

Les maisons passives sont elles écologiques ?

Par Frédéric Loyau, mercredi 23 février 2011 à 17:42 :: [Construction passive](#) :: #23 :: [rss](#)

Il est une interrogation qui revient souvent lorsque l'on aborde la construction passive : les épaisseurs d'isolation nécessaires pour passer d'une performance "basse consommation" à une performance "passive" sont elles rentables d'un point de vue environnemental ? En effet, passer d'une valeur U de parois de 0.20 w/m².K à une valeur U de 0.13 (ce qui est souvent constaté en maison individuelle), disposer des triple vitrages... Cela augmente l'énergie grise globale du projet mais permet de réduire la consommation d'énergie du logement.

Nous avons comparé dans ce billet plusieurs schémas constructifs pour visualiser l'impact comparé des constructions selon leurs performances passives/bbc et compositions de parois conventionnelles/écologiques.

1 - Estimation rapide de l'énergie grise des systèmes constructifs en passif

Nous sommes partis dans la logique la plus défavorable, à savoir la maison individuelle, implantée dans un climat de type continental. Nous avons regardé 16 solutions constructives différentes, pour essayer de voir comment se situent les compositions de parois passives. Les résultats sont présentés par m² de paroi.

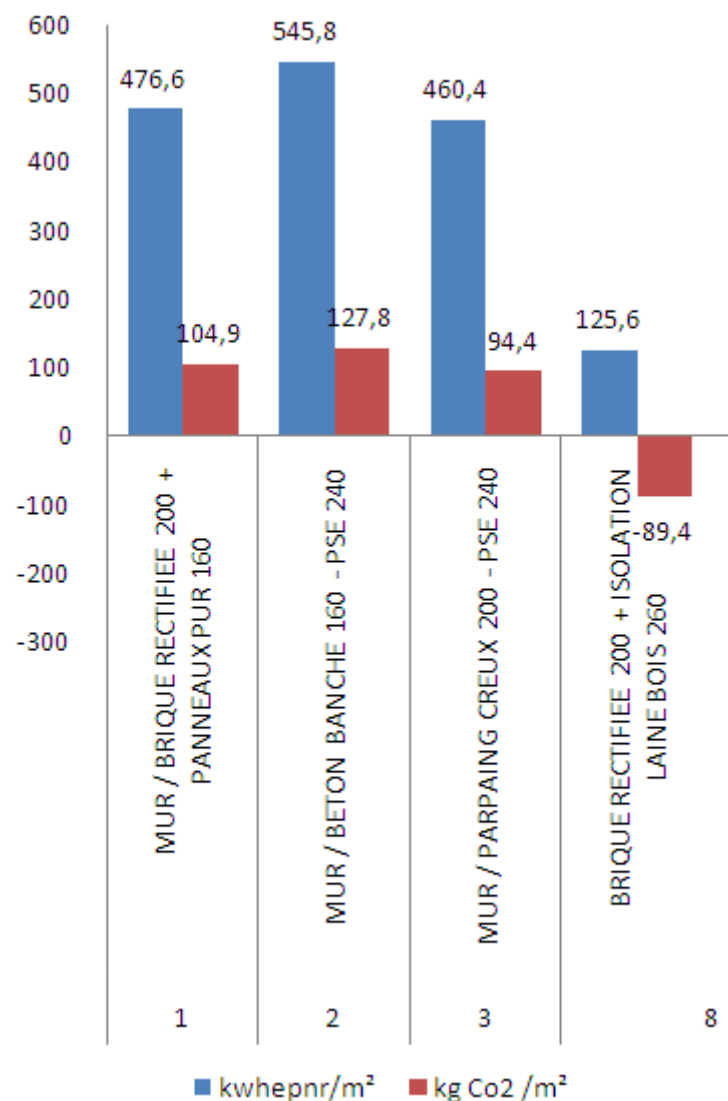
Nous avons utilisé pour faire ce calcul la base de données [Cocon](#), et le site internet [catalogueconstruction.ch](#), qui propose des données basées sur [Ecoinvent](#).

Nous avons essayé de limiter l'utilisation des données FDES qui sont quelquefois utilisées en France mais manquent parfois singulièrement de pertinence, comme le relevait le dossier du réseau Ecobâtir : [Revue critique des FDES/ACV](#)

L'énergie grise détermine la quantité d'énergie et les émissions de polluants nécessaires pour la fabrication, mise à disposition, et la fin de vie des matériaux utilisés pour la construction. La calculer permet de comparer les solutions constructives entre elles, puisqu'à performance thermique égale, le bilan global est très variable selon les matériaux employés.

4 solutions en isolation par l'extérieur

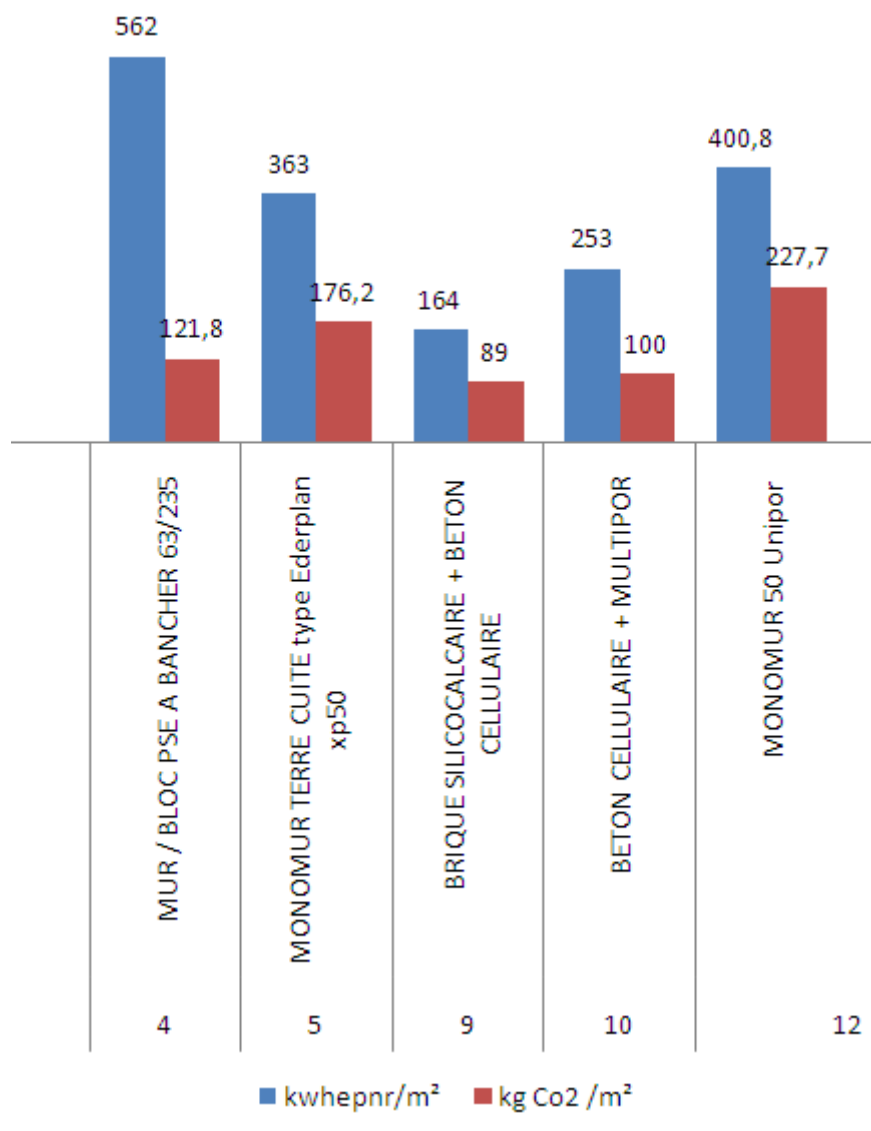
- Brique rectifiée de 20 cm et panneaux de polyuréthane de 16 cm par l'extérieur, enduit.
- Béton banché de 16 cm et polystyrène lambda 0.035 de 24 cm par l'extérieur, enduit.
- Parpaing creux de 20 cm et polystyrène lambda 0.035 de 24 cm par l'extérieur, enduit.
- Brique rectifiée de 20 cm et laine de bois 26 cm par l'extérieur, enduit chaux.



La part liée au mur dépend pour partie du mur porteur, la solution voile béton est la plus défavorable, et au choix de l'isolant, les polyuréthanes et polystyrènes à faible lambda ayant une empreinte écologique très élevée. La solution brique + laine de bois est moins énergivore, et la laine de bois est un puits de carbone, qui permet à la solution d'avoir une empreinte co2 négative.

5 solutions en isolation monolithique

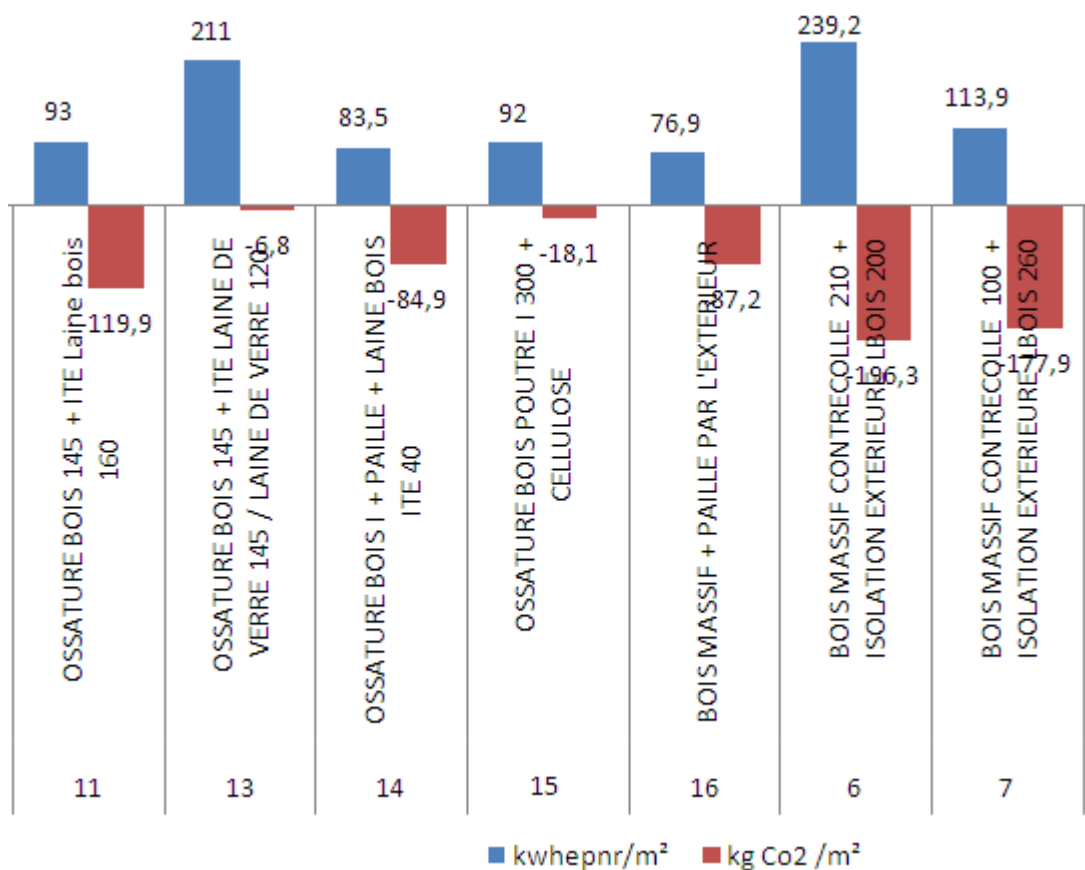
- Bloc à bancher en polystyrène de 6.3 / 23.5 cm et béton armé de 16 cm, enduit.
- Bloc monomur de 50 cm en terre cuite, lambda de 0.08, enduit.
- Bloc silicocalcaire / béton cellulaire de lambda 0.05, type twinstone de 50 cm, enduit.
- Bloc béton cellulaire porteur de 30 cm + bloc béton cellulaire non porteur de 16 cm, enduit chaux.
- Bloc monomur de 50 cm en terre cuite avec isolant incorporé, enduit



Les solutions brique et béton ont une empreinte énergétique importante, les solutions béton cellulaire sont plus intéressantes, notamment le combiné brique silicocalcaire/béton cellulaire. Le bilan carbone est par contre toujours défavorable.

7 solutions en construction bois

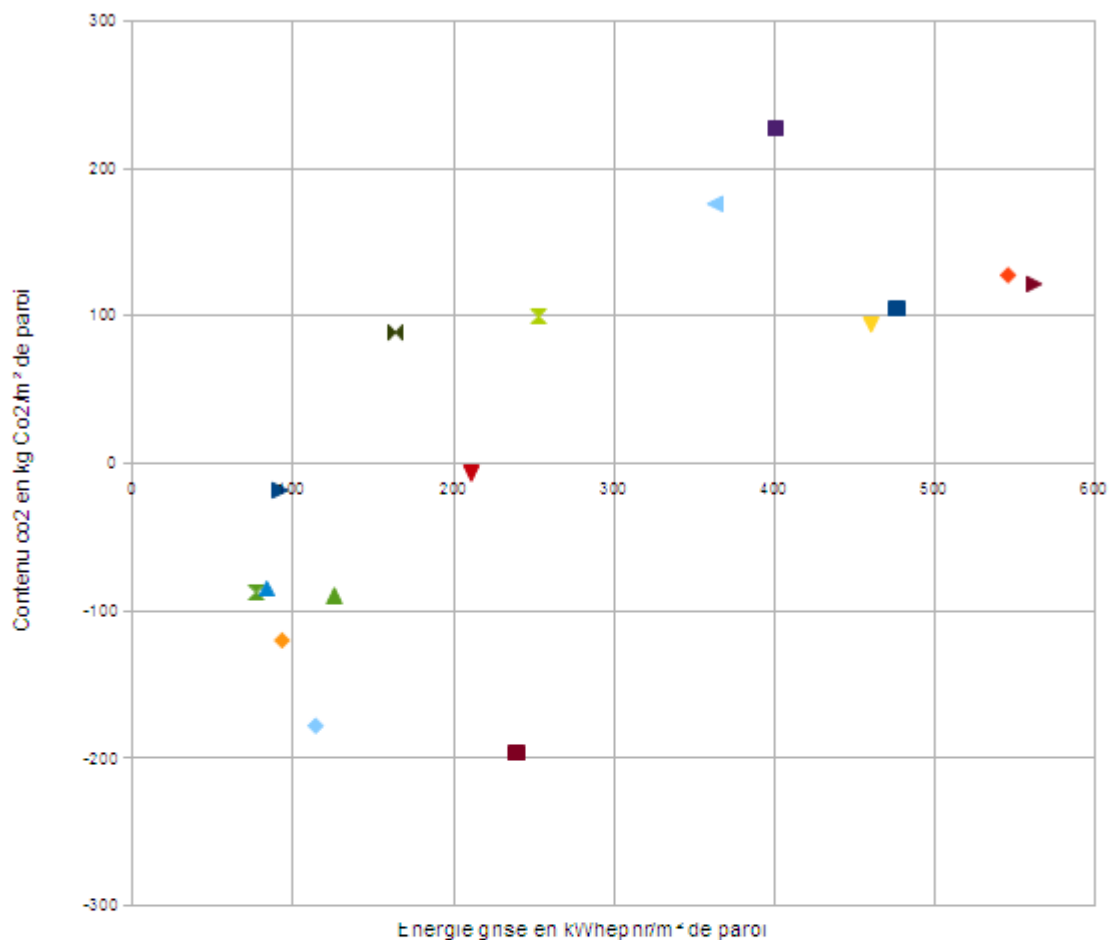
- Ossature bois / cellulose de 14.5 cm et panneaux de laine de bois de 16 cm par l'extérieur, bardage bois (contreventement intérieur et vide technique).
- Ossature bois / laine de verre de 14.5 cm et laine de verre de 12 cm par l'extérieur, bardage bois (contreventement intérieur et vide technique).
- Ossature bois / ballot de paille de 35 cm (poutre I) et panneaux de laine de bois de 4 cm par l'extérieur, bardage bois (contreventement intérieur et vide technique).
- Ossature bois / cellulose de 30cm (poutre I), bardage bois (contreventement intérieur et vide technique).
- Bois massif 10 cm / ballot de paille 40 cm fixée par l'extérieur, enduit terre.
- Bois massif 21 cm / laine de bois 20 cm fixée par l'extérieur, enduit terre.
- Bois massif 10 cm / laine de bois 26 cm fixée par l'extérieur, enduit terre.



Les solutions bois sont plutôt bien placées, les meilleurs résultats étant obtenus avec l'utilisation de matériaux écologiques.

Pour récapituler les solutions :

Bilan écologique des solutions constructives passives



■ MUR / BRIQUE RECTIFIEE 200 + PANNEAUX PUR 160	■ MONOMUR 50 Unipor
◆ MUR / BETON BANCHE 160 - PSE 240	◆ OSSATURE BOIS 145 + ITE Laine bois 160
▼ MUR / PARPAING CREUX 200 - PSE 240	▼ OSSATURE BOIS 145 + ITE LAINE DE VERRE 145 / LAINE DE VERRE 120
▲ BRIQUE RECTIFIEE 200 + ISOLATION LAINE BOIS 260	▲ OSSATURE BOIS I + PAILLE + LAINE BOIS ITE 40
▶ MUR / BLOC PSE A BANCHER 63/235	▶ OSSATURE BOIS POUTRE I 300 + CELLULOSE
◀ MONOMUR TERRE CUITE type Ederplan xp50	✕ BOIS MASSIF CONTRECOLLE 10cm + PAILLE PAR L'EXTERIEUR
✎ BRIQUE SILICOCALCAIRE + BETON CELLULAIRE (Twinstone light)	■ BOIS MASSIF CONTRECOLLE 210 + ISOLATION EXTERIEURE LBOIS 200
✎ BETON CELLULAIRE + MULTIPOR	◆ BOIS MASSIF CONTRECOLLE 100 + ISOLATION EXTERIEURE LBOIS 260

2- une construction passive à forte énergie grise comparée à une construction bbc à forte énergie grise

La première comparaison va essayer de voir si le bilan écologique d'une maison passive est meilleur que la même maison, basse consommation. C'est à dire, est-ce que les surplus d'épaisseur d'isolation, et la mise en place de triple vitrage, est réellement compensée par les économies de fonctionnement.

Pour isoler l'impact spécifique du à l'enveloppe, nous considérons des solutions de chauffage utilisant la même énergie, et ne comptabilisons pas l'énergie grise des systèmes de chauffage/ecs/ventilation.

Pour comprendre, prenons un exemple :

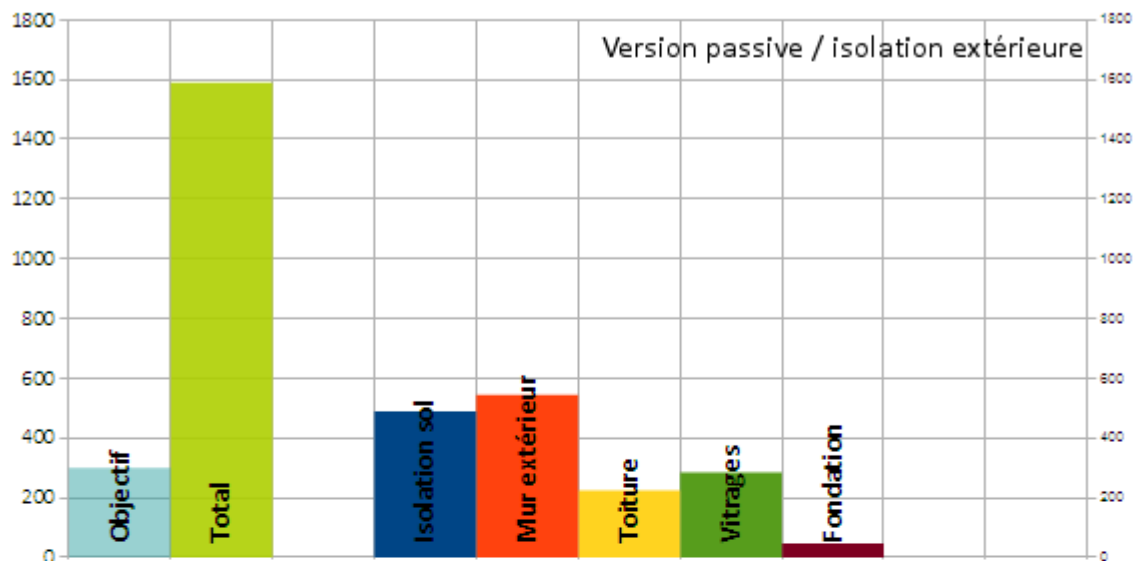
note : les consommations primaires sont exprimées en kWh_{epnr}, selon le tableau présenté dans le billet précédent, avec notamment un vecteur énergie de 3 pour l'électricité. Idem pour le Co2 ([valeurs utilisées kWh epnr](#) - [Valeurs utilisées en co2 par énergie](#)).

maison de 160m ² shab	Projet passif Système multi énergie	Projet BBC PAC air eau/ VMC SF hygro
Choix d'enveloppe	Plancher bas : Poutrelles hourdis béton/isolation PUR 18cm/ chape et finition Mur extérieur : Parpaing / PSE 24cm ITE Toiture : Rampants isolés entre chevrons laine minérale Huisseries : Triple vitrage / bâti pvc Système multi énergie chauffe eau solaire	Plancher bas : Poutrelles hourdis PSE/isolation PUR 4 cm/ chape et finition Mur extérieur : Parpaing / PSE 16cm ITI Toiture : Rampants isolés entre chevrons laine minérale Huisseries : double vitrage / bâti pvc PAC air eau chauffe eau solaire VMC simple flux
besoin Chauffage	12.5 kWh/m ² shab.an	38.8 kWh.m ² .shab.an
Consommation tous usages	92.3 kWh _{epnr} /m ² shab.an	118.6 kWh _{epnr} /m ² shab.an
Émissions Co2 tous usages	3.4 kg co2/m ² shab.an	6.3 kg co2/m ² shab.an
Coût d'exploitation tous usages	4 euros / m ² shab.an	5.7 euros / m ² shab.an

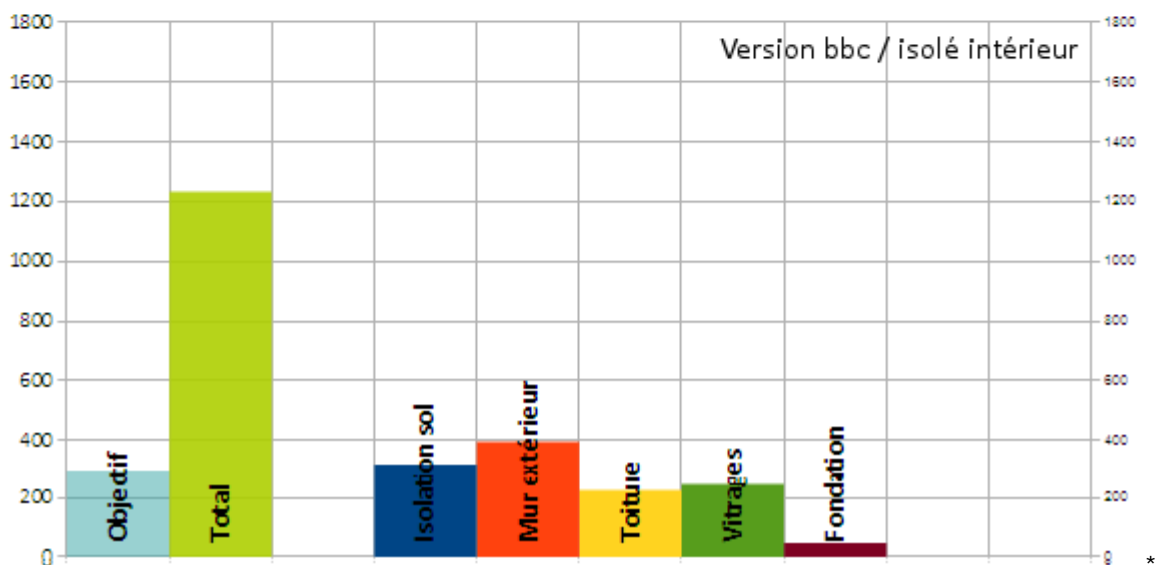
maison de 160m ² shab	Projet passif Système multi énergie	Projet BBC PAC air eau/ VMC SF hygro
Choix d'enveloppe	Plancher bas : Poutrelles hourdis béton/isolation PUR 18cm/ chape et finition Mur extérieur : Parpaing / PSE 24cm ITE Toiture : Rampants isolés entre chevrons laine minérale Huisseries : Triple vitrage / bâti pvc Système multi énergie chauffe eau solaire	Plancher bas : Poutrelles hourdis PSE/isolation PUR 4 cm/ chape et finition Mur extérieur : Parpaing / PSE 16cm ITI Toiture : Rampants isolés entre chevrons laine minérale Huisseries : double vitrage / bâti pvc PAC air eau chauffe eau solaire VMC simple flux
Énergie grise de l'enveloppe	1589 kWh/m ² shab	1232 kWh/m ² shab
Contribution effet de serre de l'enveloppe	303 kg co2/m ² shab	240 kg co2/m ² shab

Le bilan énergie grise comparé des projets donne cela :
La barre objectif correspondrait à un objectif très performant.

Comparaison Energie grise construction (en kwh ep/m².shab)

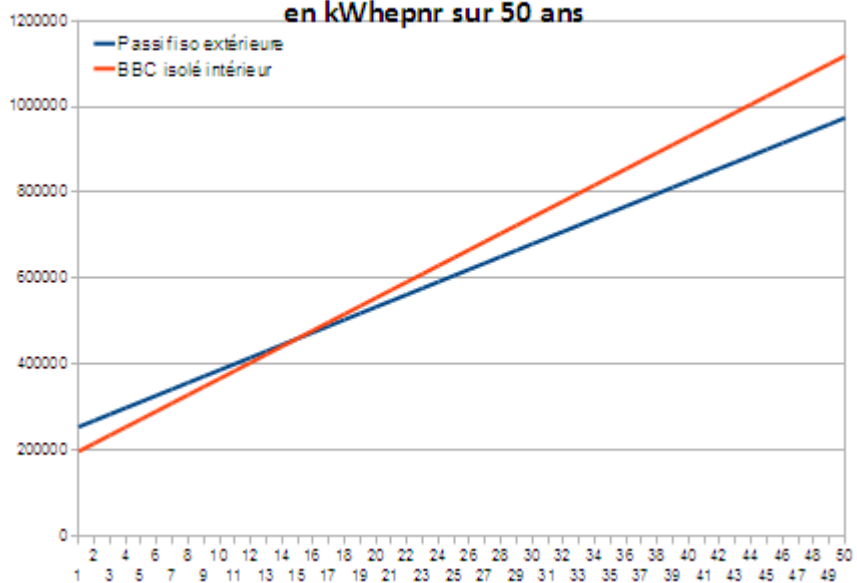


Comparaison Energie grise construction (en kwh ep/m².shab)

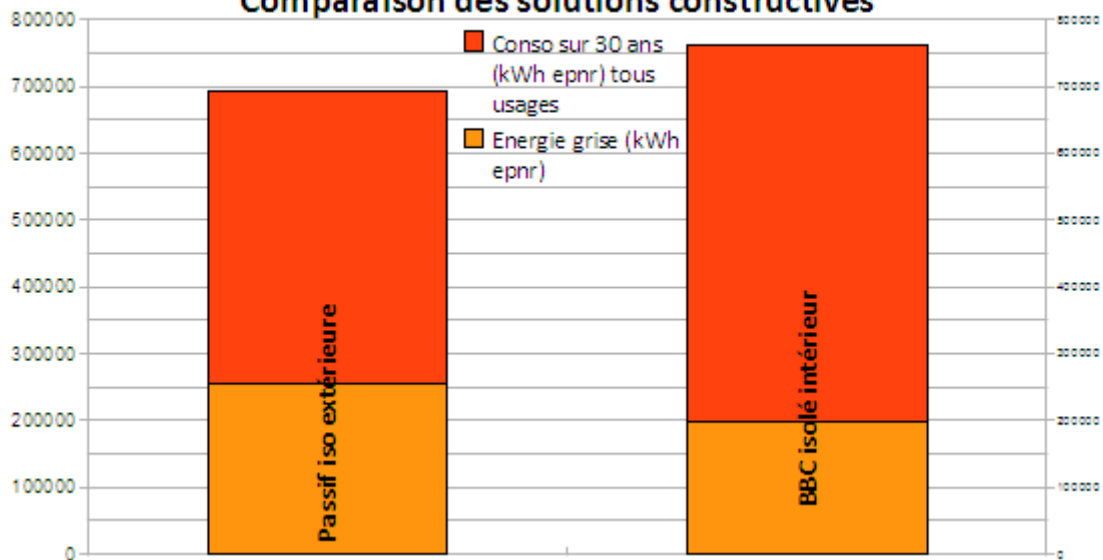


Malgré tout, la différence entre les deux projets est absorbée assez rapidement.

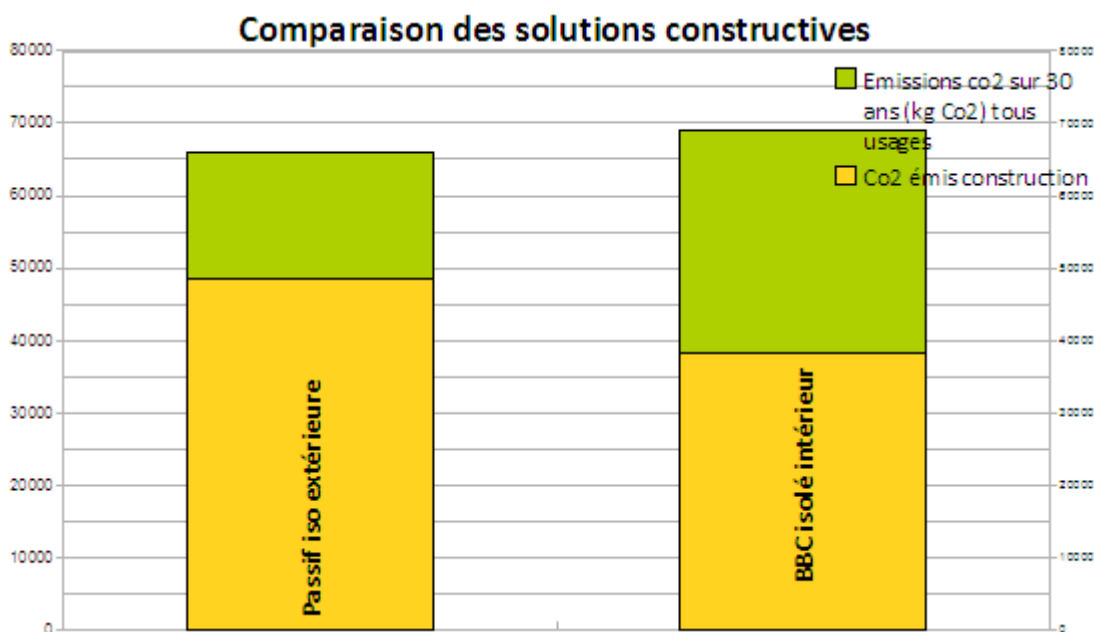
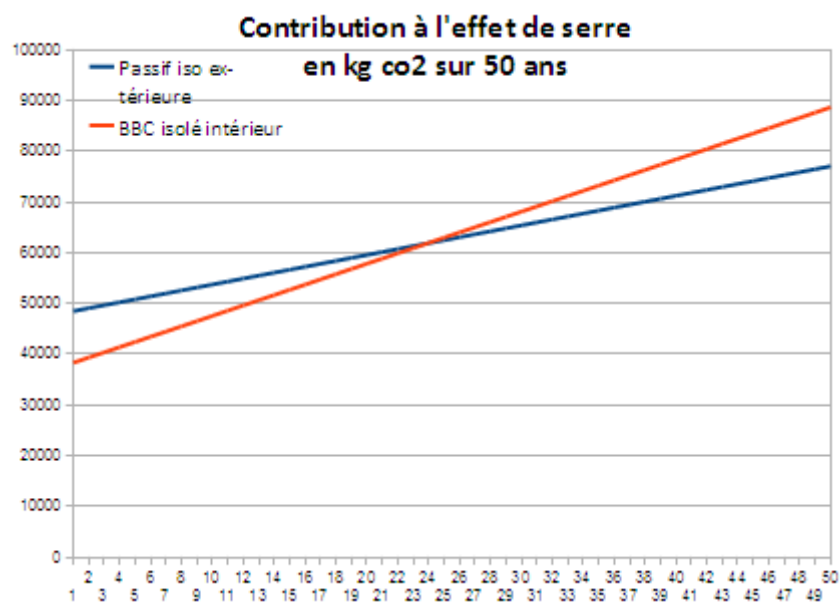
Consommation de ressources énergétiques non renouvelables en kWhepnr sur 50 ans



Comparaison des solutions constructives



La différence de contribution co2 est absorbée en 24 ans.



On notera donc que d'une manière générale, la part énergie grise d'un projet passif conventionnel représente 1/3 de son énergie totale consommée sur une durée de 30 ans. Comparé à une démarche basse consommation conventionnelle qui utilise la même énergie de chauffage, le supplément d'énergie grise lié à la surisolation est compensé à court terme par les économies de fonctionnement réalisées.

Le bilan est fortement variable en fonction du mode de chauffage, il est difficile d'en conclure des chiffres généralisables. Si par exemple la maison basse consommation est équipée d'une chaudière gaz condensation pour le chauffage et l'appoint ECS, la consommation d'énergie primaire passerait de 118 kWh_{ep}/m².an à 90 kWh_{ep}/m².an, mais le contenu co2 augmenterait de 6.3 à 8.39 kg Co2/m².an.

Dans tous les cas, l'indicateur qui comptera est le bilan en énergie primaire et pas le bilan comparé des besoins de chauffage. Sans optimisation de l'ensemble des consommations primaires et dégagement co2, le bilan global d'un projet répondant aux normes passives peut être assez peu pertinent.

Ce qui nous amène au point 3.

3- une construction passive à forte énergie grise comparée à une construction basse consommation à faible énergie grise

La deuxième comparaison va essayer de voir si le bilan écologique d'une maison passive est meilleur que la même maison, basse consommation, à faible énergie grise avec une démarche visant à utiliser des procédés énergétiques à faible empreinte écologique. C'est à dire, est-ce qu'il vaut mieux faire une maison écologique non passive, ou une maison passive non écologique ?

Pour comprendre, prenons un exemple :

note : les consommations primaires sont exprimées en kWh_{epnr}, selon le tableau présenté dans le billet précédent, avec notamment un vecteur énergie de 3 pour l'électricité. Idem pour le Co2 ([valeurs utilisées kWh epnr](#) - [Valeurs utilisées en co2 par énergie](#)).

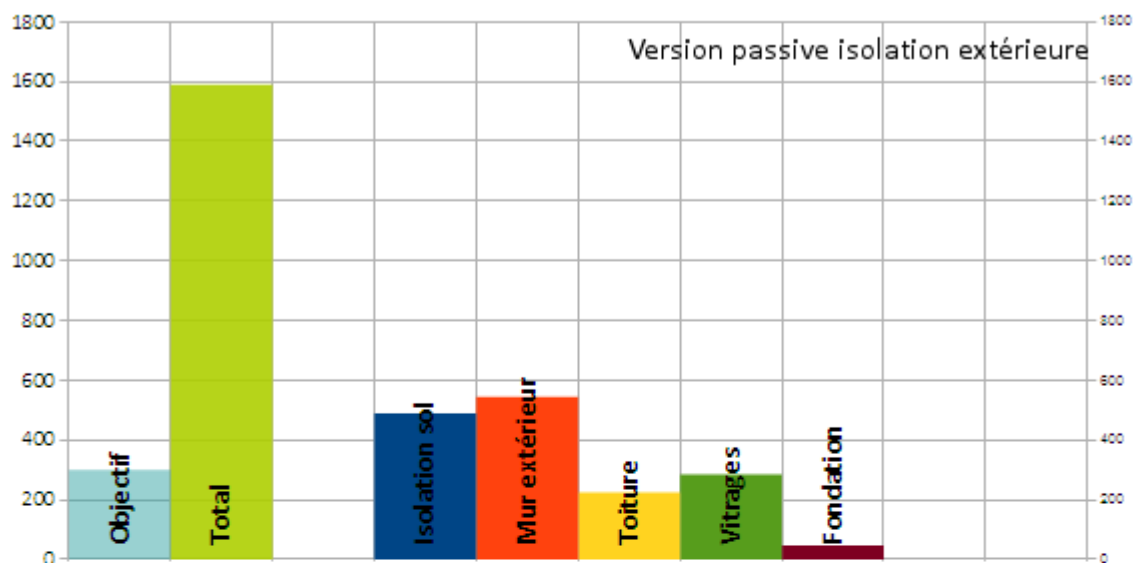
maison de 160m ² shab	Projet passif démarche conventionnelle Système multi énergie	Projet basse consommation démarche écoconstruction Poêle bois
Choix d'enveloppe	Plancher bas : Poutrelles hourdis béton/isolation PUR 18cm/ chape et finition Mur extérieur : Parpaing / PSE 24cm ITE Toiture : Rampants isolés entre chevrons laine minérale Huisseries : Triple vitrage / bâti pvc Système multi énergie chauffe eau solaire	Plancher bas : Radier, isolation mousse de verre expansée 30 cm (technopor) Mur extérieur : Ossature bois / paille 35 cm. Toiture : Rampants isolés entre chevrons-pannes cellulose / pare pluie laine de bois Huisseries : double vitrage / bâti bois Poêle à bois bûches, appoint électrique pièces éloignées chauffe eau électrosolaire solaire Ventilation naturelle assistée
besoin Chauffage	12.5 kWh/m ² shab.an	38.8 kWh.m ² .shab.an*
Consommation	92.3 kWh _{epnr} /m ² shab.an	98 kWh _{epnr} /m ² shab.an

maison de 160m ² shab	Projet passif démarche conventionnelle Système multi énergie	Projet basse consommation démarche écoconstruction Poêle bois
Choix d'enveloppe	Plancher bas : Poutrelles hourdis béton/isolation PUR 18cm/ chape et finition Mur extérieur : Parpaing / PSE 24cm ITE Toiture : Rampants isolés entre chevrons laine minérale Huisseries : Triple vitrage / bâti pvc Système multi énergie chauffe eau solaire	Plancher bas : Radier, isolation mousse de verre expansée 30 cm (technopor) Mur extérieur : Ossature bois / paille 35 cm. Toiture : Rampants isolés entre chevrons-pannes cellulose / pare pluie laine de bois Huisseries : double vitrage / bâti bois Poêle à bois bûches, appoint électrique pièces éloignées chauffe eau électrosolaire solaire Ventilation naturelle assistée
tous usages		
Émissions Co2 tous usages	3.4 kg co2/m ² shab.an	3.83 kg co2/m ² shab.an
Coût d'exploitation tous usages	4 euros / m ² shab.an	5 euros / m ² shab.an
Énergie grise de l'enveloppe	1589 kWh/m ² shab	556 kWh/m ² shab
Contribution effet de serre de l'enveloppe	303 kg co2/m ² shab	1 kg co2/m ² shab

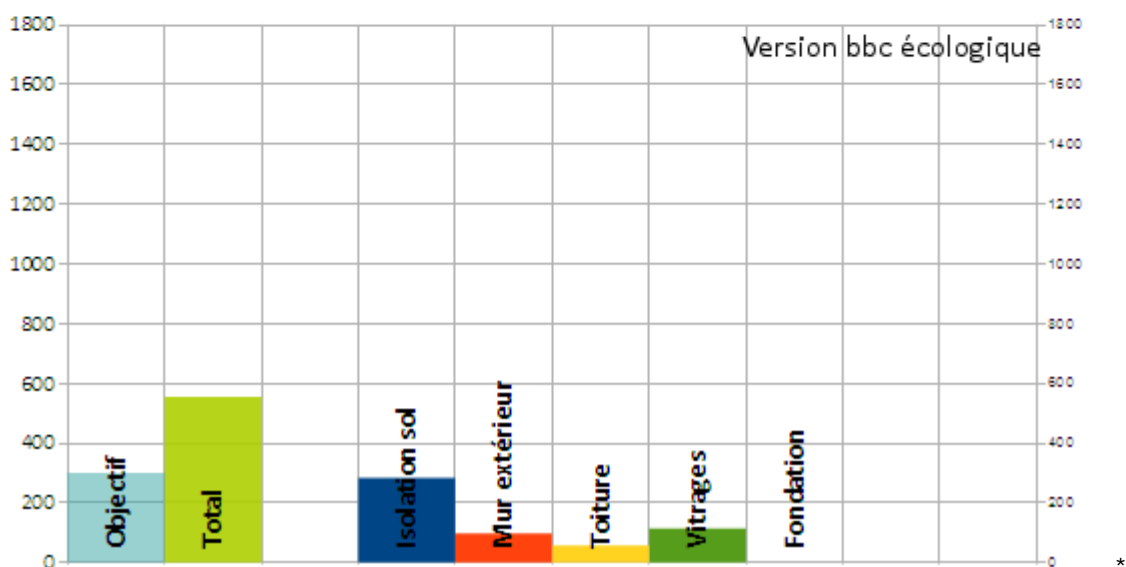
*Je n'ai pas recalculé le besoin de chauffage réel du projet, mais on devrait être mieux normalement

Le bilan énergie grise comparé des projets donne cela :

Comparaison Energie grise construction (en kwh ep/m².shab)

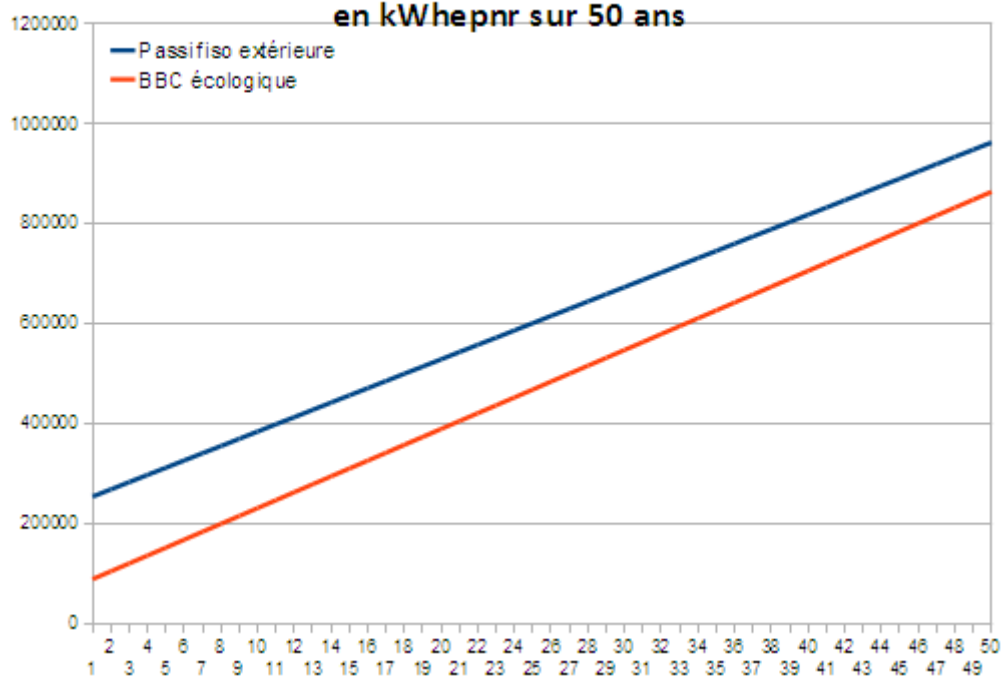


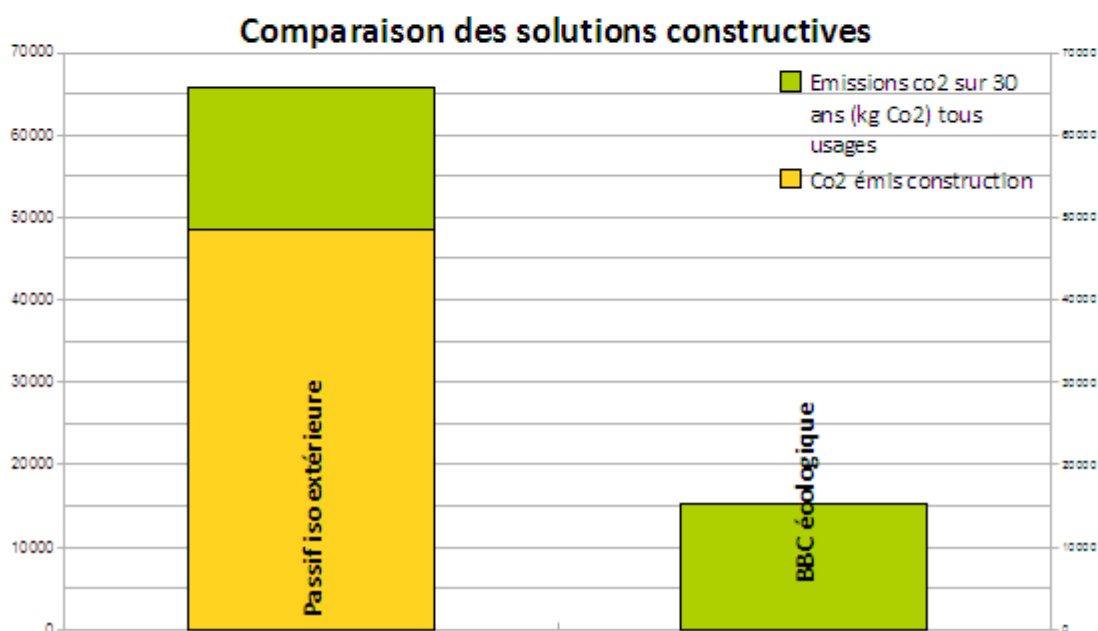
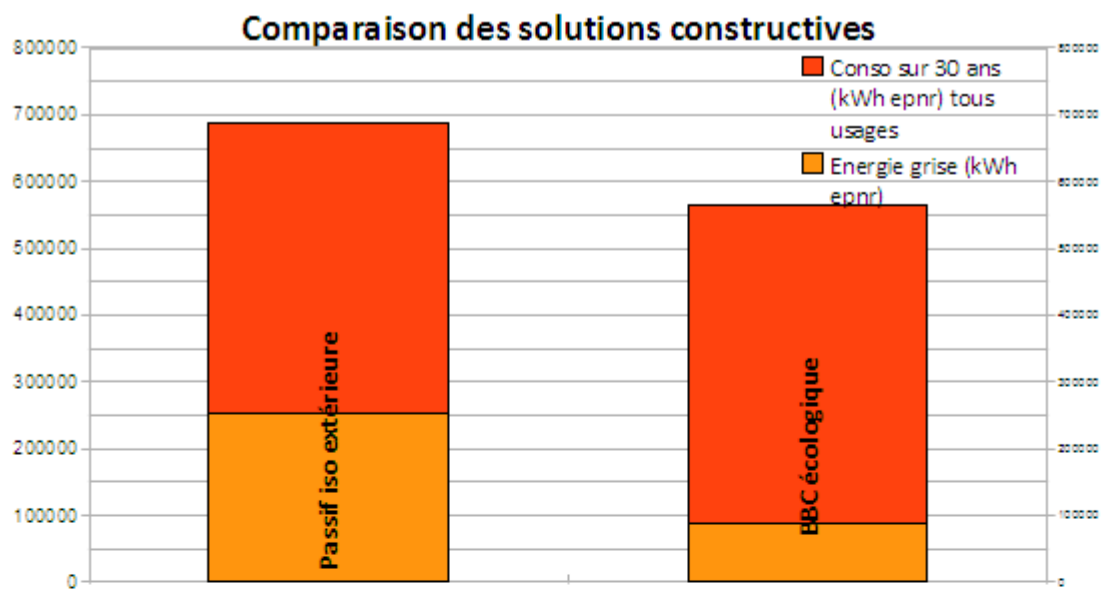
Comparaison Energie grise construction (en kwh ep/m².shab)



Le point noir du projet à faible énergie grise reste ici le plancher bas. Le radier béton et la mousse de verre ont un bilan écologique moyen, qui serait à retravailler pour passer sous les 300 kWh_{ep}/m².shab.

Consommation de ressources énergétiques non renouvelables en kWh epnr sur 50 ans





En choisissant des matériaux "puits de carbone", le bilan co2 de la construction peut être négatif, c'est à dire que la construction contribue à stocker du carbone. Ici, le bilan est proche de 0, du fait du radier qui plombe le résultat.

Comme sur l'exemple précédent, on note que le fait que le bâtiment conventionnel atteigne des performances passives ne suffit pas à compenser le fait que sa construction aura mobilisé une énergie grise importante. Il est donc **largement plus pertinent de réaliser un bâtiment à faible empreinte écologique basse consommation qu'un bâtiment passif à forte empreinte écologique.**

Malgré tout, les deux approches montrées ici ne sont pas exemplaires. Il serait possible d'améliorer l'exemple basse consommation, en réduisant le besoin de chauffage au niveau du passif, réduire au maximum sa consommation d'énergie primaire, et réduire dans le même temps au maximum les usages électriques pour le chauffage et l'eau chaude.

3- une construction passive à faible énergie grise comparée à une construction bbc à faible énergie grise

Dans le cadre d'une démarche utilisant des systèmes constructifs à faible empreinte écologique, est il pertinent d'augmenter les épaisseurs d'isolation et disposer des triples vitrages pour réduire sa consommation d'énergie primaire ?

Pour comprendre, prenons un exemple :

note : les consommations primaires sont exprimées en kWh_{epnr}, selon le tableau présenté dans le billet précédent, avec notamment un vecteur énergie de 3 pour l'électricité. Idem pour le Co2 ([valeurs utilisées kWh epnr](#) - [Valeurs utilisées en co2 par énergie](#)).

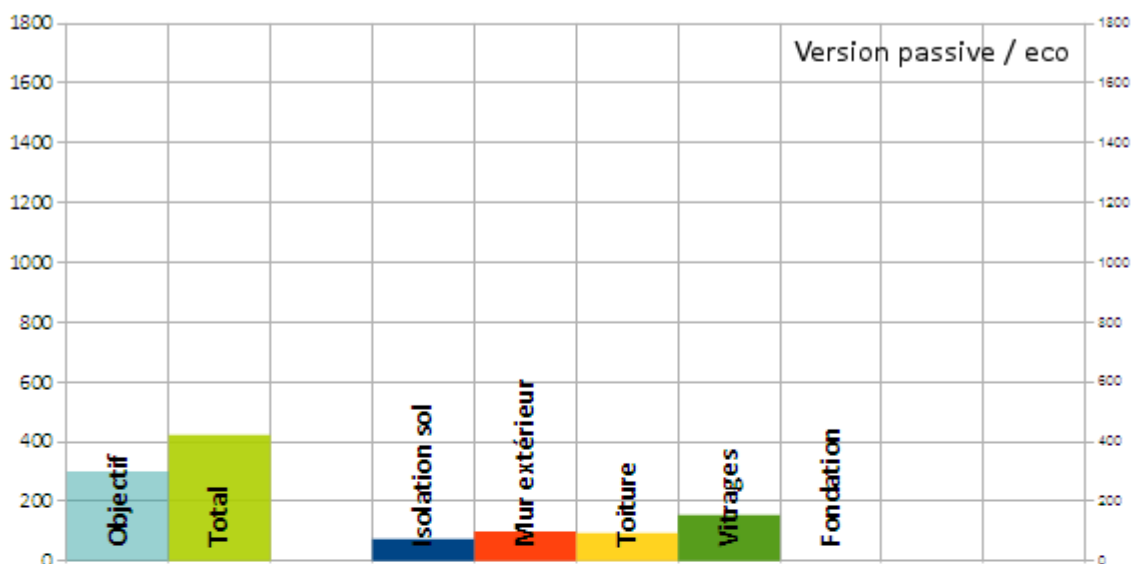
maison de 160m ² shab	Projet passif démarche écoconstruction Poêle granulés	Projet basse consommation démarche écoconstruction Poêle bois
Choix d'enveloppe	Plancher bas : Plancher bois poutre en I, cellulose soufflée 30cm ** Mur extérieur : Ossature bois / paille 35 cm / Laine de bois par l'extérieur 4cm Toiture : Poutre en I de 360, cellulose insufflée, pare pluie laine de bois 2.2cm Huisseries : Triple vitrage / bâti bois Poêle à granulés de bois, bouilleur chauffe eau solaire et batterie eau chaude sur le réseau de ventilation VMC double flux	Plancher bas : Radier, isolation mousse de verre expansée 30 cm (technopor) Mur extérieur : Ossature bois / paille 35 cm. Toiture : Rampants isolés entre chevrons-pannes cellulose / pare pluie laine de bois Huisseries : double vitrage / bâti bois Poêle à bois bûches, appoint électrique pièces éloignées chauffe eau électrosolaire solaire Ventilation naturelle assistée
besoin Chauffage	12.5 kWh/m ² shab.an	38.8 kWh.m ² .shab.an*
Consommation tous usages	65 kWh _{epnr} /m ² shab.an	98 kWh _{epnr} /m ² shab.an
Émissions Co2 tous usages	2.16 kg co2/m ² shab.an	3.83 kg co2/m ² shab.an
Coût d'exploitation tous usages	4.3 euros / m ² shab.an	5 euros / m ² shab.an

maison de 160m ² shab	Projet passif démarche écoconstruction Poêle granulés	Projet basse consommation démarche écoconstruction Poêle bois
Choix d'enveloppe	Plancher bas : Plancher bois poutre en I, cellulose soufflée 30cm ** Mur extérieur : Ossature bois / paille 35 cm / Laine de bois par l'extérieur 4cm Toiture : Poutre en I de 360, cellulose insufflée, pare pluie laine de bois 2.2cm Huisseries : Triple vitrage / bâti bois Poêle à granulés de bois, bouilleur chauffe eau solaire et batterie eau chaude sur le réseau de ventilation VMC double flux	Plancher bas : Radier, isolation mousse de verre expansée 30 cm (technopor) Mur extérieur : Ossature bois / paille 35 cm. Toiture : Rampants isolés entre chevrons-pannes cellulose / pare pluie laine de bois Huisseries : double vitrage / bâti bois Poêle à bois bûches, appoint électrique pièces éloignées chauffe eau électrosolaire solaire Ventilation naturelle assistée
Énergie grise de l'enveloppe	423 kWh/m ² shab	556 kWh/m ² shab
Contribution effet de serre de l'enveloppe	-154 kg co2/m ² shab	1 kg co2/m ² shab

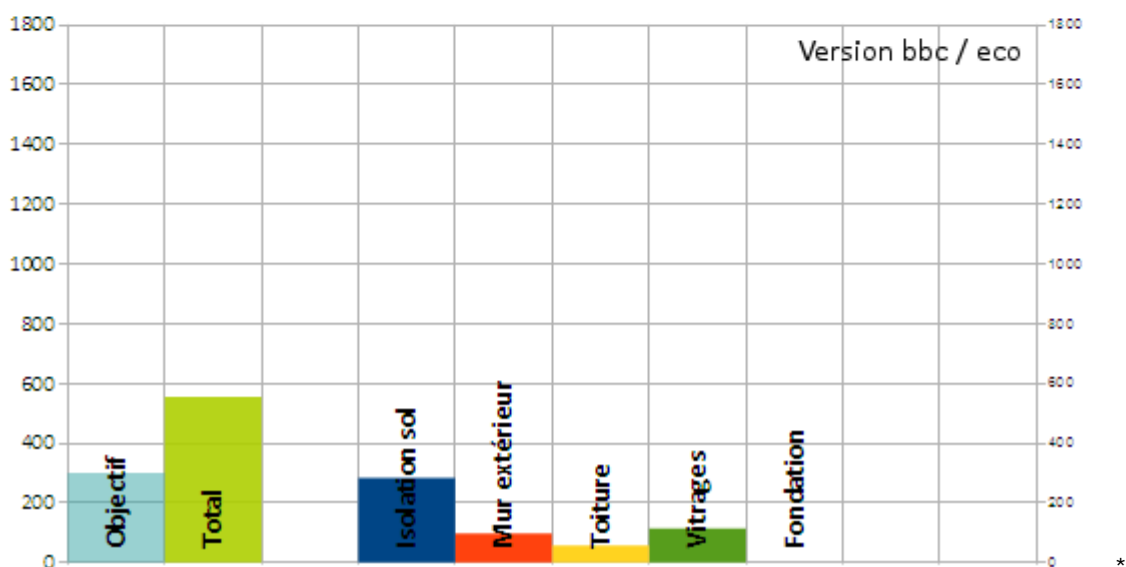
**Situant la comparaison en zone continentale, le plancher bois peut être une solution pertinente. Le fait que nous la présentions ici se signifie pas que nous conseillons systématiquement de s'isoler par rapport à l'inertie du sol. C'est un exemple de ce qui est possible de faire.

Le bilan énergie grise comparé des projets donne cela :

Comparaison Energie grise construction (en kwh ep/m².shab)

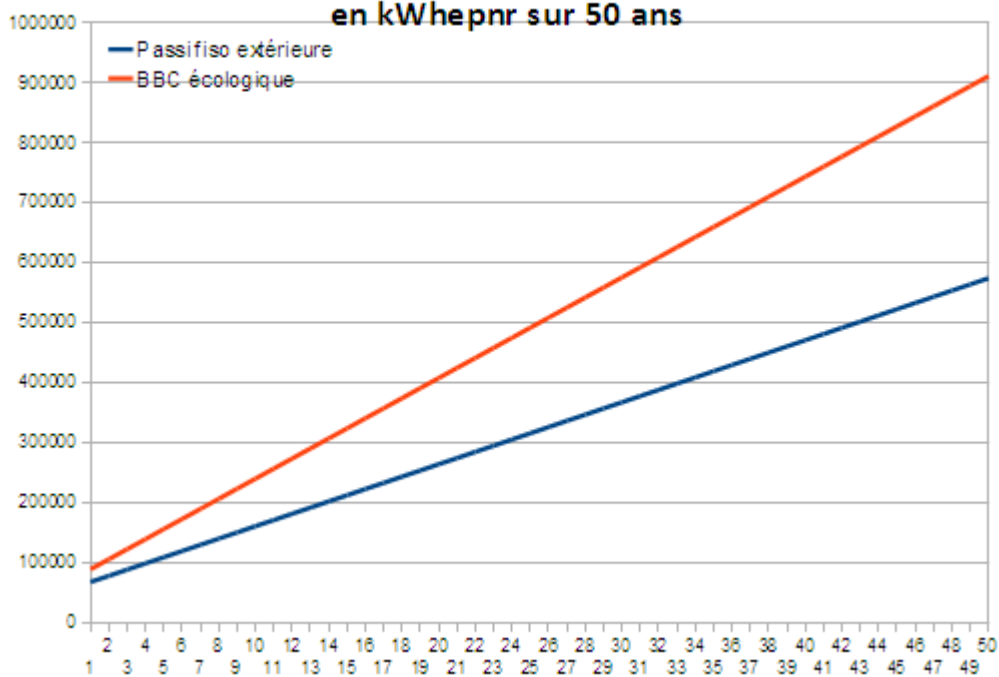


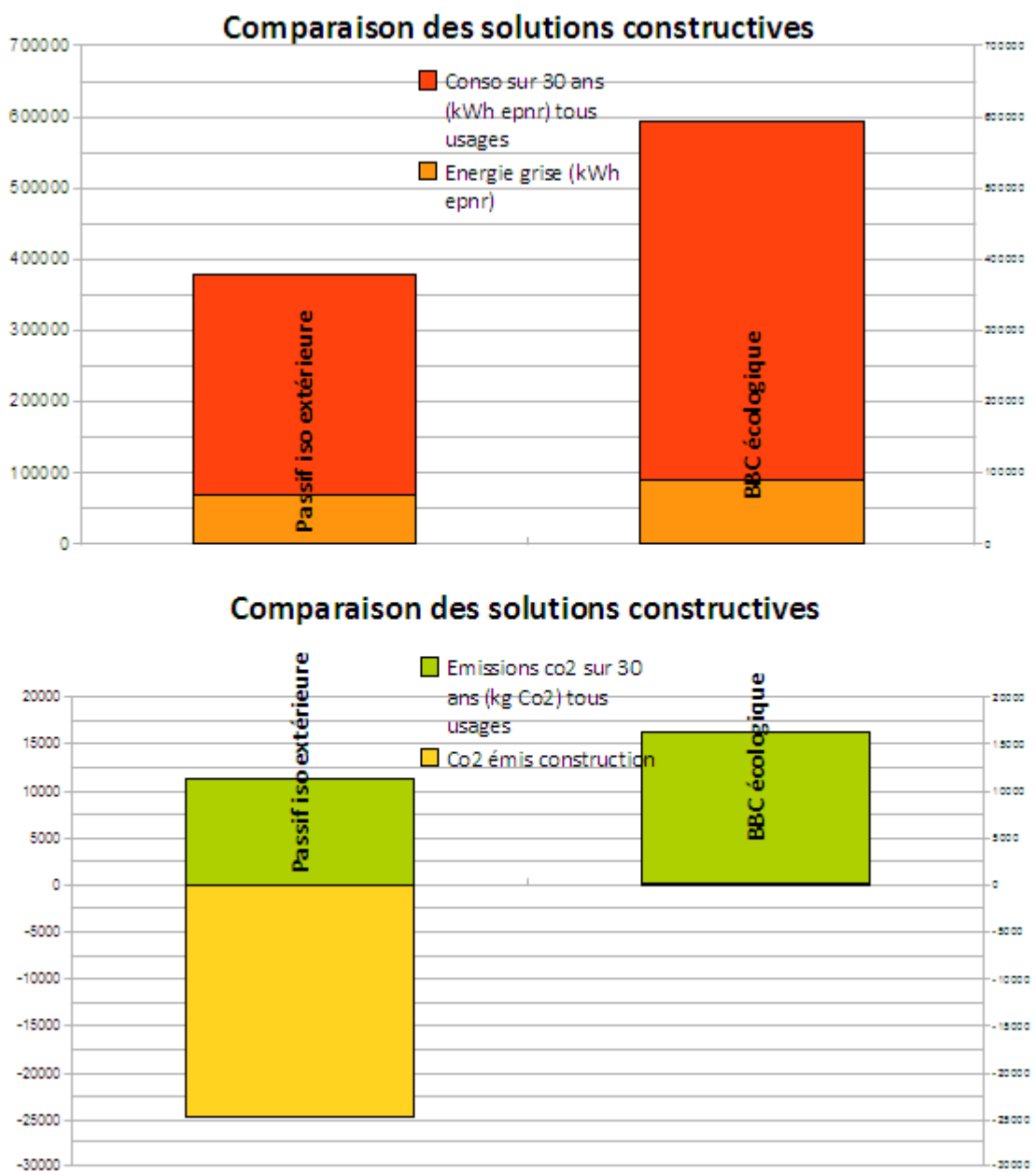
Comparaison Energie grise construction (en kwh ep/m².shab)



En optimisant toutes les compositions, on arrive à baisser autour de 420 kWh/m².shab l'énergie grise du projet. Si l'on souhaite obtenir un bilan en énergie grise meilleur tout en gardant une performance thermique optimale, il faut augmenter au maximum la compacité pour réduire la surface des parois extérieures, ou se tourner sur la rénovation (cela est souvent oublié, mais les murs étant existants, le bilan écologique global d'un bâtiment rénové est largement meilleur).

Consommation de ressources énergétiques non renouvelables en kWh epnr sur 50 ans





En choisissant des matériaux "puits de carbone", le bilan co2 de la construction peut être négatif, c'est à dire que la construction contribue à stocker du carbone.

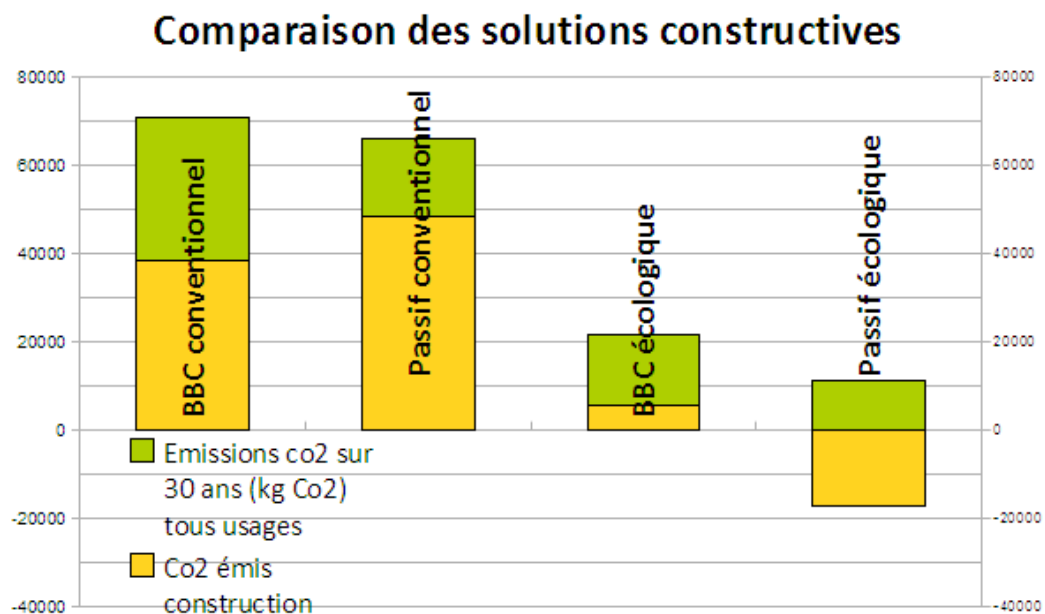
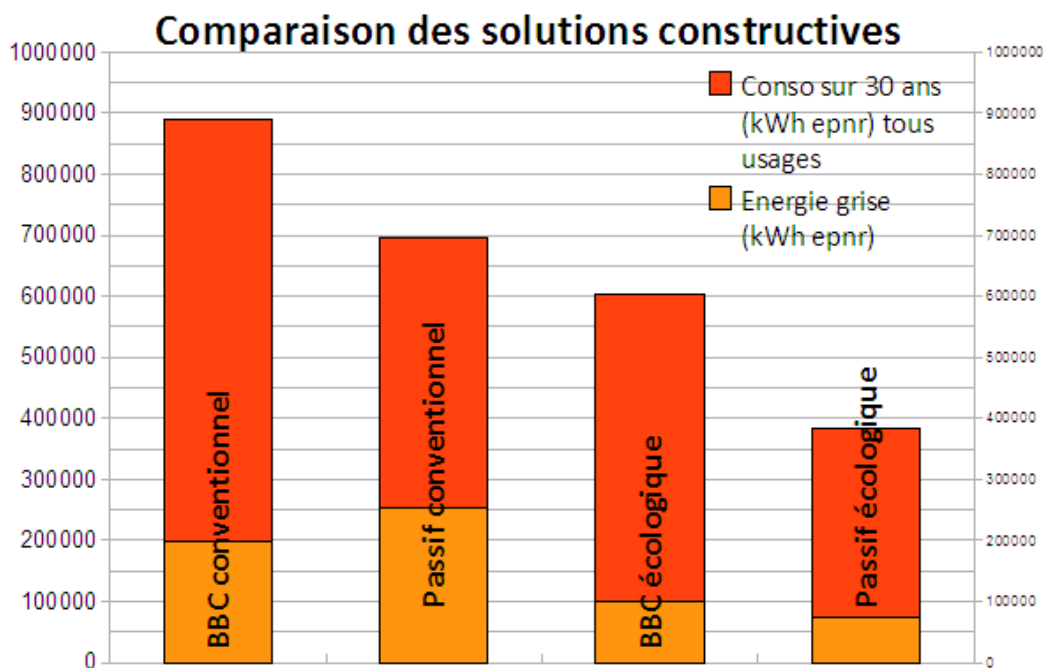
La démarche de réduction des besoins de chauffe par la sur isolation des parois est pertinente, e fait de disposer des triples vitrages et épaisseurs d'isolation plus importantes est rentabilisé par rapport aux moindres consommations induites. Ici, la baisse notable constatée dans le résultat en énergie primaire est du pour partie à l'amélioration de l'enveloppe, et pour partie à la réduction des usages électriques aux auxiliaires et à l'électroménager.

Au bout de 30 ans, le co2 émis par les usages est inférieur au co2 stocké dans l'enveloppe du bâtiment.

5 - En conclusion

La démarche de construction passive est un premier pas, qu'il est pertinent de suivre : un bâtiment passif en construction conventionnelle a un meilleur bilan global que le bâtiment basse consommation en construction conventionnelle.

Comparaison des projets cités dans le billet en global énergie primaire non renouvelable et contribution co2 :



On le voit, l'impact des consommations primaires est tel qu'il faut se fixer un objectif ambitieux pour réduire au maximum l'empreinte écologique du projet. On peut dans ce cadre considérer l'objectif fixé par le Passiv haus Institut à 120 kWh epnr/m².an très

insuffisant pour le résidentiel (ne parlons pas du BBC qui en excluant des postes de consommation, déduisant très favorablement l'électricité photovoltaïque, sur des pondérations énergie primaire conventionnelles produisent un résultat non exploitable pour déterminer la pertinence d'une démarche basse consommation).

Le garde fou sur lequel tout le monde se focalise est la performance de l'enveloppe à 15 kWh/m².an, mais il ne faut pas oublier que les seuls indicateurs jugeant réellement la qualité de la démarche énergétique sont la consommation totale en énergie primaire non renouvelable, et le co2 émis pour l'ensemble des usages.

Combiner une exigence forte sur la réduction des consommations en ajoutant en parallèle des exigences fortes sur l'énergie grise est **possible facilement**. Rien ne s'oppose à ce que cette méthode soit adaptée dès maintenant pour les labels BBC et passifs, ou même réglementairement. La seule difficulté réside dans l'accès aux valeurs de certains produits, qui nécessite une approximation. On peut se rapprocher, pour s'en convaincre, de la démarche suivie en Suisse et du site internet suisse catalogueconstruction.ch qui propose les bases de données des éléments de construction en ligne, permettant une vue par simple recherche, et des labels valorisant les démarches basse consommation en écoconstruction.

Un objectif de 600 kWh_{ep}/m² shab pour l'énergie grise, et 200 kg Co₂/m² shab pour la contribution effet de serre n'est pas trop restrictif, et constituerait une première approche pour réduire l'empreinte écologique des bâtiments neufs ou rénovés.

Le seul problème posé étant peut être que la quasi totalité des solutions constructives standard utilisées actuellement et valides pour la rt2012 se situent largement au dessus de ces garde fous, ce qui explique certainement que lors des discussions législatives sur la loi grenelle, cette nécessité d'intégrer l'écobilan des bâtiments dans la future réglementation ait été renvoyée ad patres, car paraît-il, les données n'existent pas.

L'énergie grise en France : ou en est-on ?

Par Frédéric Loyau, vendredi 3 juin 2011 à 18:52 :: [Labels basse consommation](#) :: #25 :: [rss](#)

Nous avons commencé à aborder le vaste sujet de l'[analyse environnementale des maisons passives dans un précédent billet](#), pour tenter de répondre à une critique de plus en plus présente quand on aborde le sujet de la construction passive : nous avons pu remarquer que les économies de fonctionnement compensaient généralement les surplus de matériaux mis en œuvre entre une démarche basse consommation (bbc) et passive. Nous avons pu également observer que le choix du système constructif n'est absolument pas neutre, et que selon le mode constructif retenu, l'énergie grise de l'enveloppe pouvait être 2 à 3 fois supérieure entre une démarche écologique et une démarche conventionnelle. Il apparaît donc nécessaire pour promouvoir des choix cohérents de se fixer des objectifs quantitatifs ambitieux à la fois sur la performance de l'enveloppe et ses consommations primaires (standard passif) et sur l'impact environnemental du système constructif.

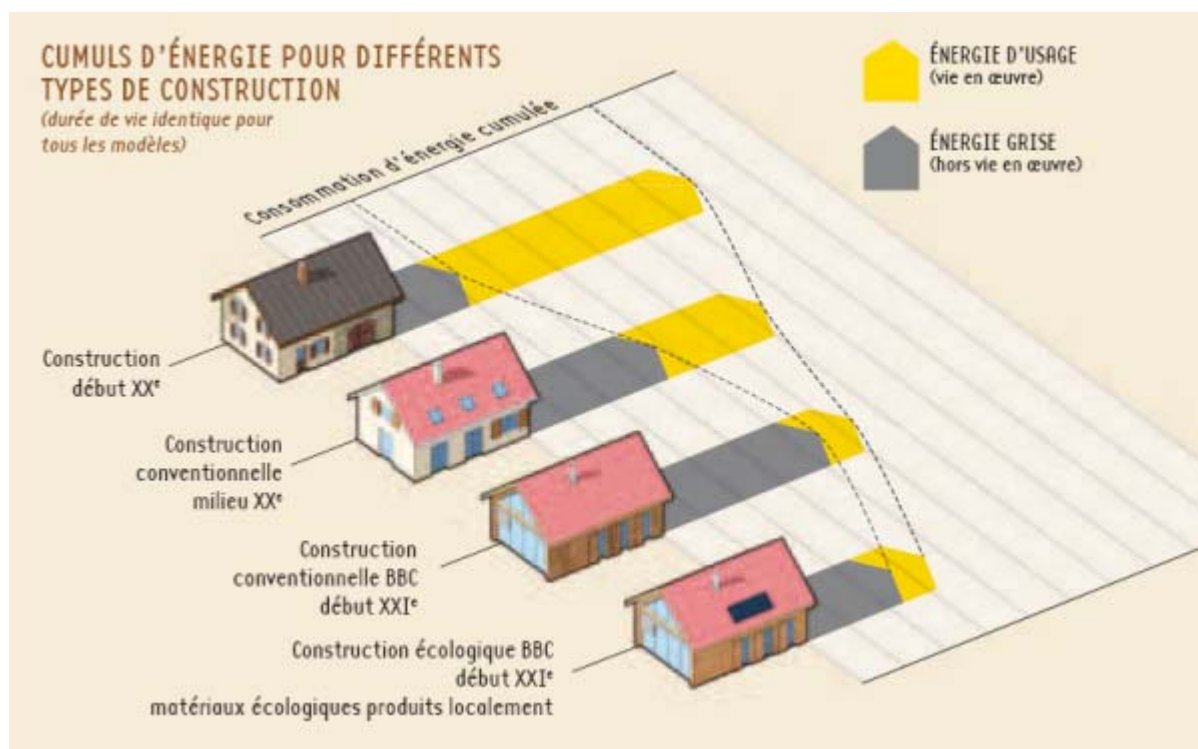


Schéma issu de : [L'énergie grise en question / Expo au fil du bois \(Caue 38 - Creabois\)](#)

A la suite de notre billet, nous avons été invité le mois dernier à faire une synthèse publique de cette réflexion. Qui a donné lieu à une interpellation indignée d'un représentant de la filière béton locale mettant en cause la qualité de notre analyse, indiquant que au contraire, des études démontraient que le bilan environnemental des systèmes constructifs n'impactaient pas le bilan global.

Ce qui est intéressant, car à l'échelle des assises de l'énergie grise, organisées à Grenoble au mois d'avril, nous avons pu constater que les mêmes clivages étaient à l'œuvre, entre les analyses démontrant le bien fondé d'engager une réflexion sur l'énergie grise sur la construction, et celles tendant à montrer que la marge de manœuvre est insignifiante.

L'occasion est donc donnée de faire un petit point sur ce sujet.

1 - La thématique Energie grise

L'énergie grise est une préoccupation qui était jusqu'à présent relativement occultée. Dans la mesure où les bâtiments ont une forte consommation d'énergie, la part liée au bilan de l'enveloppe du bâtiment ne compte que peu dans le bilan global.

Si depuis des décennies, des réflexions existent pour minimiser le bilan environnemental des bâtiments en construction comme en rénovation, les solutions étiquetées comme écologiques n'étaient pas vraiment définies, il s'agissait d'utiliser des matériaux locaux, peu transformés, et limiter les émissions de polluants à la mise en oeuvre, pendant la vie, et permettre la déconstruction en fin de vie. Cette démarche résulte d'une conviction en premier lieu, sans avoir une idée précise des différences d'impact entre une démarche environnementale et conventionnelle.

Cette nécessité d'évaluer l'impact environnemental augmente d'abord parce que les besoins d'énergie des bâtiments ont fortement diminué, la réglementation RT 2012 consacrant (en théorie seulement) le bâtiment basse consommation, la construction passive intéressant quant à elle un public de plus en plus large.

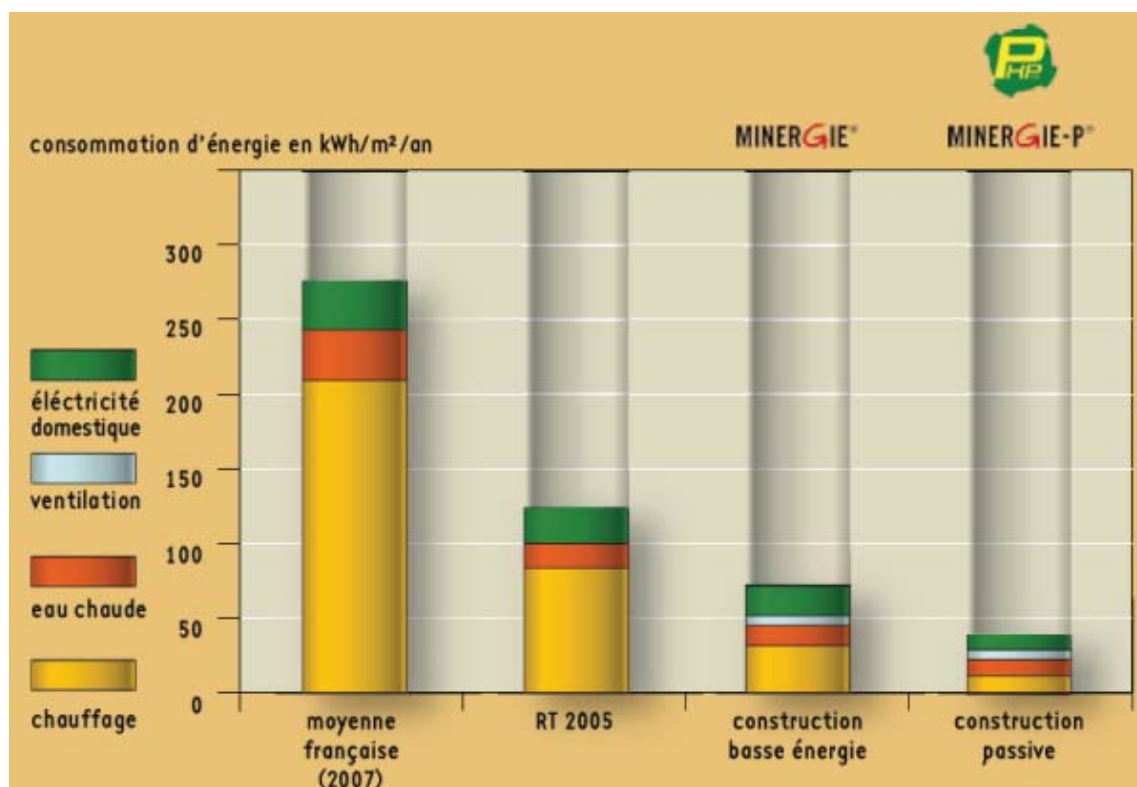


Schéma issu de : [Objectif passif / Expo au fil du bois \(Caue 38 - Creabois - Ageden - Cipra - Passion du bois\)](#)

Les consommations d'énergie baissent donc, et les quantités de matériaux mis en œuvre augmentent pour permettre cette baisse de consommation. Le palier entre le BBC/RT2012 et la construction passive est d'ailleurs plus significatif que celui entre la RT2005 et le BBC/RT2012. Par exemple, pour atteindre le passif, il faut souvent dépasser les 25 cm d'isolant en mur alors que souvent le BBC s'obtient à 12-14 cm (contre 8-10 cm en RT2005).

Cela signifie que les grandes orientations énergétiques pour le bâtiment pour être pertinentes devront associer :

- Un bon niveau d'isolation
- Une faible consommation d'énergie primaire pour l'ensemble des usages
- Un faible dégagement de gaz à effet de serre lié aux consommations.
- Un faible impact énergétique pour l'enveloppe de la construction
- Un faible impact environnemental pour l'enveloppe de la construction

En RT 2012, on ne pourra que regretter que les objectifs ne soient concentrés que sur le niveau d'isolation (Bbio) et sur la consommation d'énergie primaire (Cep), renvoyant à 2020 le seuil sur la contribution GES et l'énergie grise de l'enveloppe.

L'énergie grise en France : les FDES

Une fois d'accord sur les grands principes se pose la question des moyens mis en œuvre pour atteindre réellement les objectifs que nous fixent ces grandes orientations énergétiques.

La France accuse en effet un retard assez important dans le domaine, puisque le CSTB estime qu'environ 30% des matériaux de construction disposent d'une documentation évaluant leur impact environnemental, réalisé avec une analyse de cycle de vie (ACV). Cette absence de données l'un des principaux arguments utilisés pour retoquer les nombreux amendements proposés par les législateurs au moment de la loi Grenelle II pour ajouter un garde fou sur l'impact environnemental.

Par exemple, ce débat au sénat :

La parole est à M. Jacques Muller, pour présenter l'amendement n° 210.

M. Jacques Muller. Monsieur le président, monsieur le secrétaire d'État, mes chers collègues, permettez-moi de revenir sur la notion d'énergie grise. C'est un volet particulièrement important dans le secteur du bâtiment, en ce qui concerne la fabrication et, surtout, le transport des matériaux utilisés.

Les matériaux synthétiques nécessitent une très forte consommation d'énergie pour être obtenus. Je prendrai deux exemples : un bâtiment à ossature en bois fabriqué avec des essences locales consomme des énergies grises extrêmement faibles ; en revanche, l'utilisation de béton venu de loin fait exploser le bilan énergétique du bâtiment. J'ai bien entendu que le Gouvernement prépare un rapport qui sera prêt non pas en 2011, mais peut-être en 2012. Je souligne cependant que nous rédigeons un texte fondateur, destiné à tracer un cap pour les moyen et long termes, et pas seulement pour les deux prochaines années !

C'est la raison pour laquelle cette notion d'énergie grise doit à mon avis pouvoir être

intégrée aujourd'hui dans la loi, afin que, demain, nous puissions travailler dans cette direction et améliorer vraiment la qualité environnementale de nos bâtiments.

M. le président. *L'amendement n° 268 n'est pas soutenu. Quel est l'avis de la commission sur l'amendement n° 210 ?*

M. Dominique Braye, rapporteur. *Je ne reviendrai pas sur cette notion d'énergie grise, dont chacun reconnaît l'intérêt. La nécessité de dresser ce bilan environnemental global a été longuement discutée au cours du Grenelle.*

Je tiens à rappeler à tous les élus présents dans cet hémicycle que nous nous orientons dans une direction tout à fait nouvelle, puisque nous changeons complètement les calculs de gaz à effet de serre. Il faut donc effectuer un travail sérieux.

Mon cher collègue, le Gouvernement a promis pour 2012 non pas un rapport, mais simplement des fiches thématiques concernant chacun des matériaux. Vous le comprenez bien, un travail trop rapide nuirait à la qualité de ce dernier.

L'environnement demande mieux que cela ! Nous devons donc éviter toute précipitation et nous pencher de façon approfondie sur le sujet.

J'émetts par conséquent un avis défavorable, non pas pour une raison tenant au fond mais parce que nous ne sommes pas encore prêts et qu'il nous faut réaliser un travail de qualité. Je demande néanmoins à M. le secrétaire d'État d'avancer le plus vite possible dans sa réflexion sur cette notion d'énergie grise.

M. le président. *Quel est l'avis du Gouvernement ?*

M. Benoist Apparu, secrétaire d'État. *Le Gouvernement émet le même avis défavorable que la commission. J'ajoute que cet amendement a le même objet que les deux amendements précédents.*

M. le président. *Monsieur Muller, l'amendement n° 210 est-il maintenu ?*

M. Jacques Muller. *J'entends bien la réponse de M. le rapporteur, mais quelque chose m'échappe.*

Je constate que, aujourd'hui, les calculs d'énergie grise sont couramment utilisés dans les analyses de cycle de vie, dont le mode de calcul est très précisément décrit par la norme NF P 01-010 et la norme ISO 14044. Des fiches existent, en particulier sur le site de l'INIES, base de données françaises de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des matériaux et produits de construction. Les logiciels pour effectuer ce calcul sont opérationnels et développés. Et les entreprises effectuent ces calculs aujourd'hui.

L'argument selon lequel nous ne sommes pas prêts ne tient donc pas à mes yeux.

Je maintiens par conséquent mon amendement qui, de plus, est conforme au très fort engagement n° 9 du COMOP des 24 et 26 octobre 2007.

M. le président. *La parole est à Mme Marie-Christine Blandin, pour explication de vote.*

Mme Marie-Christine Blandin. *Monsieur le secrétaire d'État, mes chers collègues, la proposition qui vous est faite au travers de l'amendement no 210, loin d'être anecdotique, a au contraire tout son sens au regard de la spécificité de chaque territoire. Si le texte proposé par l'article 1er pour le deuxième alinéa de l'article L. 111-9 du code de la construction et de l'habitation fait opportunément référence aux notions, ô combien*

nécessaires, de caractéristiques énergétiques et environnementales et de devenir des matériaux, il omet complètement la prise en compte des impacts dus à l'élaboration et à l'acheminement des matériaux.

Récemment, lors d'une formation à la direction départementale de l'équipement d'Arras destinée à favoriser les bonnes pratiques en matière de matériaux isolants, il a notamment été rappelé la pertinence d'une utilisation du chanvre dans le Nord - il est cultivé à proximité - et des plumes dans le Sud-Ouest, où sont élevés canards et oies. De même, l'utilisation de la brique en Flandres, où elle n'aura pas à être transportée sur des milliers de kilomètres, ou au cœur du Massif central n'a assurément pas le même impact. Monsieur le rapporteur, il n'y a absolument aucune incompatibilité entre les fiches thématiques que vous évoquez et les pistes que nous proposons. Dans l'attente des premières, il serait véritablement judicieux de mentionner les secondes dans le texte, au risque d'avoir à déplorer l'édition de normes centralisées, certes nécessaires, mais non suffisantes.

M. le président. *Je mets aux voix l'amendement n° 210.*

(L'amendement n'est pas adopté.)

<http://www.senat.fr/seances/s200909/s20090916/s20090916002.html>

Voir également ici : [Les données n'existent pas et ce n'est pas possible de quantifier l'énergie grise](#), ou ici : [cela alourdirait le texte de loi](#)

La palme de l'"analyse de haut niveau" revenant sans contestation pour ce commentaire :

Jean Dionis du Séjour : Nous revenons à un vieux débat, que nous devons au dogmatisme des écologistes sur l'énergie nucléaire : comme elle présente un très bon bilan en matière d'émissions de gaz à effet de serre, ils ont inventé ce concept d'énergie grise...

Cette problématique de l'absence de données exhaustives est liée pour une grande partie à la méthode utilisée pour la documentation des produits. **Plutôt qu'une orientation sur des données génériques faisant consensus, les FDES sont établies par produits, ou familles de produits. Elles sont donc à la charge de celui qui veut mettre sur le marché un produit de construction.**

Ce faisant, la méthode se heurte à l'importante diversité des matériaux présents, et au coût pour l'industriel qui souhaite documenter son produit. Cette problématique se pose notamment pour les petits producteurs, de matériaux isolants ou de menuiseries par exemple, qui n'ont pas forcément les moyens d'investir plusieurs dizaines de milliers d'euros dans une documentation environnementale de leurs productions.

Cette problématique se trouve évidemment renforcée par le caractère optionnel des FDES. A l'heure actuelle, cette documentation n'étant pas imposée, elle résulte plutôt d'un choix volontaire des fabricants pour mettre en avant des atouts environnementaux.

Le deuxième problème dans la méthode est celle liée à l'expertise des données. Pour le moment, les FDES sont des données déclaratives, qui si elles sont examinées au moment de leur dépôt ne sont pas expertisées par une tierce partie. Et le fabricant a évidemment un intérêt objectif à ce que les données établies ne viennent pas plomber le produit, en

"optimisant" les hypothèses de vie du produit.

Les FDES déposées à ce jour sont donc à deux niveaux, celles qui ont été expertisées et celles qui ne le sont pas.

S'il est prévu que dans un futur proche, les données soient avalisées par un tiers, se pose donc le problème de la pertinence des documentations actuelles, et la nécessité de définir des cadres consensuels démocratiques pour les hypothèses de vie.

Le troisième problème est lié à la définition de l'énergie primaire, qui est l'énergie primaire totale contenue dans le produit et celle du procédé. Cette définition amène de nombreux biais, notamment pour tous les produits issus des filières bio sourcées et le bois de construction.

En effet, ce qui constitue l'énergie primaire contenue dans le produit est issu de l'énergie solaire qui aura permis à la plante de pousser. La quantifier comme un impact environnemental augmente donc la valeur d'énergie primaire du matériau, alors que cette énergie contenue n'a aucun impact environnemental.

Ce biais permet donc à des FDES d'isolants minéraux d'afficher un meilleur bilan environnemental que les isolants végétaux.

Cette problématique existe également pour les produits issus de la pétrochimie.

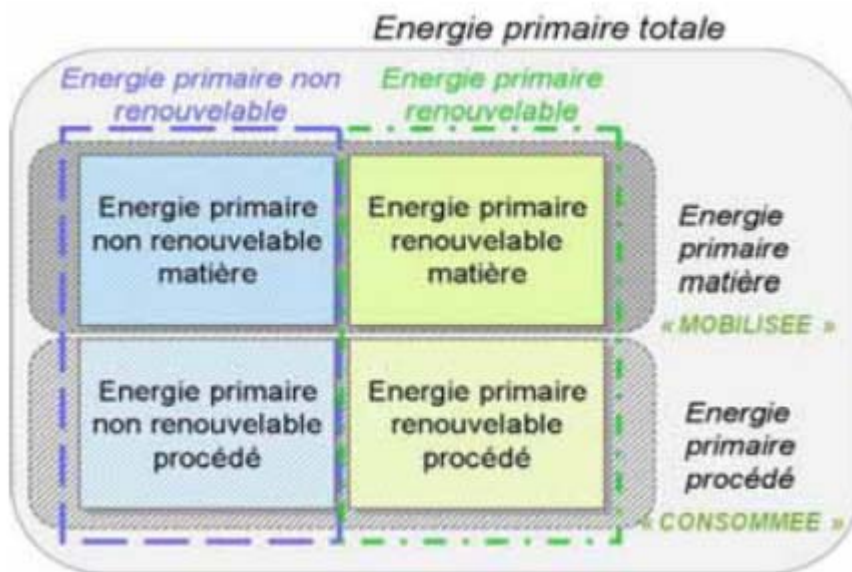
Caractériser l'énergie matière d'un produit ne pousse pas au développement des filières de recyclage ou ré-emploi de la matière.

Le quatrième problème est lié aux hypothèses de fin de vie, dont l'évaluation est une conjecture puisque lorsque le produit est mis en œuvre, il est peu évident d'évaluer sa durée de vie efficace et ce qu'il deviendra une fois que le bâtiment est déconstruit.

Difficile d'estimer ce que les filières de recyclage seront dans 30 ou 50 ans. Mais la encore, on peut observer un biais quand par exemple, une étude environnementale qui vise à évaluer le bois construction par rapport à d'autres techniques prend pour hypothèse que le bois est brûlé à la fin du cycle.

Biais car cette hypothèse est un facteur qui dégrade fortement la qualité environnementale du bois.

Enfin, faut-il caractériser l'énergie primaire totale, ou uniquement l'énergie procédé non renouvelable ? La encore, ce qui donnera une idée précise de cet impact est plutôt la prise en compte de l'énergie fossile et fissile, qui renvoie sur des enjeux différents par rapport aux énergies renouvelables.



Le cadre actuel est donc destiné à évoluer rapidement. Les évolutions les plus importantes sont l'exclusion de l'énergie primaire "matière", et le comptage en énergie primaire non renouvelable.

Caractériser l'impact environnemental global des bâtiments

Pour caractériser l'impact de l'enveloppe d'un bâtiment, on peut utiliser des logiciels qui permettent de donner une évaluation sur de multiples critères, qui dans le cadre d'une comparaison avec les consommations du bâtiment sont ramenées à 2 :

- l'énergie primaire non renouvelable de l'enveloppe en kWh_{epnr}/m² hab ou shon
- la contribution au changement climatique, en kg Co₂/m² hab ou shon

On peut d'ors et déjà remarquer que dès l'instant où l'on veut comparer l'énergie grise et l'énergie consommée, il est indispensable de modifier la définition de l'énergie primaire utilisée dans le calcul RT 2005 / RT 2012, pour la rendre "compatible" avec l'évaluation environnementale.

Entre autre :

- Plus de déduction du photovoltaïque, énergie primaire "brute" sans les nombreuses déductions que permet la réglementation
- Facteurs de conversion calés sur l'[énergie primaire non renouvelable](#)
- Comptage des consommations des usages électroménagers

On pourrait ajouter à cela :

- Refonte des logiciels de calculs RT pour qu'ils affichent des consommations réalistes

On peut raisonner ensuite sur des périmètres de calcul variables.

- L'enveloppe du bâtiment, englobant le système constructif, qui a pour principal intérêt de permettre la comparaison de différentes solutions avec ou sans :

- Le second œuvre
- Les équipements

Comptabiliser l'énergie grise de l'enveloppe uniquement présente l'avantage de la rapidité du calcul (puisque les données sont établies par composition de paroi, et que l'étude thermique du projet recense déjà les surfaces de parois), et permet d'éclairer les choix qui auront le plus d'impact sur le projet.

Par ailleurs, c'est l'enveloppe du bâtiment qui détermine les consommations d'énergie futures du bâtiment. Les meilleurs résultats s'obtiennent donc sur les bâtiments qui ont une bonne compacité. Si les niveaux d'isolation et les choix de composants étaient évalués en même temps que l'empreinte écologique, on pourrait se déterminer plus objectivement quant à la pertinence d'augmenter le niveau d'isolation, d'utiliser tel produit plutôt qu'un autre.

C'est surtout dans le cadre de la rénovation des bâtiments que l'outil montre toute sa pertinence : faut-il rénover, démolir et reconstruire ? Choix qui peuvent donner une même consommation mais qui n'ont absolument pas la même énergie grise.

Les résultats peuvent alors être exprimés soit en valeur totale ramenée au m², et ce sont ces valeurs qui peuvent être comparées. Par exemple sur notre étude précédente :

- maison passive conventionnelle : 1580 kWh_{epnr}/m² hab / 303 kg Co₂/m² hab
- maison basse consommation conventionnelle : 1232 kWh_{epnr}/m² hab / 240 kg Co₂/m² hab
- maison basse consommation paille sur dalle béton : 556 kWh_{epnr}/m² hab / 1 kg Co₂/m² hab
- maison passive paille sur plancher bois : 423 kWh_{epnr}/m² hab / -153 kg Co₂/m² hab

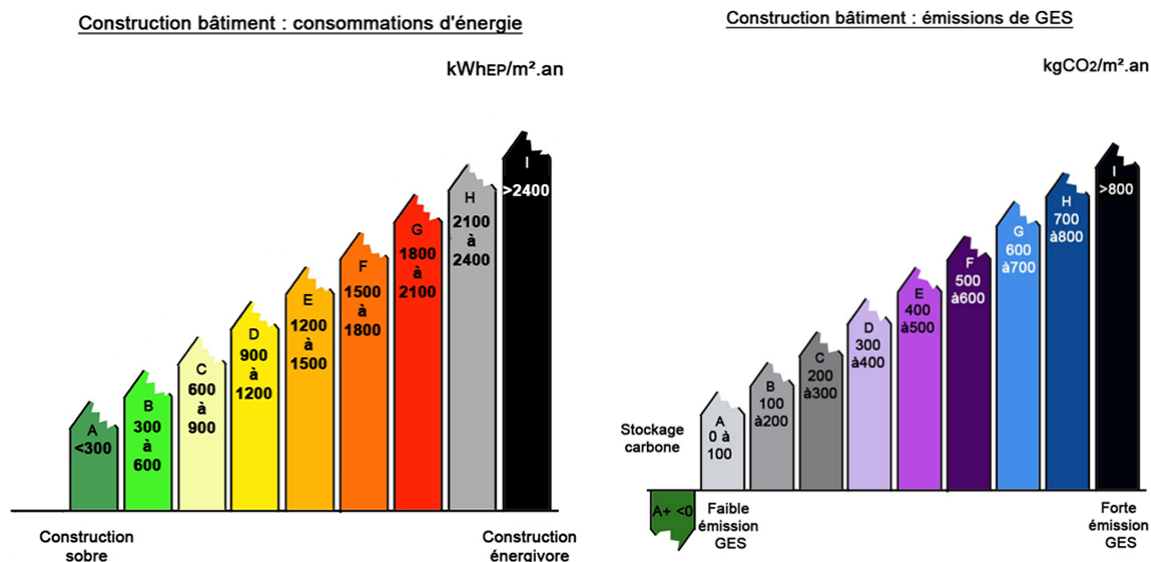
Concluons

Dans les débats actuels qui opposent les tenants de la construction écologique et ceux qui s'opposent à la mise en place d'un garde fou sur l'énergie grise (en premier lieu, les industriels proposant les produits mis en cause), le premier argument qui revient fréquemment est que les différences entre systèmes constructifs ne sont pas **significatives**. C'est en partie la [conclusion du CSTB aux assises de l'énergie grise](#) et d'une étude commandée par [CIMBETON](#).

Parmi les éléments lissant les différences entre systèmes constructifs, on retrouve notamment certains problèmes décrits plus hauts (hypothèses sur la fin de vie du bois défavorable, utilisation de l'énergie primaire totale procédé + matière), mais surtout, les comparaisons ne se font pas sur la même base (je n'ai pas vu trace d'un procédé constructif utilisant la paille ou des isolants bio sourcés par exemple).

On retrouve également des présentations comparant des systèmes constructifs mais en prenant pour base des bâtiments différents. La présentation du CSTB par exemple obtient une énergie primaire d'environ 1500 kWh_{epnr} /m² hab pour la solution ossature bois et 250 kg Co₂/m². Et utilise cet argument pour dire que les différences entre systèmes constructifs ne sont pas sensibles. S'il est possible que le bois obtienne ce type de résultats, rien n'interdit toutefois de faire beaucoup mieux.

La question centrale n'est donc pas de comparer une étude par rapport à une autre, surtout si elles utilisent des méthodes différentes, et de n'avancer que si des différences significatives sont observées, mais de voir comment faire pour que l'enveloppe des bâtiments soit réellement moins impactante et que son énergie grise soit divisée d'un facteur 4. Mettre en place une classe énergétique pour l'enveloppe des bâtiments, comme le propose par exemple [Cocon](#) (logiciel de comparaison des solutions constructives) serait un premier pas nécessaire pour démystifier cette approche sur l'énergie grise.



Le deuxième pas étant de fixer des garde fous par la réglementation pour que par exemple les bâtiments se situent au minimum à C.

En cela nous pouvons observer l'avance prise par certains pays comme la Suisse, qui ayant depuis longtemps résolu tous les problèmes de méthode que nous connaissons en France, lance le label Minergie A.

<http://www.minergie.ch/minergie-aa-eco-550.html>

A quand en France un label pour les bâtiments basse consommation et passifs à faible empreinte écologique ? 2020 ? 2030 ?