

Hygrométrie, confort d'hiver et confort d'été en tiny house

Article de François Thiberge pour collectif-tinyhouse.fr

Si votre future tiny pouvait parler, elle vous dirait :

« Dis-moi qui tu es. Combien serez-vous à vivre avec moi ? Tu veux me mettre dans quelle région ? Vas-tu me déplacer souvent ? Tu vas venir me voir de temps en temps ou on va vivre ensemble toute l'année ? Et est-ce que j'aurai droit à de l'électricité tout le temps ? »

Nombre de questions qui lui permettraient de vous dire ce qu'elle souhaite comme type d'ossature isolée et de gestion de l'air ambiant pour se porter bien et longtemps en vous apportant confort et qualité de l'air.

Elle, elle vous le dirait simplement qu'elle est une maison pas comme les autres. Moi, c'est ce que je vais essayer de faire... et c'est pas gagné. rires...

Trois choses sont certaines :

- **Il est prudent pour ceux que cela pourrait rassurer... d'oublier de se référencer au DTU 31.2 !** Vouloir appliquer l'ensemble des paramètres constructifs, d'isolation et de gestion de l'air destinés aux habitations à volumes traditionnels peut s'avérer risqué et provoquer une humidité constante en période hivernale, générant une diminution des résistances thermiques et des risques fongiques élevés, d'où un confort de vie décevant et une qualité de l'air médiocre.
- **L'utilité d'un frein-vapeur (film ou OSB)** dans une maison conventionnelle est d'éviter à la vapeur d'eau de pénétrer dans les murs pour préserver l'isolant et l'ossature, mais dans un volume nettement supérieur à une tiny, donc une concentration d'humidité moindre.
- **Dans 10 minutes, vous me détesterez...** Pas trop, j'espère...

Dans cet article, nous aborderons les principaux paramètres à gérer pour vivre confortablement dans sa tiny house. À savoir :

- **Le confort d'hiver** : la résistance thermique (simple)

- **Le confort d'été** : le déphasage thermique, exprimé en heures (assez simple)
- **L'hygrométrie** : ambiante et interne des parois (beaucoup moins simple)

Et si on commençait par le « moins simple » !

L'hygrométrie : la qualité de l'air et le confort

Gérer efficacement l'hygrométrie de votre tiny vous permettra :

- **de vous chauffer plus facilement car il est plus rentable et rapide de réchauffer un air sec qu'un air humide ;**
- **d'obtenir une sensation de confort plus élevée ;**
- **de vivre dans un environnement sain en limitant les risques de maladies respiratoires et le développement de moisissures ;**
- **de pérenniser les murs et parois de votre tiny tout en conservant l'efficience de votre isolation.**

Pour avoir une idée de l'inconfort d'une tiny un peu en mal avec l'humidité, voyez cette photo :



Photo : Virginie Glardon

Alors, comment essayer d'éviter ça ?

Le paramètre important est celui du volume habitable réduit d'une tiny par rapport à une habitation conventionnelle ; en revanche vous allez y vivre tout pareil et y générer autant de chaleur et d'humidité.

Eh oui... vous êtes toujours à 37°, vous continuez à respirer, à faire la cuisine, à prendre des douches, voir pour certains des machines à laver...

En revanche, vous allez demander à votre tiny de se « débrouiller » pour vous apporter le même, voir un meilleur confort. Il est alors prudent de bien étudier cette gestion hygrométrique, très liée également à la conception de l'ossature et des matériaux isolants utilisés.

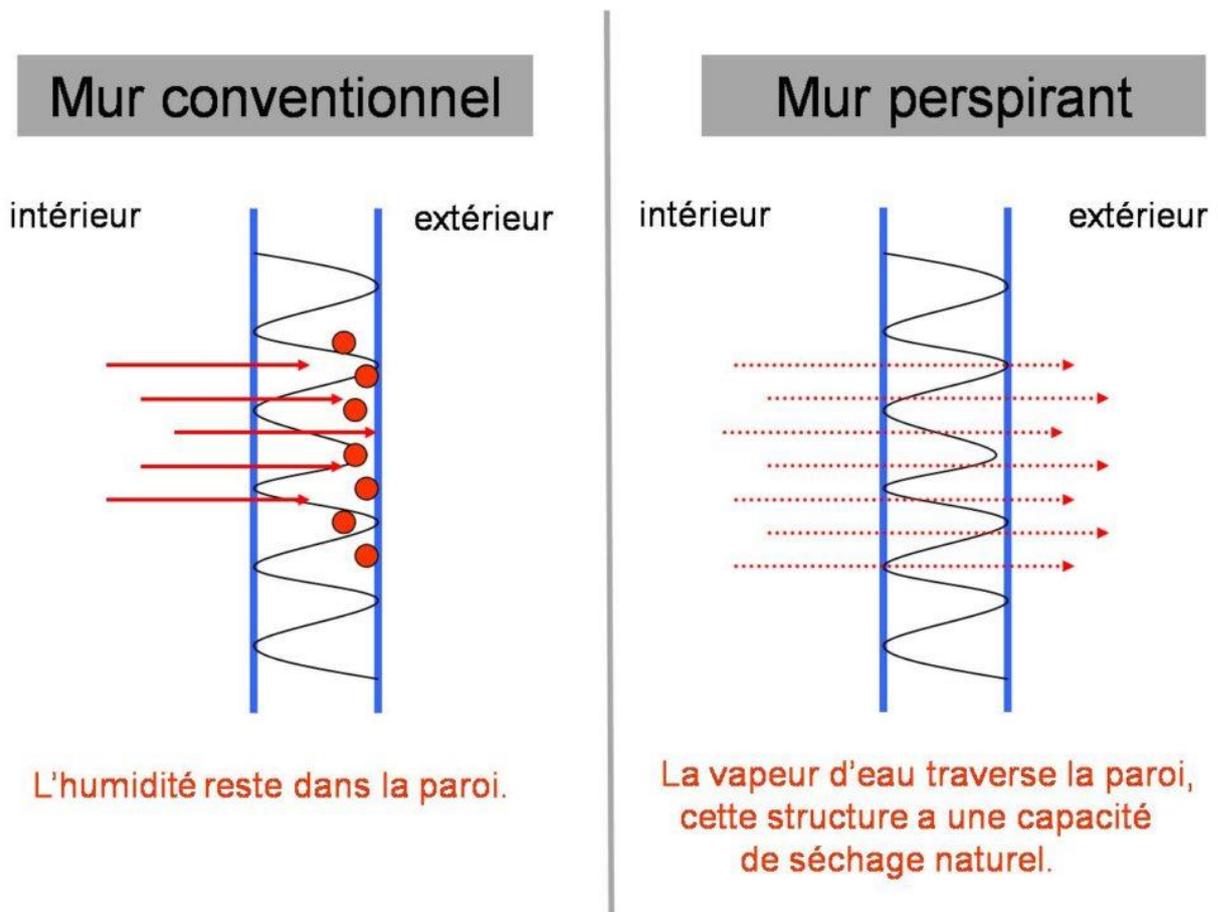
Donc un couple vivant dans une tiny générera tout autant de vapeur d'eau que dans un logement de 40 m² pour exemple (dans lequel parfois l'humidité est déjà un problème).

Alors sachant,

- que le volume habitable d'une tiny sur une remorque de 6,5 m utiles est d'environ 40 m³, celui d'un logement de 40m² est de 100m³, donc **une tiny à un volume 2,5 fois plus petit que le logement conventionnel** ;
- que la surface des parois internes (murs, plancher, plafond) d'une tiny est d'environ 75 m², celle du logement conventionnel est de 150m², **une tiny a donc une surface de parois 2 fois plus petite** ;
- que **le rapport surface vitrée/zone humide (salle de bain, cuisine) est nettement supérieur au logement traditionnel** ;
- que **la majorité des surfaces murales et de sols sont occultées par des meubles** favorisant donc une rétention d'air chargé dans ce que l'on nomme une circulation d'air réduite,

...il devient plus évident de concevoir qu'une tiny a donc moins de surfaces d'échanges (surfaces par lesquelles une humidité relative pourrait s'évacuer) et moins de volume de dispersion qu'une habitation conventionnelle et qu'il va falloir gérer une humidité relative (HR) se concentrant beaucoup plus rapidement que dans un logement conventionnel.

On va tester deux types de murs constructifs et isolants applicables à une tiny :



À savoir avant tout :

Idéalement, le pourcentage d'humidité relative (HR) d'une habitation saine devrait se situer aux alentours de 50 % durant l'été et de 30 % durant l'hiver. N'oublions pas qu'une tiny est censée gérer autant d'humidité générée par votre présence dans un volume 2,5 fois inférieur.

J'ai réalisé les études ci-dessous avec des valeurs Humidité Relative **(HR) intérieure importantes de 60 %** et sur des parois (surfaces d'échange) à circulation d'air réduite (comportant des meubles, décorations, rideaux, angles, niches, etc. qui contrarient les échanges entre l'air et la paroi). Cas nettement défavorable pour la gestion de l'humidité en période hivernale, avec en paramètres extérieurs -15° et 80 % d'humidité. **Eh oui, qui peut le plus peut le moins...** Après tout, personne ne sait où sa tiny voudra aller demain...

Bon jusque-là ... ça va, vous me supportez encore ? Alors on visualise, on analyse.

Pour ce faire, j'ai donc paramétré des murs entre 14 et 15 cm d'épaisseur totale avec les mêmes matériaux isolants. Les tests ont été réalisés sur le **programme allemand U-**

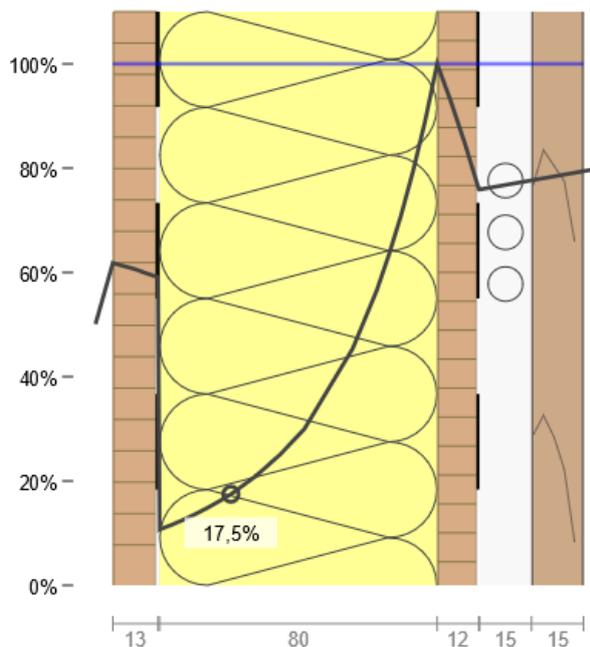
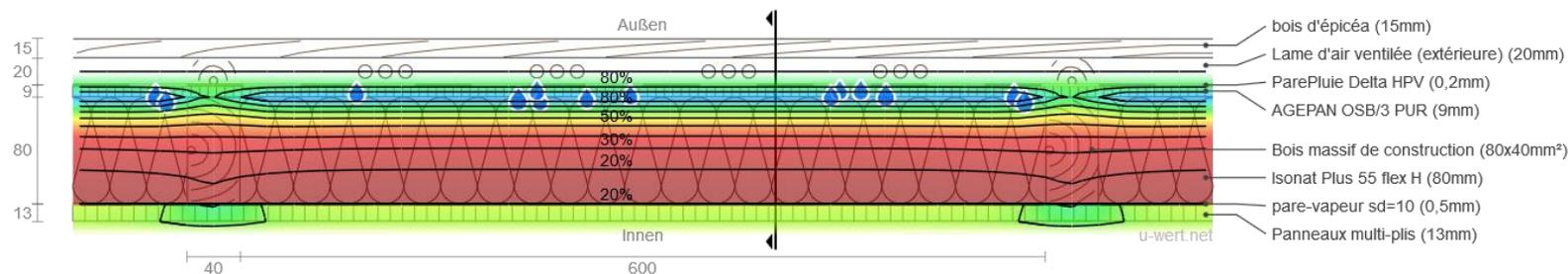
WERT en version gratuite (en français), sur lequel vous pouvez vous aussi faire des évaluations pour vos murs et parois.

Le mur conventionnel

Exemple 1 : pour un **mur conventionnel** de tiny comme on en voit...

Composition du mur :

Ép : 13.77cm - La valeur R est 2.39, le déphasage thermique de 5,4 h - Le poids est de 25kg/m² - Température intérieure de 20 ° avec une HR à 60 % et -15 ° dehors avec une HR de 80 %.



Ce que l'on constate : que les points de rosée (en bleu sur l'image du haut) se forment sur la face interne de l'OSB (image de gauche) impactant rapidement l'isolant dans ses performances thermiques.

Sur cet exemple, le pare vapeur à un SD de 10 (il aurait fallu en mettre un avec un SD de 100 , mais autant vivre dans un Tupperware...) afin de vous faire voir que l'humidité reste dans le mur dont l'isolant est faible en épaisseur (8 cm). Et qu'en quelques cm on passe d'une HR de 20 % à 100 %... On va vite arriver à saturation de l'isolant, de l'OSB et de l'ossature... car l'humidité ne peut pas sortir à cause de l'OSB.

Les risques : un confort intérieur bien trop humide, des risques de condensation sur les parois intérieures, un grand risque fongique à l'intérieur des placards ou meubles accolés aux parois.

Les GROS risques pour une tiny : avoir une matière isolante fibreuse chargée d'eau (ou de condensats) qui va perdre de ces capacités thermiques mais en plus se tasser, faisant ainsi descendre l'isolant en créant des zones « ouvertes » dans les parties supérieures des parois. Plus vous allez la faire bouger, plus elle va se tasser... Ce n'est vraiment pas le moment de prendre la route ! Les calculs donnent un temps de séchage pour cette paroi de 22 jours... 3 semaines.

Pour info, les constructeurs industriels de murs pour maison en ossature bois augmentent la densité (soit par insufflation, soit par compression) de tous les matériaux isolants fibreux non tramés d'env. 15% rien que pour pallier le risque de tassement pendant les manipulations et le transport routier des murs préfabriqués en usine.

En conclusion, prudence avec ce type de paroi pour une tiny, car il ne sera possible de gérer l'humidité de l'air uniquement avec des VMC et des bouches d'air hygrovariables, et vu le volume d'une tiny, on tourne en rond car on va être obligé d'avoir de gros débits dus à la forte concentration d'humidité donc de faire rentrer beaucoup d'air frais et ainsi dépenser beaucoup plus en chauffage ! Même avec une double flux spéciale tiny dont la masse thermique n'aura pas vraiment le temps de se charger en calories aux vues des débits réclamés...

Sans compter le bruit des VMC et bouches d'air jour et nuit. Et **les jours où la VMC ne marche pas, c'est l'effet « Tupperware »**... Pas sûr que cela soit agréable à vivre ni bon pour la tiny...

NB : il faut savoir que la France est le seul pays où l'on a imposé (le CSTB par ces DTU) le contreventement OSB à l'extérieur, après de nombreux déboires et procès entre bâtisseurs et clients, le CSTB est beaucoup plus conciliant...

Allez, on passe à autre chose !

Le mur perspirant... C'est quoi ?

Une paroi « perspirante » permet une meilleure migration de la vapeur d'eau vers l'extérieur au travers des éléments qui la constituent tout en restant étanche à l'air.

Lorsque l'hygrométrie de l'air intérieur est supérieure à celle de la paroi, cette dernière absorbe la surabondance de vapeur. En revanche, lorsque l'air intérieur devient trop sec, la paroi va libérer dans l'air la vapeur d'eau qu'elle a absorbée.

Une paroi perspirante présente la particularité d'autoréguler de façon naturelle et statique l'hygrométrie de l'air à l'intérieur du bâti.

Elle doit être conçue de façon à ce que la vapeur d'eau ne puisse jamais condenser dans la paroi et provoquer de graves pathologies sur le bois et les matériaux isolants.

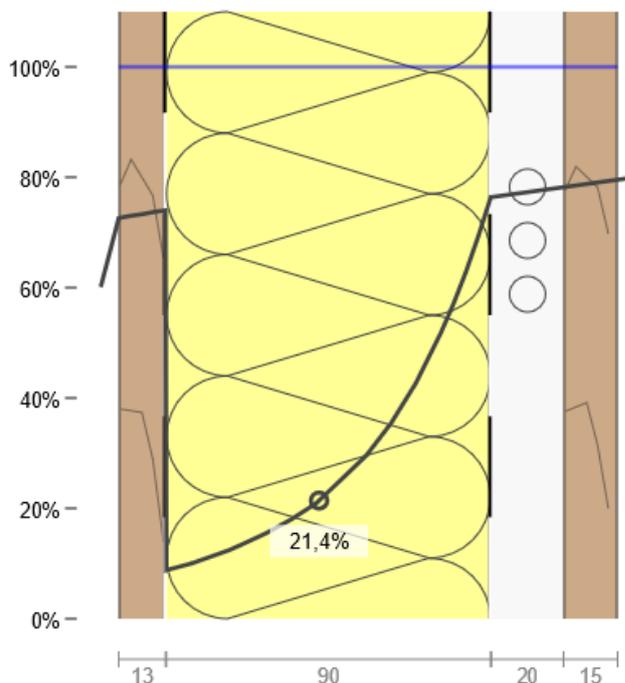
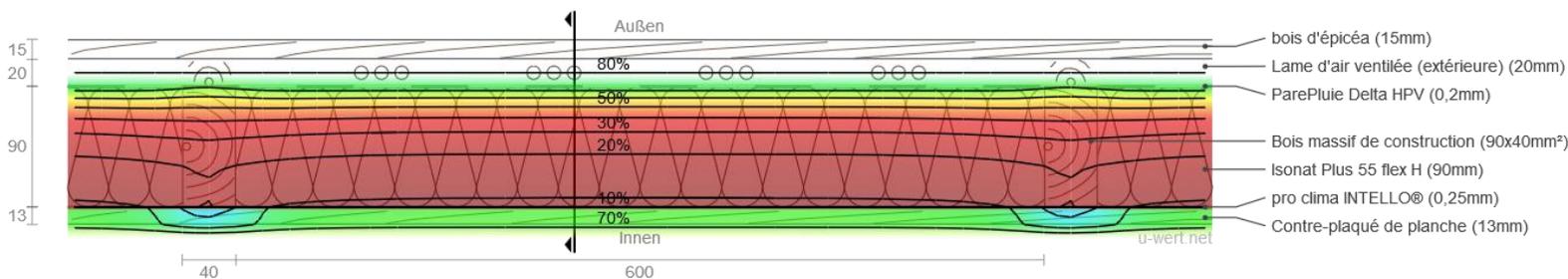
Le principe d'absorption et de restitution de la vapeur augmente également la sensation de confort thermique.

On peut concevoir deux types de parois perspirantes : avec film pare-pluie ou avec un pare-pluie en fibre de bois, ce dernier en plus de l'étanchéité apportera un déphasage thermique plus important en renforçant un peu l'isolation mais sera plus lourd.

Exemple 2 : pour mur perspirant de tiny - avec film pare pluie HPV

Composition du mur :

Ép : 13,85 cm - La valeur R est 2,55, le déphasage thermique de 5,7 h - Le poids est de 21 kg/m² - Température intérieure de 20 ° avec une HR à 60 % et -15 ° dehors avec une HR de 80 %.



Ce que l'on constate : sur cet exemple, l'épaisseur de la paroi est quasi-identique à la précédente mais j'ai augmenté l'ossature et l'isolant de 1 cm en épaisseur. Il y a un frein-vapeur hygrovariable s'adaptant à l'HR et régulant en conséquence.

Sur la photo en coupe, on constate que l'ensemble de l'isolant a une HR comprise entre 10 et 60 %, lui conférant une bonne stabilité structurelle et thermique. L'on y aperçoit également l'impact des ponts thermiques au niveau des montants de l'ossature qui accentue l'HR (en bleu).

Ce type de paroi de faible épaisseur semble correct pour une tiny et apporter confort et préservation des parois, même si le risque fongique n'est pas totalement exclu dans les conditions du test et réclamera une ventilation permanente et de bons aérateurs car **le multi-plis ou contre-plaqué a une HR entre 70 et 90 %**.

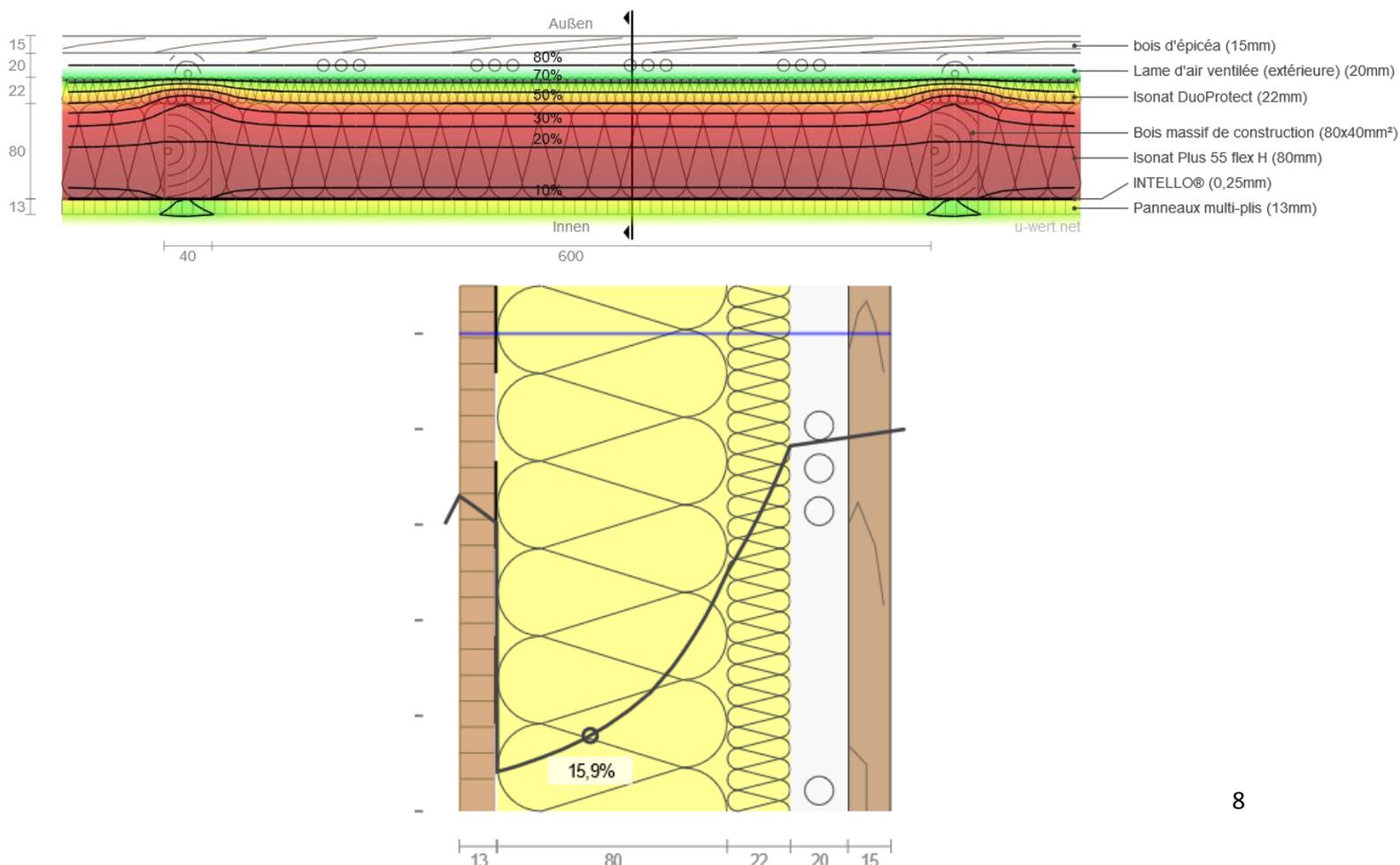
Et si nous remplaçons le pare-pluie HPV par un pare-pluie en fibre de bois ?

Voyons cet exemple...

Exemple 3 : pour **mur perspirant de tiny** - avec pare-pluie en fibre de bois

Composition du mur :

Ép : 15,025 cm - La valeur R est 2,84, le déphasage thermique de 6,3 h - Le poids est de 23 kg/m² - Température intérieure de 20 ° avec une HR à 60 % et -15 ° dehors avec une HR de 80 %.



Ce que l'on constate : sur cet exemple, l'épaisseur de la paroi est 1,15cm plus large et l'isolant principal est 1 cm plus étroit que précédemment. Il y a un frein-vapeur hygrovARIABLE s'adaptant à l'HR et régulant en conséquence.

Comparez les deux schémas, au niveau des montants d'ossatures, l'HR est nettement réduite (zone bleue humide à + de 80 %, zone verte à - de 70 %) et le multi-plis est passé à 60 %. C'est mieux !

Sur la photo en coupe, on constate que l'ensemble de l'isolant à une HR comprise entre 10 et 50 %, lui conférant une très bonne stabilité structurelle et thermique.

La valeur R et le déphasage thermique sont supérieurs, le risque fongique à la limite basse dans les conditions extrêmes.

Ce type de paroi de faible épaisseur me semble correcte pour une tiny, à condition de la **ventiler en continu (aération basse et ventilation haute hygrométriques)** et de maintenir le taux d'HR à moins de 70 %. Sinon, ça risque de goûter, de dégouliner sur toutes les parties plus fraîches de la tiny (portes, fenêtres, ponts thermiques donc parois en général) à terme.

Bon, on est pas mal là. Mais... il y a toujours un MAIS en isolation... C'est là et maintenant que vous me détestez ... Si, si, je le sais !

Si votre tiny est bien construite, elle est relativement étanche à l'air et, dans cette configuration, le frein-vapeur bloque une humidité importante à l'intérieur de la tiny.

*N'oublions pas que l'utilité de ce frein-vapeur dans une maison conventionnelle est **d'éviter à la vapeur d'eau de pénétrer dans les murs pour préserver l'isolant et l'ossature, mais dans un volume nettement supérieur, donc une concentration d'humidité moindre.** Ça, je l'avais déjà évoqué... Ok, il y a longtemps !*

Le risque avec l'emploi du frein vapeur reste la coupure de courant des ventilations (de préférence hydro) qui doivent fonctionner en permanence.

En fait, si nous conservons le frein-vapeur, il y a de forts risques d'avoir de la condensation sur les murs car l'humidité ne pourra pas facilement migrer vers l'extérieur de la paroi perméante et le multi-plis ou le contre-plaqué va se gorger d'eau plus vite qu'il ne peut l'évaporer car aucun transfert ne peut s'opérer. Cette HR excessive va se retrouver « un peu coincée » entre le multi-plis et le frein-vapeur (je n'ose même pas imaginer avec un pare-vapeur, comme dans l'exemple 1) et causer l'apparition de l'humidité.

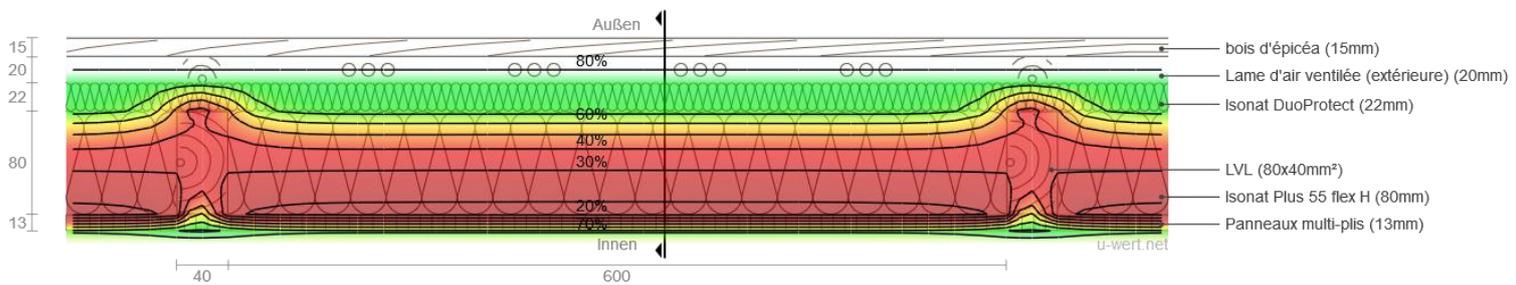
Précisons qu'ouvrir les fenêtres ne sert à rien pour gérer l'HR, mis à part que vous allez vous les peler. Oui, on est en hiver avec 80 % d'HR et -15°...

Bon alors j'enlève le frein-vapeur... Et ça fait quoi ?

Exemple 4

Contrairement aux idées reçues, votre paroi sera toujours étanche à l'air, comme on a mis un pare-pluie bois étanche au vent et que vous l'avez bien posé.

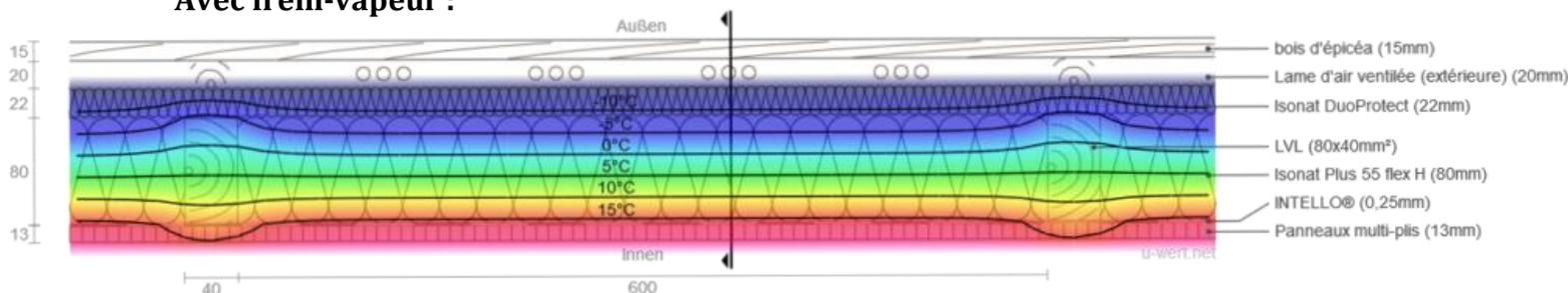
On voit nettement que l'HR du multi-plis à quasiment disparu (sauf au niveau des ponts thermiques) et que l'isolant principal a augmenté sa HR de seulement 10 % en extérieur, le pare-pluie bois, lui, est passé à 70 % de HR (10 % de plus), ce qui, au vu de sa densité, ne l'affecte pas.



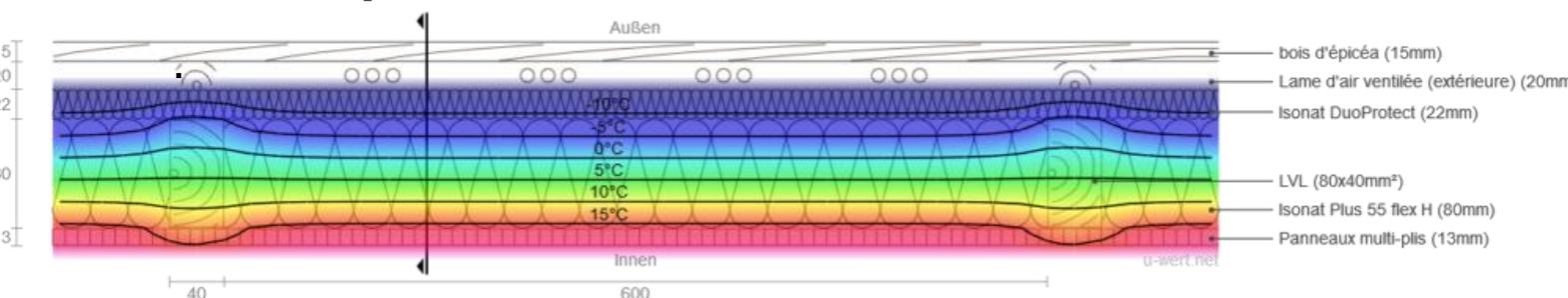
Certains vont me dire oui, mais la réserve de séchage ($\text{gr/m}^2\text{a}$) est divisée par 2 ! Elle l'est, c'est vrai, mais elle reste dans cette configuration à $1673 \text{ gr/m}^2\text{a}$ alors que dans l'exemple 1 (OSB ext.) et pare-vapeur, elle n'est que de $331 \text{ gr/m}^2\text{a}$... CQFD ! **Et ce qui la préoccupe le plus, votre tiny, c'est de respirer, non de survivre grâce à une réserve de séchage pendant que vous, vous vivrez dans un ...Tupperware.**

Allez, un petit plus : et la température, on en perd ? Ça, c'est en prime. À vous de juger la différence sur les deux schémas ci-dessous.

Avec frein-vapeur :



Sans frein vapeur :



Réponse : en théorie, non, sauf que l'on ne tient pas compte des échanges aérauliques (chutt, pas de gros mots et on en parle même pas !). En réalité, il se peut que vous perdiez quelques calories, moins d' 1 ° aux vues du volume d'une tiny et du peu de surface d'échange libre (parois sans meuble).

Vous êtes toujours là ? Y a quelqu'un ?

OK, vous êtes là... Bon alors, qu'a-t-on pu découvrir ?

Que si notre tiny se retrouve dans les conditions définies au début (dehors : -15 ° et 80 % de HR avec dedans 20 ° et 60 % de HR, ce qui arrive vite en espace confiné) :

- **l'exemple 1 (OSB ext., y en a qu'ont essayé) est une solution vraiment peu adaptée pour vivre confortablement et préserver l'efficacité thermique et la pérennité de vos parois (même à -2 °) ;**
- **l'exemple 2 est pas mal, mais il faudra absolument bien gérer 24/7 l'aération et la ventilation et il manquera du déphasage thermique pour l'été ;**
- **l'exemple 3 apparait être le bon compromis rassurant si vous gérez bien les aérations en hiver ;**
- **l'exemple 4 est celui que je choisirais pour emmener ma tiny dans diverses régions et pouvoir ne pas y vivre tout le temps.**

Eh oui, encore une fois, si votre tiny pouvait parler, elle vous dirait de bien prévoir comment et où vous allez vivre. Elle vous dirait : « j'adore la ventilation car je n'aime pas transpirer ; je veux pouvoir respirer librement car je ne suis pas un Tupperware dans lequel tu ne voudras plus venir ». En revanche, si vous vivez en Guyane ou autre zone subtropicale, il faudrait voir les choses différemment ! :-)

Pour vivre confortablement et sainement l'hiver, il faut donc :

- **favoriser la perméance des parois, quitte à dépenser un peu plus en chauffage (et encore, ça reste à confirmer) ;**
- **ventiler de façon obligée votre tiny, de manière naturelle quand vous ne vivez pas dedans et de façon forcée et contrôlée si vous l'habitez ;**
- **optimiser le flux d'air à l'intérieur des meubles pour éviter condensation et moisissure (créez des ventilations basses et hautes) ;**
- **bien gérer les zones humides (salle de bain et cuisine), leur associer des VMC hygroréglables adaptées et séparées ;**
- **éviter toute peinture (surtout celle dite... isolante) ou revêtement non perspirant des parois intérieures (fibre ou intissé peint par ex.) ;**
- **et essayer d'oublier le contreventement extérieur en OSB... au pire mettez-le à l'intérieur (son SD est proche des autres multi-plis, contre-plaqué, etc.).**

NB : le plancher et la toiture répondent eux aussi à des variabilités impactantes pour la gestion de l'HR et leur préservation, ils peuvent réclamer quelques adaptations.

Voir cette [vidéo](#) de Papy Claude, plus destinée aux habitations conventionnelles mais dans laquelle tous les paramètres importants sont repris :

<https://youtu.be/j4VDXx5Mr7c?list=PLWkrOT2qrqtcpFcVOyYL1d3bZL5u5C36s>

Allez, on passe au « assez simple » : le confort d'été



Le déphasage thermique, l'atténuation d'amplitude et le RAT... Pffff, c'est quoi encore tout ça ?

Tranquille, on va principalement s'occuper du déphasage thermique, le truc qui va vous apporter un peu de fraîcheur dans la tiny...

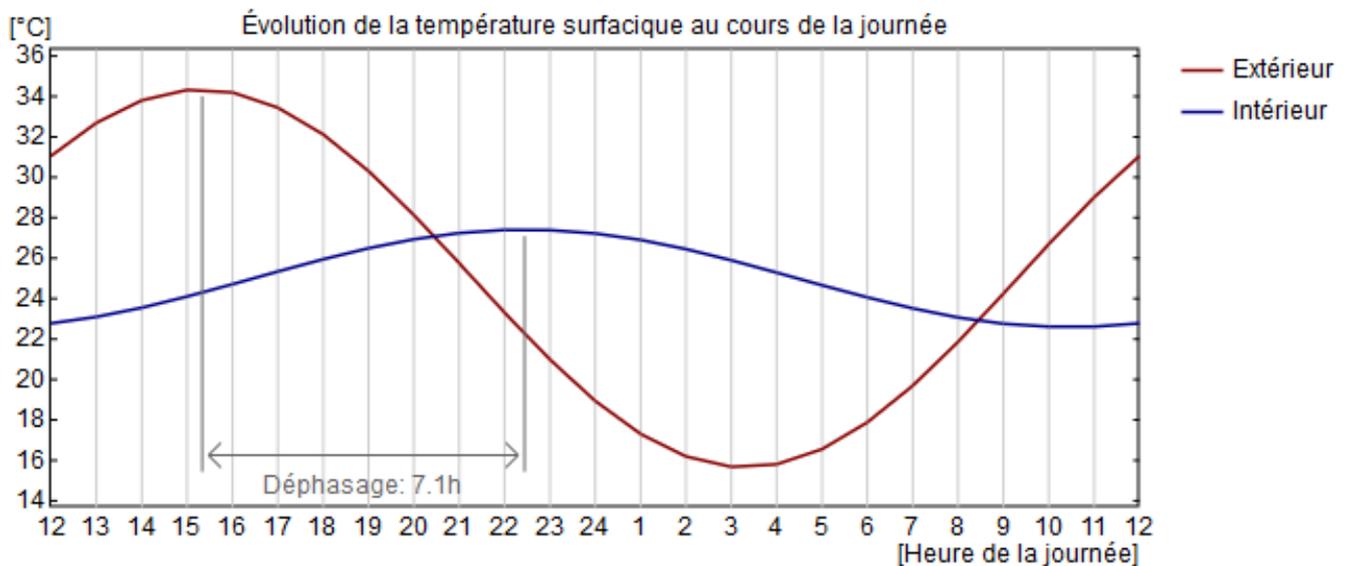
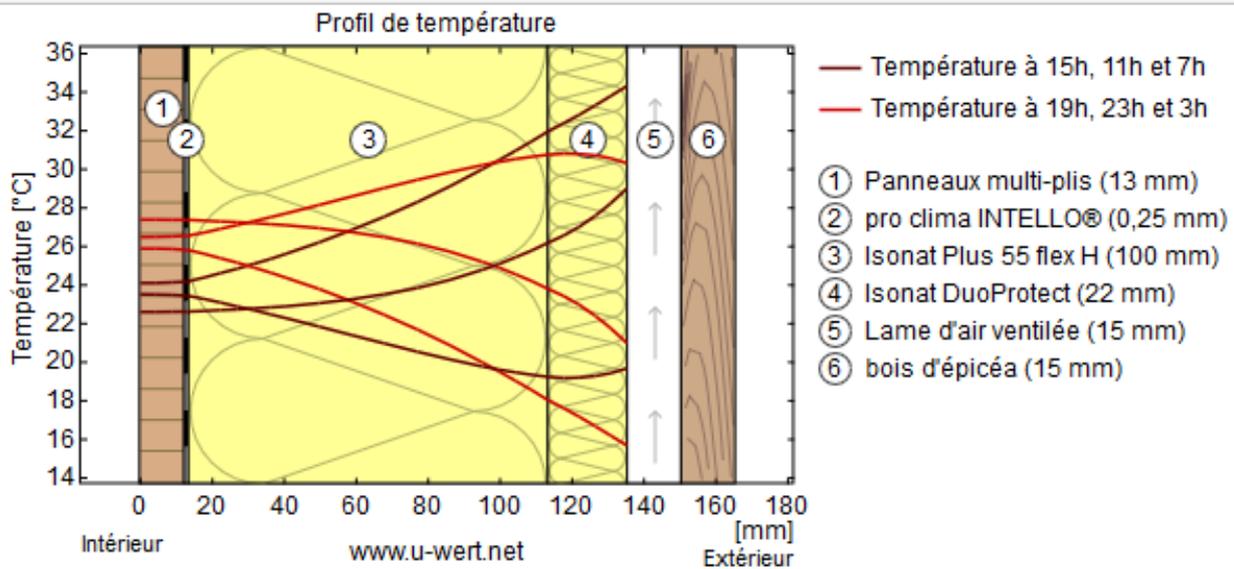
D'après Wikipédia : « En thermique du bâtiment, le **déphasage thermique** est la capacité des matériaux composant l'enveloppe de l'habitation à ralentir les transferts de chaleur, notamment du rayonnement solaire estival.

Ce déphasage thermique est notamment utile en été pour empêcher la pénétration de l'énergie du rayonnement solaire le jour et la rejeter la nuit. » **Génial, une clim gratuite !**

Bon, comment on déphase thermiquement ? Il faut employer des matériaux isolants avec une grande capacité de stockage de calories. Donc adieu polystyrène et compagnie, bienvenue les isolants fibreux SAUF laine de verre, de roche qui sont les plus mauvais en déphasage (aussi ! oups !).

Exemples de déphasage thermique sur une ossature de tiny, comme vu au chapitre sur l'hygrométrie :

- Laine de verre : 4 h PSE : 5 h
- Laine de bois légère : 6,3 h
- Laine de bois légère avec pare-pluie bois : 7,1 h (voir tableau ci-dessous)
- Laine de bois dense (donc avec un R plus faible) : 7,5 h voire plus, mais attention les kilos...



Voilà, c'est pas dur. Et on laisse tomber les deux autres paramètres (amplitudes et RAT), trop difficiles à gérer sur des parois de tiny.

Et gardez à l'esprit qu'il toujours plus difficile de se refroidir que de se réchauffer !

Vous pouvez également regarder la [vidéo](#) de Papy Claude !

<https://youtu.be/A Xc2qeaNig>

Et voilà le plus « simple » : le confort d'hiver



Quand on a géré les facteurs hygrométrie et perspiration, il est facile de s'isoler contre le froid, même Papy Claude le dit ! ;-)

Se chauffer dans un faible volume est relativement simple. Par contre, avoir de bons échanges thermiques pour un bon confort peut l'être moins. **Dans une tiny, on est proche de tout, du chauffage comme des fenêtres comme du plafond, etc. Et là encore plus que dans une habitation conventionnelle, nous sommes réactifs à des sensations d'inconfort ou pas !**

Il faut principalement veiller à :

- **bien sûr avoir une isolation adaptée à la tiny, sinon, le plancher « j'ai froid au pied », le plafond « c'est bizarre il ne fait pas si chaud que ça dans la mezzanine ! » ;**
- **adapter le chauffage (éviter les surpuissances non contrôlables), et s'il est unique ou sans répartition, il faut qu'il soit bien positionné ;**
- **ce que les fenêtres soient de bonnes qualités isolantes et de préférence en bois, sinon c'est comme passer à côté du frigo la porte ouverte...**

Et en bonus : comme vous avez des parois perspirantes, elles sont moins humides et conservent mieux leur effusivité (E en $\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{K}$). Ah bon, et pourquoi ? Parce que je vous le dis ! C'est de la physique ça, plus vraiment de l'isolation, quoique... Ah si un peu, c'est du confort... Pffff ;-). Bon, si vous voulez avoir l'explication, dites-le, mais ça va prendre une page au moins...

Regardez la [vidéo](https://youtu.be/kR92_CajtOk) de Papy Claude : https://youtu.be/kR92_CajtOk

L'association Collectif Tiny House souhaite adresser ses chaleureux remerciements à François pour son travail. Vous pouvez retrouver une version simplifiée de cet article sur le site collectif-tinyhouse.fr



À propos de François Thiberge

Perpétuel étudiant, ayant eu la chance de vivre différemment en France et ailleurs. Curieux de nature au parcours professionnel atypique, **développeur d'un système constructif innovant à ossature bois** pour le bâtiment (labellisé Frenchtech). Il démarre en avril l'**auto-construction d'une tiny house/office** en Picardie. Pour en savoir plus sur son projet, rendez-vous sur le **groupe Facebook** « [La Tiny de BâtiLogik](#) », ou sous son hangar !



À propos de Collectif Tiny House

L'association **Collectif Tiny House** a pour objectif de **promouvoir, recenser et soutenir le mode de vie en tiny house**. Cet objectif passe par **la publication et le partage de contenu informatif et inspirant**. Elle mettra tout en œuvre pour **favoriser l'échange, la rencontre et le dialogue** entre ses membres, notamment par **l'organisation d'événements** divers tels que des rassemblements, des conférences, des formations, des salons et des festivals. Par ailleurs, l'association désire être **source de recherches et d'innovations** technologiques autour de cet habitat, lesquelles seront sous **licence open source**. Plus d'infos sur le site www.collectif-tinyhouse.fr, la [page Facebook](#) ou le [groupe Facebook](#).