat de l'énergie vont pondérer les différences entre les solutions.

Reprenons l'exemple plus haut.

Le coût de chauffage serait de 11100x0.054€ soit 599€/an dans le cas d'une chaudière bois de 90% de rendement.

Le coût de chauffage serait de 3300x0.108€ + 125€ (surcoût abonnement EDF) soit 481€/an dans le cas d'une pompe à chaleur de 300% de rendement (COP de 3).

Le chauffage solaire actif est un cas particulier puisqu'il est considéré comme un appoint de l'équipement de production de chaleur.

Energie finale = (besoin brut - apports solaires actifs) x rendement équipement de production de chaleur.

Energie primaire

L'énergie primaire caractérise un coût énergétique global. Il va prendre en compte l'énergie consommée mais également l'énergie qu'il aura fallu produire en amont pour apporter cette énergie à la maison. Par exemple, pour le chauffage électrique, on intègre les pertes de transport de l'électricité sur le réseau EDF, et le rendement de la centrale électrique. On considère que le rendement moyen en France de production/acheminement de l'électricité est de 38%, on pondérera les consommations énergétiques par ce facteur de conversion pour obtenir le résultat en énergie primaire.

Energie primaire = Energie finale x vecteur énergétique

energie primaire

Reprenons pour exemple une maison qui aurait un besoin brut de 10000 kwh/an.

Sa consommation finale pour le chauffage serait de 11100 kwhef/an dans le cas d'une chaudière bois de 90% de rendement. Sa consommation primaire pour le chauffage serait de 6660 kwhep/an (Vecteur biomasse de 0.6 en BBC).

Sa consommation finale pour le chauffage serait de 3300 kwhef/an dans le cas d'une pompe à chaleur de 300% de rendement (COP de 3). Sa consommation primaire pour le chauffage serait de 8514 kwhep/an (Vecteur Electricité de 2.58 en BBC).

Les besoins en énergie primaire sont utilisés comme valeurs de référence dans la plupart des démarches, mais en associant des vecteurs énergétiques différents.

Type d'énergie

France RT 2005

France Effinergie

Suisse Minergie

Europe Passif

Electrique

2,58

2,58

2

2,7

Bois

1

0,6

0,5

0,2

Gaz / Fioul

1

1

1

1,1

Photovoltaïque

0

1

2

0,7

Solaire

0

0

0

0

Tableau des facteurs de conversion (réalisé par Fiabitat Concept)

facteur-conversion

Pourquoi tout le monde n'est pas d'accord ?

Le vecteur énergétique dépend de la politique énergétique de chaque pays, de ses choix en matière de production électrique essentiellement. La France majoritairement en nucléaire est défavorisée par le faible

rendement des centrales (2.58), par rapport à la Suisse (2).
Globalement, en Europe, le facteur moyen est de 2.70.

Le vecteur énergétique peut varier dans un même pays en fonction de ses politiques énergétiques, et pour mettre à niveau des solutions de production de chauffage. L'exemple du bois est parlant. Considérer un facteur de 1 revient à considérer que l'énergie consommée est égale à l'énergie qu'il aura fallu produire. Considérer un facteur inférieur à 1 revient à considérer que l'énergie produite est inférieure à l'énergie consommée, c'est absurde. Pourtant c'est logique.

Notre exemple plus haut ne compare pas la pompe à chaleur et le chauffage bois par hasard. En utilisant un vecteur énergétique du bois de 1, le bois n'est pas aussi intéressant en consommation primaire que la PAC (11000 kwh.ep contre 8530 kwh pour la PAC). Les labels ayant des exigences en énergie primaire, cela revient à tenir pour discours qu'il faut mettre des pompes à chaleur sur les maisons basse énergie. En diminuant le vecteur énergétique du bois, on replace la PAC au même niveau que le bois en énergie primaire. Cela permet donc aux labels basse consommation de promouvoir différentes solutions de chauffage, le bois en premier lieu parce qu'il produit bien moins de gaz à effet de serre que l'électricité.

Production Co2

Enfin, les consommations d'énergie ont un coût environnemental, caractérisé par une production de gaz à effet de serre (ramené en grammes d'équivalent CO2) par kwh énergétique consommé (énergie finale) . Un calcul intègre en fonction des usages une production de CO2 liée.

Type d'énergie

France RT 2005

France Effinergie

Europe Passif

Electrique

Chauffage 180

Eclairage 100

Usages intermittents 60

Usages en base 40

Chauffage 180

Eclairage 100

Usages intermittents 60

Usages en base 40

680

Bois

10

10

50

Gaz naturel

230

230

250

Fioul

300

300

310

Photovoltaïque

/

/

250

Solaire

0

0

0

Tableau des production de gaz à effet de serre (unités en gCo2eq/Kwh)

Les données ne sont pas fondamentalement différentes entre la France et l'Europe sauf au niveau de la production d'électricité ou l'on considère 180 g d'équivalent Co2 par kwh consommé contre 680 g en Europe.

La production de gaz à effet de serre de l'électricité dépend des usages, et de leur répartition dans l'année. Le chauffage électrique se prête assez mal à une production nucléaire de par le fait que la consommation

des ménages fluctue fortement en fonction des coups de froid. De plus en plus, le chauffage électrique par grand froid est donc assuré par des centrales thermiques au gaz peu performantes, ce qui peut donner des productions de Co₂ supérieures à 700 g par kwh consommé.

On considère pour la biomasse l'effet de serre d'origine anthropique. Le bois se décompose et réemet dans l'atmosphère le carbone stocké pendant sa croissance. Bruler du bois revient à substituer la combustion du bois à sa décomposition naturelle et n'ajoute pas de Co₂. On considère donc les gaz à effet de serre générés par l'abatage, conditionnement, déplacement du bois jusqu'au site.

Nota : Il est évident que les importations actuelles massives de bois buches des pays scandinaves, ou les conditionnements excessifs des supermarchés qui proposent le bois en sac plastique, n'atteignent pas d'aussi bon résultats en GES par kwh...

On peut distinguer sur cette première vue d'ensemble plusieurs logiques. Le standard Maison passive caractérisant des bâtiments se passant de système de chauffage spécifique (on peut chauffer avec un pôle, une batterie chaude sur la vmc ou une petite pompe à chaleur, mais on se passera de réseau de distribution de la chaleur), c'est la performance du bâti qu'il faut caractériser, d'où le choix du 15 kwh/m₂ en besoin brut. Si le calcul était fait en énergie finale, l'intégration des rendements de pompe à chaleur par exemple pondérerait les consommations et leur usage serait un moyen d'être passif à moindre coût. L'objectif étant de limiter le recours à tout moyen de chauffage, il faut considérer les besoins bruts.

Les calculs réalisés en énergie primaire tendent à démontrer que le chauffage électrique classique n'est pas l'avenir. S'il reste utilisable dans une logique RT2005, il est quasiment impossible de répondre aux exigences BBC avec ce procédé.

Lorsque l'unique exigence est déterminée en énergie primaire (Effinergie), il est possible de répondre aux exigences du label selon différents moyens : performance de l'enveloppe, performance de l'équipement de production, réduction des consommations d'éclairage, production d'électricité photovoltaïque...). Le maître d'ouvrage détermine en fonction de ses besoins quelle approche il peut retenir, il est donc plus libre.

Comprendre les surfaces utilisées

Parce que les consommations énergétiques sont ramenées par unité de

surface (en kwh/m₂), le calcul de la surface prise en compte à une influence sur le calcul définitif. 3 calculs de surface sont utilisés actuellement :

La SHON - surface hors oeuvre nette

La SHON est utilisée en France sur les projets de construction au moment du dépôt du permis de construire. Elle permet ensuite le calcul de l'imposition appliquée au projet. Le recours à un architecte pour la signature du permis de construire découle également d'un maximum de surface (170m₂ shon). Son calcul est pensé pour répondre à une logique administrative.

La SHON est utilisée pour le calcul RT2005 et déclinaisons - Effinergie - BEPOS

Calcul de la shon :

Prise en compte de toutes les surfaces hors oeuvre (shob),

Déduction des espaces non isolés ou non habitables,

Déduction de hauteur inférieure à 1.80m,

Application d'une pondération de 5%,

shon

La SRE - surface de référence énergétique

La SRE est utilisée en Suisse notamment pour calculer les performances d'un projet. Son calcul est donc pensé pour répondre à une logique énergétique.

La SRE est utilisée pour le calcul Minergie Standart et Minergie Plus.

Calcul de la sre :

Prise en compte de toutes les surfaces hors oeuvre,

Déduction des espaces non isolés ou non habitables,

Déduction de hauteur inférieure à 1m (SRE0),

Pondération pour les hauteurs supérieures à 3m, (SRE)*

MAJ : Depuis cette année, la pondération de hauteur est supprimée.

La SHAB - surface habitable

La SHAB est utilisée en Europe pour caractériser les espaces réellement habitables. Son calcul peut donc répondre à une logique énergétique.

La SHAB est utilisée pour le calcul Standard Maison Passive.

Calcul de la shab :

Somme de toutes les pièces du projet, à exclusion des murs et cloisons,

Déduction des espaces non habitables (tremie escalier, vide),

Déduction de hauteur inférieure à 1 m,

Prise en compte des hauteurs entre 1m et 2m à 50%,

sre

Nota : Il est à noter que la surface habitable utilisée couramment en France pour définir des surfaces habitées ne présente pas tout à fait les mêmes déductions (notamment de hauteur). La définition plus haut correspond à celle du standard Maison Passive.

On peut distinguer une logique générale de ces différences. La SRE et la SHON sont relativement proches, dans la mesure où le calcul de la SHON n'est pas orienté pour minimiser les surfaces. La SHAB est généralement inférieure de 20% à la SHON/SRE, le calcul selon le standard Maison passive est donc le plus défavorable.

Le calcul selon la SHAB oriente les choix constructifs, notamment sur les vides et grandes hauteurs. N'étant pas considérées dans le calcul, on tentera de concevoir selon des facteurs de forme (rapport surface/volume) proches de 2.5. Si les volumes sont plus importants, l'enveloppe du bâtiment devra être plus performante pour compenser. Le calcul selon la SRE est plus souple sur ce point. Prenant en compte des pondérations de surface pour les grands volumes, un mauvais rapport de forme n'est pas rédhibitoire pour une labellisation Minergie.

Le test d'étanchéité à l'air

blower door Le test d'étanchéité à l'air est réalisé pendant le chantier, avant la livraison du bâtiment. Il qualifie la performance de l'enveloppe isolante et constitue la garantie pour le maître d'ouvrage de la bonne réalisation du projet, condition de l'obtention des performances calculées par le logiciel, et du bon fonctionnement de l'appareil de chauffage/ventilation.

Le test selon la norme n50

Le standard Maison passive et Minergie Plus exigent un test d'étanchéité, mesurée selon la norme européenne n50 et dont les valeurs sont inférieures à 0.60 volumes/heures. Le test consiste en la mise en depression du bâtiment à 50 Pa, et l'obturation de toutes les bouches de ventilation, pour déterminer le renouvellement d'air par les fuites d'étanchéité.

Le test selon la norme Q4

Le standard Effinergie exige un test d'étanchéité mesuré selon la norme française I4, et dont les valeurs sont inférieures à 0.6 m³/h.m₂. Le test consiste en la mise en depression du bâtiment à 4 Pa, et l'obturation de toutes les bouches de ventilation, pour déterminer le renouvellement d'air par les fuites d'étanchéité.

Les valeurs nécessaires à l'obtention des labels ne sont pas équivalentes, on considère en moyenne qu'une maison passive à un renouvellement par les fuites d'air trois fois moindre qu'une maison Effinergie.

Le label Minergie Standard n'exige pas la réalisation de test d'étanchéité (même s'il est toutefois recommandé).

Les standards énergétiques disponibles en France

On distinguera les réglementations thermiques des labels. Ils n'ont pas le même objectif. Une réglementation thermique va définir les minima constructibles pour tous, un label va définir un maxima beaucoup plus performant, mais a seulement valeur d'exemple.

On distinguera également certification et label. Le label Effinergie ou Minergie sont des marques qui correspondent à la certification BBC, définie par l'état dans un arrêté publié le 17 mai 2007.

Le RT 2005 - Réglementation thermique 2005.

Tout projet de construction dont le permis de construire est déposé après septembre 2006 doit répondre aux exigences de la RT2005, qui sont :

- De faire réaliser un bilan thermique avec le moteur THCE pour valider les performances réglementaires du projet (calcul thermique ou calcul simplifié)

- Que les performances des parois/ponts thermiques soient au moins supérieures aux valeurs garde fous définies dans l'arrêté.
- Que les besoins bruts de l'enveloppe Ubat soient inférieurs à la valeur Ubat de référence.
- Que les coefficients Cep/Tic calculés soient inférieurs aux valeurs Cep/Tic de référence (consommation énergétique primaire globale en kwhep comprenant Chauffage/ECS/Ventilation/Eclairage et température intérieure de confort thermique d'été).

La RT 2005 propose des valeurs U de références pour la composition des parois, les menuiseries, étanchéité à l'air, système de chauffage, ventilation, production d'eau chaude sanitaire, orientation solaire du bâtiment. Toutefois, comme l'objectif est d'obtenir une valeur globale de consommation énergétique et que chaque projet est différent, il est possible d'atteindre les minima en travaillant soit sur l'enveloppe, soit sur la ventilation...

L'important étant que la performance de l'enveloppe soit au moins aussi bonne qu'un projet utilisant les valeurs de référence (Ubat), une consommation primaire de chauffage/ECS au moins inférieure aux valeurs limites (Cepmax) et une consommation globale sauf électroménager inférieure au Cep de référence.

- Que la valeur Cepmax soit inférieure à la valeur Cepmax définie dans le tableau suivant (consommation globale en kwhep/m₂ de shon comprenant Chauffage/ECS)

Type de chauffage

Zone climatique

Consommation conventionnelle pour le chauffage, le refroidissement et la production d'ECS en kWh primaire /m₂/an

Combustibles fossiles

H1

130

H2

110

H3

80

Chauffage électrique

(y compris les pompes à chaleur)

H1

250

H2

190

H3

130

Dans la réalité, la faiblesse de cette réglementation tient au manque d'information et contrôle des performances. Une étude sur un panel de maisons neuves a montré qu'environ 80% des maisons construites aujourd'hui ont des performances constatées non conformes à la RT 2005.

Pour résumer :

Procédure de calcul

RT 2005

Consigne de température à 19 °C

Surface hors oeuvre nette SHON

Vecteur énergétique

Fioul / Gaz : 1

Electricité : 2.58

Biomasse : 1

Solaire thermique : 0

Solaire photovoltaïque : 0

Valeurs limites

Pour un bâtiment neuf :

Energie utile : Ubat de référence

Energie finale : Rien

Energie primaire Chauffage/ECS/Auxiliaires/Eclairage:

- Cep > Cepref pour bâtiments à usage d'habitation

Pour un bâtiment existant (20eme siècle):

Energie utile : Rien

Energie finale : Rien

Energie primaire Chauffage/ECS/Auxilliaires/Eclairage:

- Cep > Cepref pour bâtiments à usage d'habitation

Test d'étanchéité - I4 > 1.3 m³/h.m_ considéré par défaut

- I4 > 0.8 m³/h.m_ valeur de référence

Documentations Décret 2006-592 d'application

Arreté du 24 mai 2006

Sites internet :

www.rt2000.net

Le label Haute performance énergétique 2005

Les quatres labels suivants sont des déclinaisons de l'approche réglementaire RT2005 avec une petite diminution des consommations globales. L'obtention des labels peut s'obtenir facilement, en augmentant les valeurs d'isolation des parois ou en utilisant des énergies dites renouvelables. Contrairement à l'approche "basse consommation" qui nécessite une reflexion globale et remet en cause les stratégies de construction conventionnelles, le HPE et ses déclinaisons sont destinés aux constructions conventionnelles qui souhaitent améliorer un peu la qualité thermique de leur projet, sans aller vers des surcouts trop importants. L'interêt de ses labels réside pour le maitre d'ouvrage du projet dans les procédures de controle mise en place par le certificateur, qui justifie de la bonne mise en oeuvre de l'isolation et que l'étanchéité à l'air soit "acceptable".

A noter que le label HPE existait déjà sous la RT 2000. Une maison labellisée HPE entre 2000 et 2005 atteindrait tout juste aujourd'hui les critères de la RT 2005. La haute performance énergétique est donc "périssable", puisqu'elle dépend des niveaux réglementaires retenus et de leur évolution.

Le label HPE 2005 - Haute performance énergétique 2005

Le bâtiment doit répondre aux mêmes exigences que la RT 2005 et en

utilisant la procédure de calcul THCE.

Le coefficient Cep doit être inférieur de 10% à la valeur Cep de référence.

La labellisation est effectuée par Qualitel / Cerqual.

Le label HPE ENR 2005 - Très haute performance énergétique 2005

Le bâtiment doit répondre aux mêmes exigences que la RT 2005 et en utilisant la procédure de calcul THCE.

Le coefficient Cep doit être inférieur de 10% à la valeur Cep de référence.

La source de chaleur doit être principalement à énergie renouvelable (Biomasse, solaire, PAC).

La labellisation est effectuée par Qualitel / Cerqual.

Le label THPE 2005 - Très haute performance énergétique 2005

Le bâtiment doit répondre aux mêmes exigences que la RT 2005 et en utilisant la procédure de calcul THCE.

Le coefficient Cep doit être inférieur de 20% à la valeur Cep de référence.

La labellisation est effectuée par Qualitel / Cerqual.

Le label THPE ENR 2005 - Très haute performance énergétique 2005

Le bâtiment doit répondre aux mêmes exigences que la RT 2005 et en utilisant la procédure de calcul THCE.

Le coefficient Cep doit être inférieur de 30% à la valeur Cep de référence.

La source de chaleur doit être principalement à énergie renouvelable (Biomasse, solaire, PAC).

La labellisation est effectuée par Qualitel / Cerqual.

Détail n°1 : fondation et dalle

Détail isolation soubassement, les fondations se font habituellement en béton armé, et nous ne dérogerons pas à cette règle dans ces exemples, pour les deux raisons citées : il faut que les techniques utilisées soient maîtrisées par les entreprises du marché français actuel.

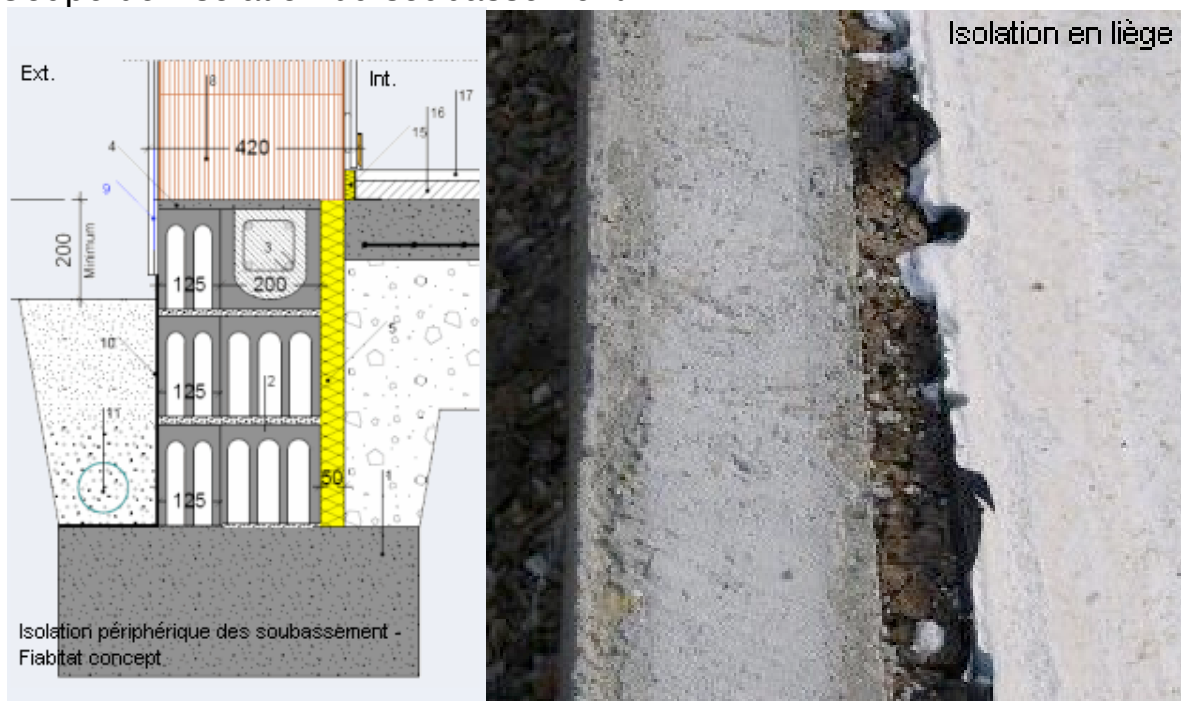
Nous avons vu que le béton armé, il n'est pas un matériau très intéressant de par ses propriétés en place, cependant, ces inconvénients ne seront pas gênants s'il n'est utilisé que pour les fondations enterrées.

La maison conventionnelle préfère ensuite souvent mettre un vide sanitaire au-dessus de ses fondations, et construire ses murs en s'appuyant sur cette première surface. Le vide sanitaire doit (ou devrait) être ventilé, ce qui amène en pratique à mettre tout le volume thermique de la maison en suspension dans l'air extérieur.

C'est n'est pas la meilleure configuration d'un point de vue thermique (et tout particulièrement si en plus la maison est "isolée" par l'intérieur...).

Pour éviter les faiblesses thermiques à cet endroit et pour garder contact avec la masse du sol qui servira d'accumulateur thermique, notre maison bioclimatique ne sera pas sur un vide sanitaire, mais sur un terre-plein.

Coupe de l'isolation du soubassement



L'espace terrassé sous la maison sera donc rempli d'abord avec un hérisson de gros cailloux, puis recouvert par un lit de cailloux plus petits, compactés, et enfin recouvert avec une dalle flottante en béton.

Il n'y aura pas d'isolation entre cette dalle et le sol en dessous, par contre, l'isolation sera périphérique, le long des murs de soubassement.

Cette isolation enferme donc à l'intérieur du volume thermique de la maison, une masse des sols très important : c'est elle qui servira d'accumulateur principal, il est donc primordial de bien soigner les joints de l'isolation périphérique.

Cette isolation sera effectuée avec un isolant qui supporte la présence d'humidité : en version écologique, du liège en panneaux.

Autre point fondamental : la dalle qui reçoit directement le rayonnement solaire devrait être recouverte avec un matériau accumulateur de couleur moyenne, typiquement, un carrelage couleur brun/terre cuite.