

Outils, concepts et graphiques utiles en HABITOLOGIE

Olivier TALIANI

« Un habitat, c'est comme une voiture, ça se pilote et s'entretient! »

Ce guide regroupe des principes physiques généraux et des concepts utilisés dans le cadre d'une analyse holistique de votre bâti. Il va vous aider à mieux le comprendre pour savoir y mettre en œuvre CONFORT, SALUBRITÉ, SOBRIÉTÉ et PÉRENNITÉ. L'ensemble des sujets abordés en habitologie étant vaste, ce guide ne se veut pas exhaustif. Il est complété au gré de mes visites. Vous trouverez au début de ce document un chapitre regroupant de nombreuses références qui vous permettront d'aller plus loin sur des sujets connexes.

Une version est maintenue en ligne et mise à jour régulièrement à l'adresse suivante :

<https://sarahcampet.com/wp-content/uploads/Outils-Concepts-Habitologie-Olivier-TALIANI.pdf>



Habitologue

MEMBRE DU RÉSEAU & SIGNATAIRE
DE LA CHARTE DES HABITOLOGUES

BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

Ci-dessous, des références très inspirantes à découvrir sans tarder. Elles ont, chacune à leur niveau, participé à la construction de ma vision de notre société moderne et sont des repères pour les directions à suivre. Je les en remercie sincèrement.

CLAUDE LEFRANÇOIS: LE CONFORT DE L'HABITAT



Claude Lefrançois est à l'origine du réseau des habitologues. Il est auteur de nombreux ouvrages sur la construction écologique et l'initiateur de la chaîne Youtube PapyClaude.

AUORE STÉPHANT: CRITICITÉ DES MATIÈRES PREMIÈRES



Ingénieure géologue, conférencière spécialisée dans l'étude des risques environnementaux et sanitaires liés à l'industrie minière. Lanceuse d'alerte sur la criticité des matériaux.

JEAN-MARC JANCOVICI: MIEUX CERNER CE QU'EST L'ÉNERGIE



Polytechnicien, créateur du bilan carbone. Il analyse notre société moderne au travers du prisme de l'énergie (et ses dérives climatiques, écologiques, économiques et politiques). Co-auteur de la BD "Un monde sans fin", à lire de toute urgence.

TIMOTHÉE PARRIQUE: ÉCONOMIE DE LA POSTCROISSANCE



Économiste français spécialisé dans la décroissance et la postcroissance. Prône une réduction volontaire de la production et de la consommation pour réduire l'empreinte écologique, tout en assurant la justice sociale et le bien-être collectif.

OLIVIER HAMANT: BIOLOGISTE

OLIVIER HAMANT
ANTIDOTE AU
CULTE DE LA
PERFORMANCE

LA ROBUSTESSE DU VIVANT



3,90€ / N°50

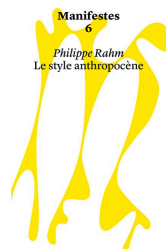
prône un modèle de société qui s'inspire du vivant, et dont les principes sont guidés par la recherche de la robustesse et non de la performance. Un concept à mettre en œuvre dans nos sociétés et son habitat pour mieux résister au monde fluctuant qui s'annonce.

AURÉLIEN BARRAU: ASTROPHYSICIEEN-PHILOSOPHE



De la philosophie pour comprendre l'urgence de la situation et l'importance de remettre le "vivant" au milieu de nos considérations.

PHILIPPE RAHM: ARCHITECTE



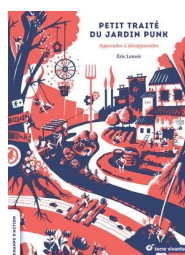
À la croisée de l'architecture, de l'esthétique et des sciences de l'ingénieur, ce livre évoque et explique le retour d'un art décoratif oublié au cours du XXème siècle et utilitaire dans la lutte contre le réchauffement climatique: tapis, tapisseries, rideaux, miroirs.

ARTHUR KELLER: RÉSILIENCE ET RISQUES SYSTÉMIQUES



Ingénieur, expert des vulnérabilités des sociétés face aux risques systémiques et des stratégies de sécurité globale des territoires et de résilience.

ÉRIC LENOIR: PAYSAGISTE ET PÉPINIÉRISTE



Iconoclaste et naturaliste. Son guide est inspirant pour gérer l'extérieur de son habitat en mettant la biodiversité au centre de ses préoccupations.

TABLE DES MATIÈRES

Bibliographie et références	2
Claude Lefrançois: le confort de l'habitat.....	2
Jean-Marc Jancovici: mieux cerner ce qu'est l'énergie.....	2
Olivier Hamant: biologiste.....	2
Arthur Keller: résilience et risques systémiques.....	2
Aurore Stéphant: criticité des matières premières.....	2
Timothée Parrique: économie de la postcroissance.....	2
Aurélien Barrau: astrophysicien-philosophe.....	2
Philippe Rahm: architecte.....	2
Eric Lenoir: paysagiste et pépiniériste.....	2
Table des matières	3
Confort et outils de pilotage	4
Tableau de bord du confort à la maison.....	4
Compteur communicant Linky & Applications des fournisseurs d'énergie.....	4
Pilotage d'un appareil de chauffage.....	5
Ressenti de confort thermique ≠ température de l'air ambiant.....	5
Ventilation	6
Mollier : physicien ingénieur allemand.....	6
Aération et ventilation naturelle.....	6
VMC simple flux.....	7
VMC double flux.....	7
VMI (Ventilation Mécanique par Insufflation).....	8
Quelques points de vérification de la VMC.....	8
Comprendre les interférences sur les accès concurrents à l'air intérieur.....	8
Remontées capillaires	9
Isolation	10
Contrôler les fuites de calories.....	10
Comparer ITI et ITE.....	10
Prioriser les chantiers.....	10
Choisir un isolant.....	11
Résistance thermique R d'une paroi.....	12
UBAKUS.....	13
Energies et modes de chauffage	14
Apports solaires et conception bio-climatique.....	14
Ordre de grandeurs.....	15
Etude théorique de 3 scénarii.....	17
Réglementations thermiques.....	18
Location et Classement DPE.....	18
Chauffage bois.....	19
Puissance et limites de la pompe à chaleur.....	19
Toiture	20
Pare-vapeur.....	20
Ventilation sous toiture.....	20
Evacuation des eaux pluviales.....	21
Bâti anciens	22
maisons-paysannes.org.....	22
Guidancewheel.....	22
GéoRisques	23
Le retrait et gonflement des argiles (RGA).....	23
Le radon.....	24
Les feux de forêt.....	24

CONFORT ET OUTILS DE PILOTAGE

TABLEAU DE BORD DU CONFORT À LA MAISON

L'outil de base : des thermomètres hygromètres les plus simples (22€les 5)... ...A une station météo complète connectée (capteurs extérieurs - anémomètre - thermomètre - mémoire min et max - courbes historiques) qui dépasse les 200€.

Privilégier un appareil permettant la lecture directe d'un curseur de confort. Il peut être judicieux d'installer un appareil par pièce. Cela permet d'avoir une vision globale et immédiate d'un habitat dans son ensemble et ainsi identifier rapidement ses faiblesses d'isolation, de surchauffe ou de ventilation.

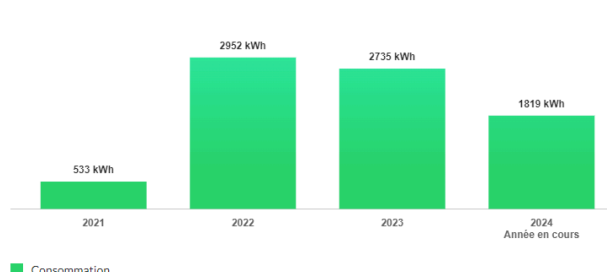
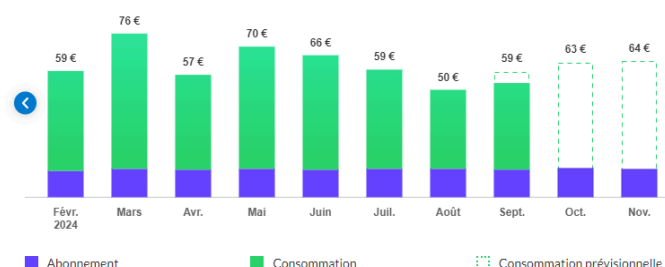
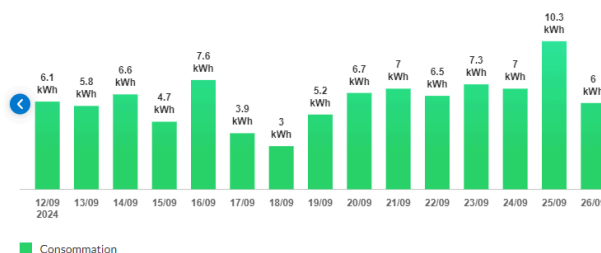
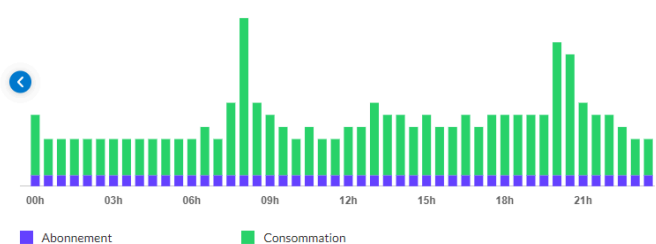


COMPTEUR COMMUNICANT LINKY & APPLICATIONS DES FOURNISSEURS D'ÉNERGIE



- Index de consommation en kWh
- Option tarifaire
- Pour faire défiler les informations, appuyez sur ou

Le compteur Linky vous permet un suivi très précis de vos consommations électriques (mais aussi de gaz de ville le cas échéant) via les interfaces Web ou des applications mobiles de votre fournisseur d'énergie: Granulométrie à l'heure, à la journée, au mois ou à l'année, en Euros ou kWh. Par exemple, vous pouvez ainsi clairement identifier l'impact d'une tournée de linge ou le lancement d'un cycle de sèche-linge.



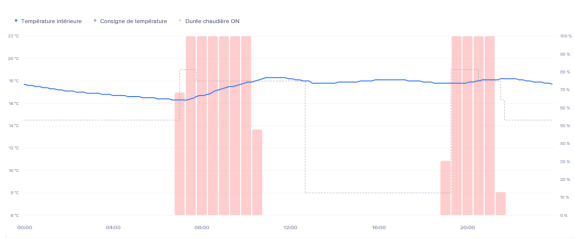
PILOTAGE D'UN APPAREIL DE CHAUFFAGE



Principe du thermostat : Le thermostat pilote l'appareil de chauffage (chaudière gaz, fioul, radiateur électrique, poêle à pellets) (et donc la consommation énergétique). En fonction de la température intérieure de l'habitation et de la consigne, le thermostat allume ou éteint l'appareil de chauffage automatiquement en communiquant en filaire ou en radio. Dans ce dernier cas, une installation ne nécessite ni travaux, ni matériel.

Si votre thermostat est fixé au mur (dans le cas d'un thermostat filaire), accordez le plus grand soin au choix de son emplacement. On choisira un emplacement dans une des pièces de vie et on évitera la proximité d'une source de chaleur (radiateur, rayonnement solaire direct, four ou cuisinière...) qui peut fortement perturber l'automatisme au quotidien.

Thermostats connectés : De nombreux modèles de thermostats sont maintenant connectés. Ils permettent ainsi de contrôler votre chauffage à distance, comme si vous étiez chez vous. Cela permet d'éteindre le chauffage si vous avez oublié de le faire avant de partir en vacances, ou l'allumer quelques heures avant votre retour.



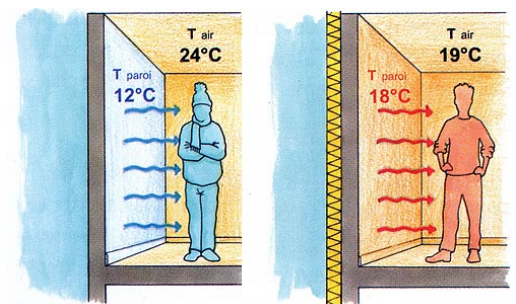
Historique de températures et de commandes : vous avez la possibilité d'étudier à posteriori votre pilotage en comparant les courbes de votre consommation énergétique, les consignes de chauffage, les températures extérieures.

Robinets thermostatiques, régulation, sonde extérieure : les fabricants redoublent d'ingéniosité pour améliorer les performances des systèmes de chauffage. En ajustant la consommation au besoin, les robinets thermostatiques permettent de contrôler l'apport de calories pièce par pièce. La régulation quant à elle permet un pilotage plus souple de la chaudière. En évitant le mode ON/OFF, on gagne en confort (la température fluctue moins) et la chaudière est sollicitée de façon plus continue et douce. La sonde extérieure permet quant à elle, une adaptation et surtout une anticipation du besoin en chaleur intérieure en fonction de la température extérieure.

Sans thermostat : En l'absence de thermostat, une automatisation du fonctionnement de la chaudière peut tout de même être intelligemment mise en œuvre pour réchauffer votre intérieur en fonction votre mode de vie. Par exemple, un coup de chauffe dans les radiateurs le matin et le soir (sans forcément viser les 19°C de l'air ambiant) peut permettre d'atteindre une situation de confort tout en minimisant les factures.

RESSENTI DE CONFORT THERMIQUE \neq TEMPÉRATURE DE L'AIR AMBIANT

De l'importance de différencier ces 2 notions: la température de l'air ambiant n'est qu'une information très partielle de la mise en œuvre du confort thermique. Il faut aussi prendre en compte le rayonnement, les courants d'air, les différences de températures, les matières et même, les couleurs. Ces paramètres peuvent augmenter, chacun à leur niveau, de quelques dixièmes de degré le ressenti de confort.



VENTILATION

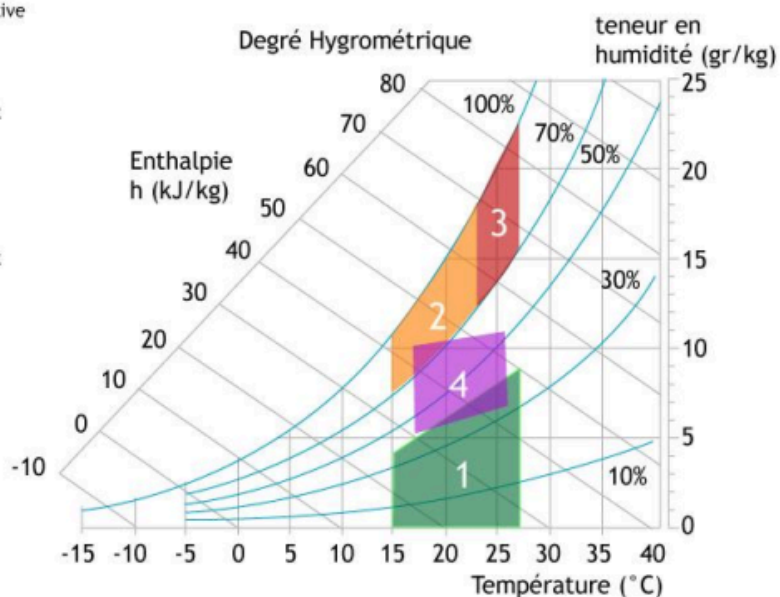
MOLLIER : PHYSICIEN INGÉNIEUR ALLEMAND

1
zone à éviter
problèmes de sécheresse,
manque d'humidité relative

2 et 3
Zones de développement
de bactéries et de
microchampignons

3
Zones de développement
d'acariens

4
Polygone de confort
hygrothermique



Le diagramme de Mollier permet de :

1. visualiser les liens entre la température, l'humidité relative et la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air
2. situer la zone de confort et les pathologies potentielles dans les autres zones
3. visualiser que la plage de confort à une amplitude de 10°C
4. comprendre que l'air chaud peut contenir plus d'eau que l'air froid, ce qui explique l'importance de ventiler, surtout en hiver.

Pour illustrer ce dernier point, on peut lire sur ce graphique: un air à 0°C, saturé en humidité (100%), contient 4g d'eau par kilogramme d'air sec. D'autre part, un air à 20°C dont la teneur en humidité est de 50% contient environ 8g d'eau, c'est-à-dire le double de la première lecture.

AÉRATION ET VENTILATION NATURELLE



Élément central du confort et de la santé, l'air intérieur de nos habitats est dégradé de façon invisible mais certaine par les COV, CO₂, acariens ou moisissures. Sauf à habiter dans une zone très polluée, l'air extérieur est dans une écrasante majorité des cas de meilleure qualité. Différentes méthodes permettent de l'inviter dans votre habitation.

Une simple **aération** par ouverture des huisseries est une première solution. Elle montre vite sa limite: c'est répétitif, incontrôlé et insuffisant.

La **ventilation naturelle** propose une solution plus réfléchie et plus évoluée, en installant déjà un balayage de l'habitat. Elle s'appuie sur les mouvements naturels de l'air chaud qui monte.

Mais ces solutions se montrent souvent insuffisantes. Les VMC sont là pour répondre plus efficacement à ces besoins de renouvellement de l'air.

! L'efficacité de la VMC dépendra directement de la qualité de l'étanchéité à l'air du bâti.

VMC SIMPLE FLUX

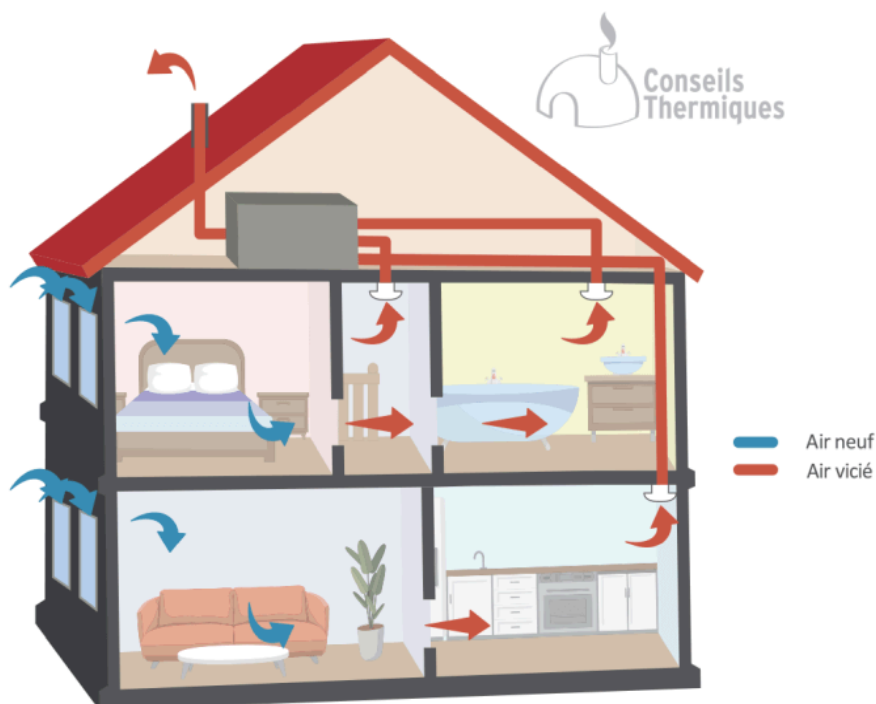


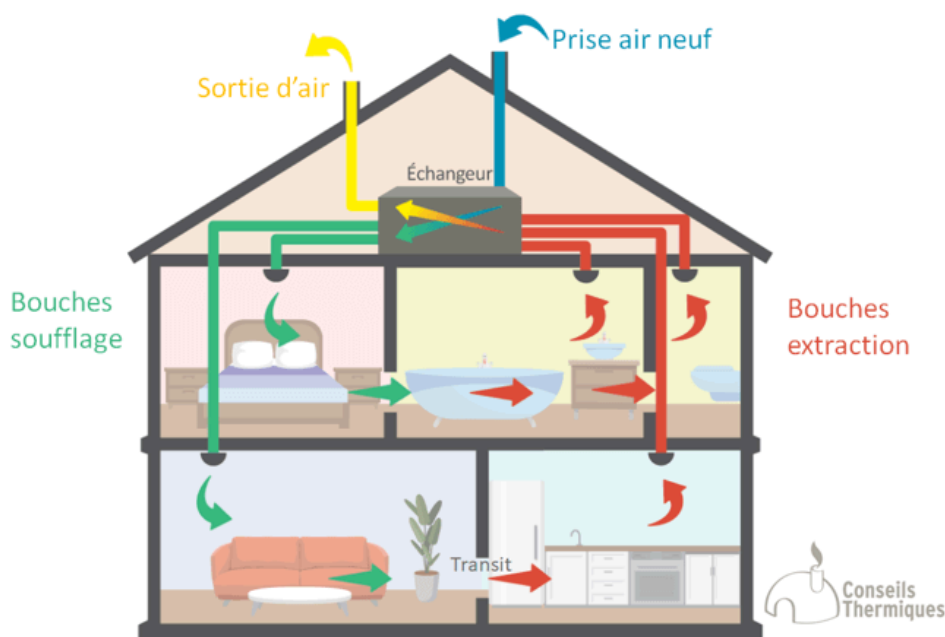
Schéma de principe pour comprendre le balayage d'une habitation avec une VMC simple flux : depuis l'entrée d'air par les huisseries des pièces dites sèches, le détalonnage des portes, l'absence de fuites court-circuitantes, jusqu'à la sortie par les pièces humides.

L'avantage de la simplicité : coût, installation, maintenance.

Les VMC simples flux se partagent en 2 catégories (hygro A, Hygro B) qui ne sont que des optimisations du principe de base: un balayage efficace et entretenu de toutes les pièces du logement.

Une VMC simple flux met un habitat en dépression.

VMC DOUBLE FLUX



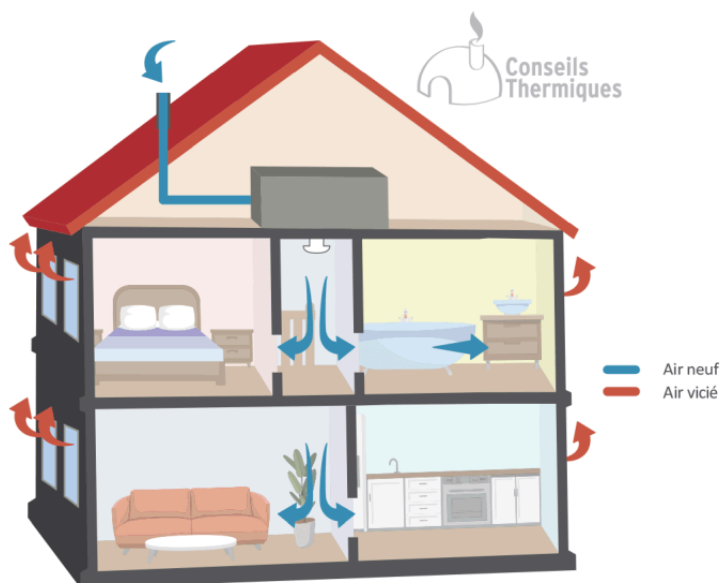
Un système bien plus performant que la VMC simple flux. Il évacue la vapeur d'eau mais garde les calories à l'intérieur de l'habitat.

Coût d'achat - 10 fois supérieur à celui d'une VMC simple flux - et d'installation, équilibrage et réglages, maintenance et entretien très régulier – inadapté dans la plupart des cas de rénovations.

Avant de s'engager vers cette solution, il est important d'estimer le gain apporté par rapport au coût

supplémentaire.

VMI (VENTILATION MÉCANIQUE PAR INSUFFLATION)



La VMI fonctionne à l'inverse de la VMC simple flux en insufflant l'air extérieur au sein de l'habitation mettant ainsi le logement en surpression.

Inconvénient majeur : l'air sous pression de l'habitation, chargé d'humidité peut s'échapper par des fissures (dans le cas d'une rénovation, les bâtis ne sont jamais étanches !) et augmente les risques de matérialisation du point de rosée dans les parois provoquant de la condensation et la dégradation (invisible) des parois.

La VMI peut être une bonne prévention lors d'une suspicion de présence de gaz radon, dans les étages bas (RDC ou sous-sol).

QUELQUES POINTS DE VÉRIFICATION DE LA VMC



Pas toujours évident à mettre en oeuvre dans le cadre d'une rénovation, voici pourtant des points importants:

- Le caisson de ventilation est désolidarisé acoustiquement du bâti.
 - La ligne électrique du caisson de ventilation est indépendante de tout autre circuit électrique.
 - Le rejet du ventilateur est raccordé sur l'extérieur.
 - Les conduits en dehors du volume chauffé sont isolés
 - Le ventilateur est accessible par une trappe d'au moins 50*50 cm ne se trouvant pas dans un placard ou une armoire de rangement.
- L'accès au ventilateur est sécurisé et éclairé.
 - Les conduits souples visibles sont installés correctement (minimum de coudes, pas de siphon, pente régulière, conduits non écrasés) et le supportage du réseau est adapté.

COMPRENDRE LES INTERFÉRENCES SUR LES ACCÈS CONCURRENTS À L'AIR INTÉRIEUR

La ventilation, la hotte de la cuisine, le foyer bois, la chaudière gaz... tous ces appareils ont potentiellement chacun une interaction avec l'air intérieur de nos habitats. Ils peuvent même se concurrencer avec des dysfonctionnements à la clé. Par exemple - dans le cas d'un habitat étanche à l'air -, la mise en route de la hotte de la cuisine peut étouffer le feu du salon, une flambée peut annihiler le balayage de la VMC. Il est important de vérifier les caractéristiques propres de vos installations en ayant en tête les informations générales suivantes:

VMC: débit continu entre 75 et 150m³/h

Hotte de cuisine (avec extraction): débit de 300 à 600m³/h, fonctionnement irrégulier, quelques minutes par semaine

Foyer fermé (insert): 9 à 15m³ pour brûler 1kg de bois, dépend de la saison et du type d'installation

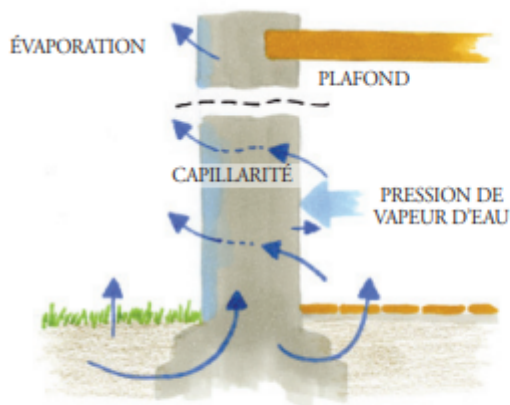
Cheminée ouverte: 60 à 100m³ pour brûler 1kg de bois, à proscrire pour des raisons économiques et écologiques

REMONTÉES CAPILLAIRES

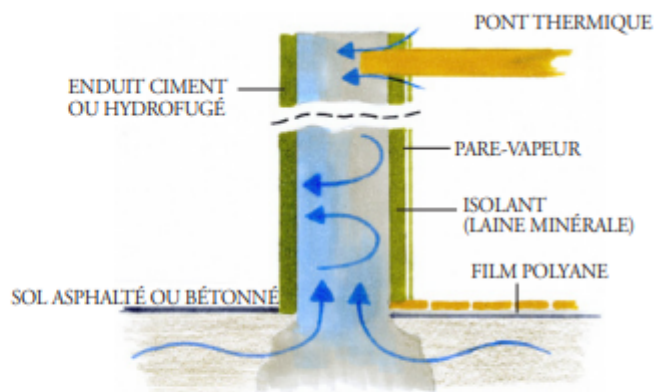
Les bâtis modernes (postérieurs à 1948) s'isolent des apports d'eau (ruptures de remontées capillaires et enduits étanches). Le bâti ancien contient de l'eau (et doit en contenir pour sa santé).

Dans le bâti ancien, il est important de maintenir cet équilibre pour la santé du bâti et de ses occupants. Pour cela, on évite l'utilisation de ciment, un matériau aux capacités mécaniques intéressantes mais incompatibles avec le bâti ancien car non perspirant.

Les solutions d'assèchement d'un mur à l'aide d'un drain doivent aussi être considérées avec méfiance car leur présence peut fortement déstabiliser l'équilibre hydrique des murs anciens qui doivent leur cohésion à la présence d'eau.

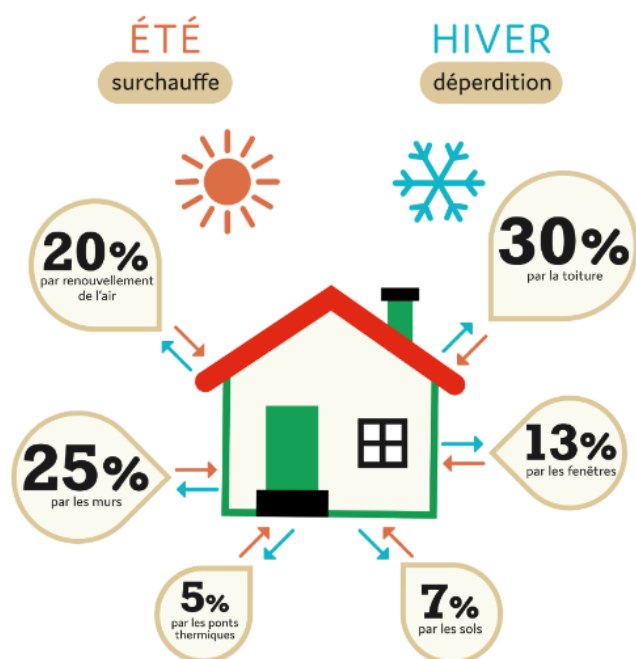


FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE
D'UN MUR TRADITIONNEL NON ISOLÉ



FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE D'UN MUR
TRADITIONNEL, ISOLÉ CONVENTIONNELLEMENT,
EN HIVER: L'EAU S'ACCUMULE DANS LE MUR

ISOLATION



Pourquoi l'isolation est une question à se poser en priorité : Maintenir une température dans un bâti, c'est comme remplir un seau troué sur son fond. Aux déperditions calorifiques du bâti correspondent les fuites du seau. Si on nous demandait de maintenir le seau rempli, la logique ne nous inciterait-elle pas à commencer par boucher les trous ? Dans le cas d'un habitat, c'est cette même réflexion qui doit nous guider.

CONTRÔLER LES FUITES DE CALORIES

Comprendre que la mission d'une isolation est de garder une calorie d'un côté de la paroi :

En hiver, l'empêcher de s'enfuir. En été, l'empêcher de rentrer.

Le préalable à une bonne isolation est une bonne étanchéité à l'air du bâti, puis on s'attaque aux fuites de

calories par ordre d'importance. Souvent dans cet ordre: d'abord le toit, puis les murs. Seulement après les huisseries.

COMPARER ITI ET ITE

ITI : Isolation thermique par l'intérieur

ITE : Isolation thermique par l'extérieur

Aspects techniques : une ITI traite difficilement les ponts thermiques. Une ITE sera plus efficace. Une ITE garde le bâti à l'intérieur de l'enveloppe isolante et permet de bénéficier de l'inertie de la construction. Une ITI refroidit le bâti ce qui peut provoquer la matérialisation du point de rosée à l'intérieur de celui-ci = condensation

Aspects financiers : le coût d'une ITE est en général supérieur à celui d'une ITI.

Aspects patrimoniaux : une ITE est souvent délicate à mettre en œuvre pour des raisons de respect du bâti ancien (avant-toits et ouvrants). Dans de vieilles bâtisses bourgeoises, il arrive qu'une isolation se heurte à des questions patrimoniales à l'extérieur (bâtiment classé ABF) comme à l'intérieur (parquets, moulures, cheminées, cimaises)

Aspects logistiques : une ITI est à synchroniser avec des travaux intérieurs.

PRIORISER LES CHANTIERS

- 1) Le Toit
Mise en œuvre souvent plus facile, plus grosses déperditions
Coût isolation sous rampant > Isolation des combles perdus. Mise en œuvre généralement plus délicate et longue, et besoin supérieur en matière première.
- 2) Les murs extérieurs
- 3) Le sol (déperdition plus faible, apport de fraîcheur en été mais obligation dans le cas d'un chauffage au sol)

CHOISIR UN ISOLANT

La pétrochimie (polyuréthane, polystyrène) et le monde minéral (laine de verre, laine de roche) produisent des isolants mais c'est dans les isolants bio-sourcés (végétaux, animaux ou issus du recyclage) qu'il faut faire son choix pour des raisons de renouvellement des ressources mais aussi pour la dangerosité en cas d'incendie. Le tableau ci-dessous vous aide à comprendre que tous les isolants ne se valent pas : Lambda instable en fonction de la température, densité et capacité calorifique, gestion de la vapeur d'eau -> un site référence pour vos achats: <https://www.materiaux-naturels.fr>

Catégorie	Isolant	Avantages	Inconvénients	€ par m pose comprise
Isolant végétal	Laine de bois	<ul style="list-style-type: none"> • Excellente isolation contre la chaleur • Bonne isolation contre le froid • Bonne isolation phonique 	<ul style="list-style-type: none"> • Résiste mal à l'humidité • Attire les rongeurs • Réagit mal face au feu 	25 à 100
	Liège	<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes performances en été et en hiver • Très bonne isolation acoustique • Imputrescible • Résistant (feu, rongeurs, tassement, intempéries) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressource rare • Matériau cher (pour une épaisseur suffisante) 	20 à 100
	Chanvre	<ul style="list-style-type: none"> • Bon isolant thermique et phonique • Adapté à tous les types d'isolation • Abordable sous forme de laine • N'attire pas les rongeurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Craint l'humidité sous forme de laine • Coûte cher sous forme de blocs 	20 à 100
	Fibre de lin	<ul style="list-style-type: none"> • Bon isolant thermique et acoustique • Longue durée de vie 	Contient des fibres non-naturelles	25 à 40
	Fibre de coco	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne isolation thermique • Excellente isolation phonique 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport polluant pour une utilisation en métropole • Contient du sel de bore 	30 à 40
	Paille de blé	<ul style="list-style-type: none"> • Excellente isolation contre la chaleur • Très bonne isolation phonique • Ressource abondante • Prix attractif 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolation contre le froid limitée • Faible résistance au feu 	10 à 20
Isolant d'origine animale	Laine de mouton	<ul style="list-style-type: none"> • Très isolante contre le froid • Bonne isolation acoustique • Régule l'humidité intérieure sans perdre en performance 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise isolation contre la chaleur • Résiste mal au feu • Contient généralement du sel de bore • Propice aux infestations de mite et rongeurs si elle n'est pas traitée au bore 	25 à 80
	Plumes de canard	<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes performances hiver et été • Bonne isolation phonique 	<ul style="list-style-type: none"> • Résiste mal à l'humidité et au feu • Contient des fibres synthétiques • Généralement traitées au sel de bore 	20 à 70
Isolant issu du recyclage	Ouate de cellulose	<ul style="list-style-type: none"> • Très bonnes performances thermiques hiver et été • Bonne isolation phonique • Prix attractif, particulièrement pour les combles perdus 	<ul style="list-style-type: none"> • Contient du sel de bore • Peut se tasser dans le temps 	10 à 40
	Fibres textiles	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne isolation contre le froid et la chaleur • Efficacité acoustique 	<ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur nécessaire importante • Contient du sel de bore • Sujet au tassement 	25 à 50

RÉSISTANCE THERMIQUE R D'UNE PAROI

- Mesure la capacité de celle-ci à empêcher la fuite des calories
- Est fonction des caractéristiques géométriques et thermiques des matériaux constituant la paroi
- S'exprime en m^2K/W
- Plus la paroi est épaisse, plus elle est isolante
- Plus le matériau qui compose la paroi est isolant λ (lambda faible exprimé en $W.m^{-1}.K^{-1}$), plus la paroi est isolante

$$R_{\text{paroi}} \text{ (exprimée en } m^2K/W) = e \text{ (exprimée en m)} / \lambda \text{ (exprimée en } W/m.K)$$

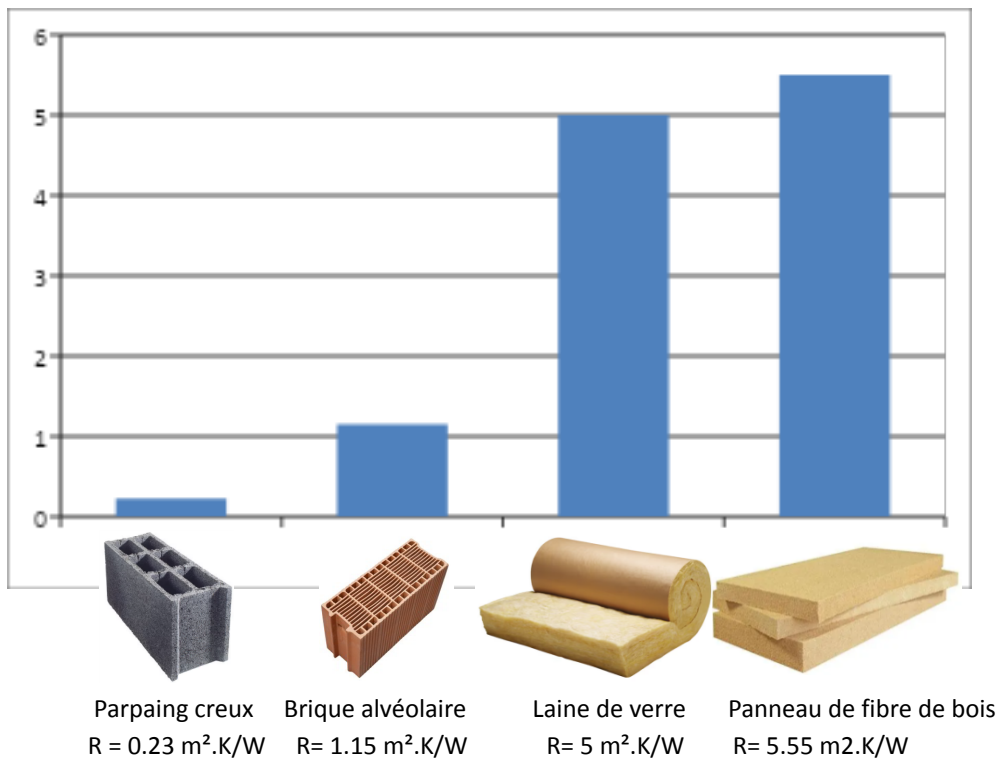
Pour augmenter la résistance d'une paroi, on augmente son épaisseur ou on utilise un matériau plus performant, avec un λ plus faible.

Attention, la résistance thermique est l'inverse du flux thermique.

La résistance thermique d'un mur est la somme des résistances thermiques des parois qui le composent.

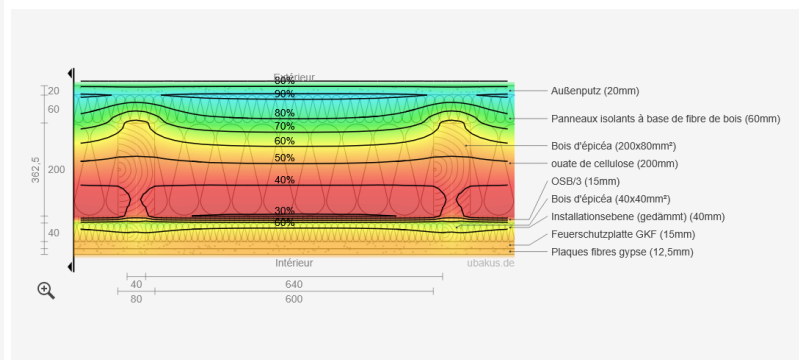
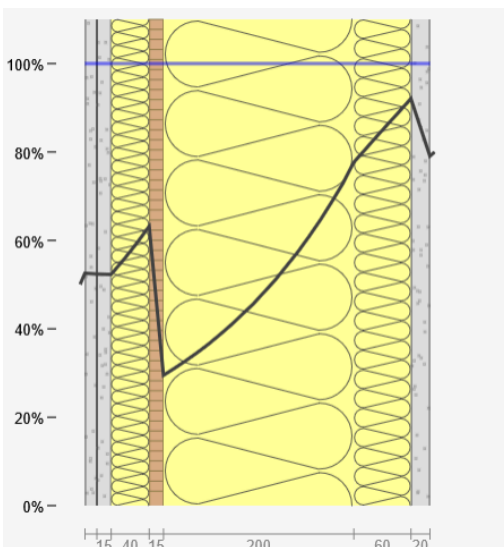
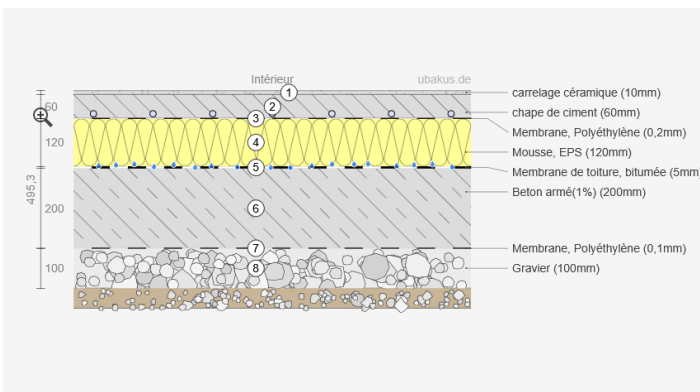
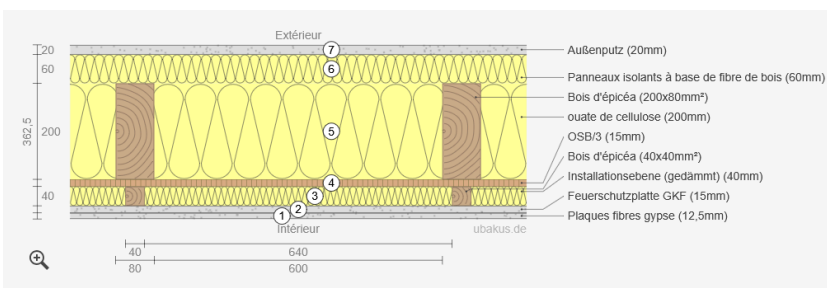
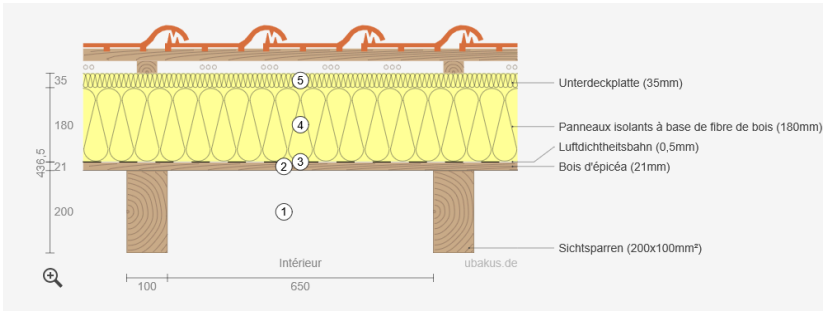
$$R_{\text{mur}} = R_{\text{paroi1}} + R_{\text{paroi2}} + R_{\text{paroi3}} \dots$$

Exemples concrets pour des épaisseurs équivalentes de matériaux (20cm) :



UBAKUS

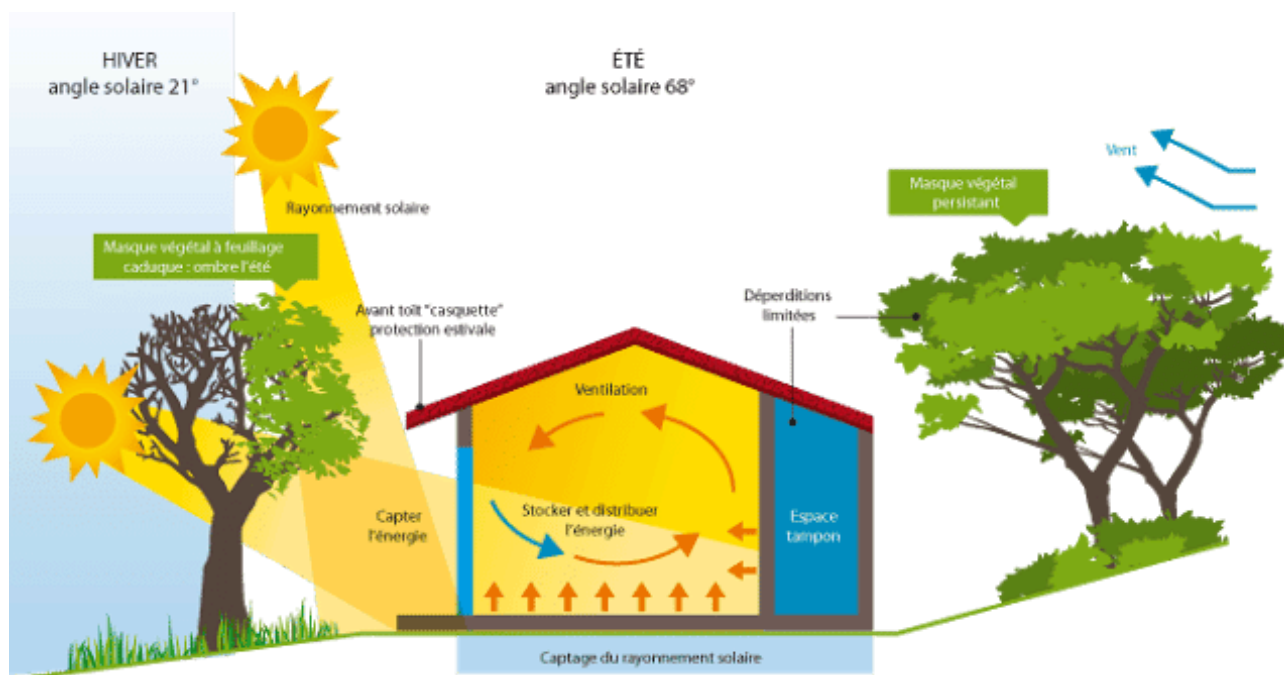
Ubakus.de est un outil en ligne permettant de simuler le comportement thermique et hydrique des parois d'un habitat. Il traite les toits, comme les murs ou les sols et est paramétrable en fonction de leur composition.



ÉNERGIES ET MODES DE CHAUFFAGE

Réfléchir au besoin en énergie de son habitat, c'est d'abord envisager de le réduire, ensuite optimiser les atouts de l'orientation du site et seulement enfin choisir une énergie et un moyen de chauffage en comprenant l'importance de ce choix, de son coût, actuel et futur.

APPORTS SOLAIRES ET CONCEPTION BIO-CLIMATIQUE



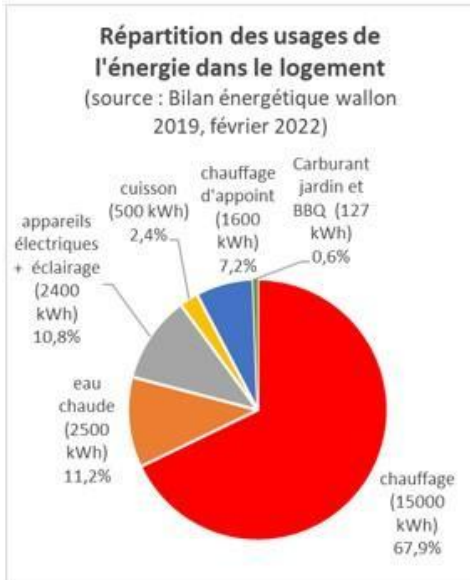
Avant d'envisager un système de chauffage, il est important de concevoir (ou rénover) votre habitat en tenant compte des apports solaires. Une bonne connaissance de la course du soleil (en fonction des saisons et au cours de la journée) permet une conception bioclimatique qui peut fortement réduire vos factures énergétiques. Optimisée, une telle conception permet de créer des bâtiments dits passifs (c'est à dire proche de l'autonomie énergétique)

Quelques axes de réflexion pour une première approche bioclimatique:

- En hiver: murs sud colorés pour mieux capter la chaleur et baies vitrées. Façade non isolée.
- En été: ces mêmes façades doivent être à l'ombre -> mise en oeuvre de casquettes avec le soleil "haut dans le ciel" mais aussi isoler le toit pour lutter contre le soleil de midi
- Façades Ouest, Est et Nord, on isole pour 2 raisons: l'hiver, on ne veut pas que la chaleur ne s'échappe vers l'extérieur, l'été, on ne veut pas qu'elle rentre (en particulier par l'ouest)
- Mise en œuvre astucieuse de la végétation à feuilles caduques pour se protéger du rayonnement solaire en été et en bénéficier l'hiver.
- Prise en compte des vents dominants

ORDRE DE GRANDEURS

Quelques graphiques pour appréhender nos consommations énergétiques domestiques:

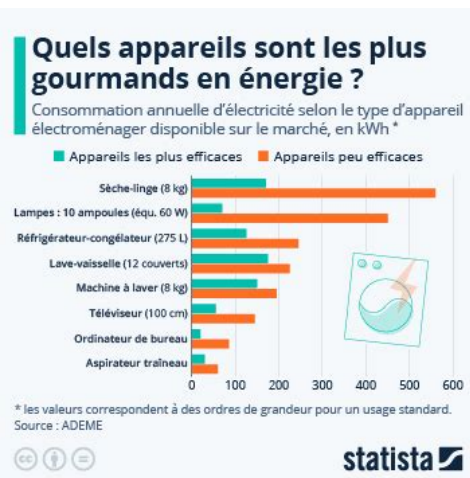


Le coût énergétique principal d'un habitat, c'est son mode de chauffage (de 30 à 80% de la facture globale). En cas de changement, il est primordial d'y avoir réfléchi sereinement. Cette décision engage l'habitant pour des décennies.

Pensez à :

- installer la production d'eau chaude au plus près de son utilisation (->économie multiple: eau, temps, énergie, €)
- isoler les tuyaux d'eau chaude sanitaire et chauffage lorsqu'ils traversent le logement, en particulier les zones non chauffées.

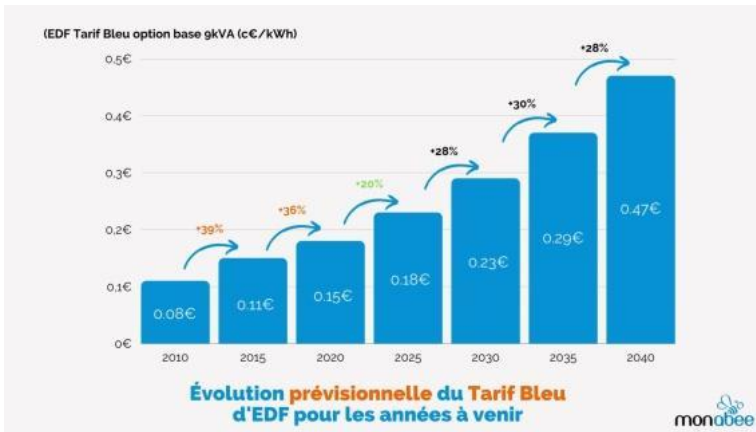
Décider d'un système de chauffage, c'est surtout s'engager sur le long terme avec une énergie. Voir plus loin le tableau comparatif du coût des énergies.



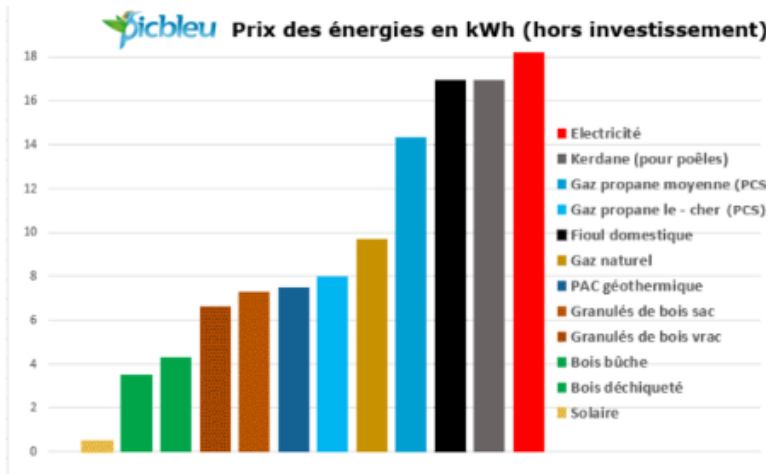
Consommation des appareils électroménagers: sur la 1ère marche du podium, le sèche-linge (alors que ce service peut très souvent être mise en œuvre gratuitement), suivies par les ampoules "ancienne génération" .



Le marché de l'énergie est soumis à des contraintes financières et politiques mondiales. Pour cela, il est en grande partie imprévisible (exemple récent : la guerre en Ukraine et son impact direct sur la facture énergétique des Français et plus récemment le blocage du Détroit d'Ormuz)












De toute façon, les prévisions anticipent une hausse certaine du prix de l'énergie sur les décennies à venir.



Les différentes sources d'énergies primaires ont des coûts très disparates, qu'ils soient financiers ou écologiques.

Comparatif des différentes énergies primaires

Solaire	Bois déchiqueté	Bois bûche	Pellet vrac	Pellet sac	Gaz propane	Gaz naturel	Fioul domestique	Electricité
								
3.5 t = 15 m ³ (1)	2.45 t = 5 stères (2)	2 t = 3 m ³	2 t = 3 m ³	2 t = 3 m ³	724 kg	1000 m ³	1000 litres	10000 kWh
	1 kg = 2.20 kWh PCI à 2.80 kWh PCI	1 kg = 4.08 kWh PCI	1 kg = 4.90 kWh PCI	1 kg = 4.9. kWh PCI	1 kg = 13.800 kWh PCS	1 m ³ = 10 kWh PCI	1L = 9.90 kWh PCI	

(1) Taux humidité 40% (2) L'unité stère a été remplacée par le M3. PCI bois dur (charme, chêne, érable, eucalyptus, frêne, hêtre, orme) sec avec transport. N.B. Le pellet (nom d'origine anglaise) est le terme qui désigne le granulé de bois.



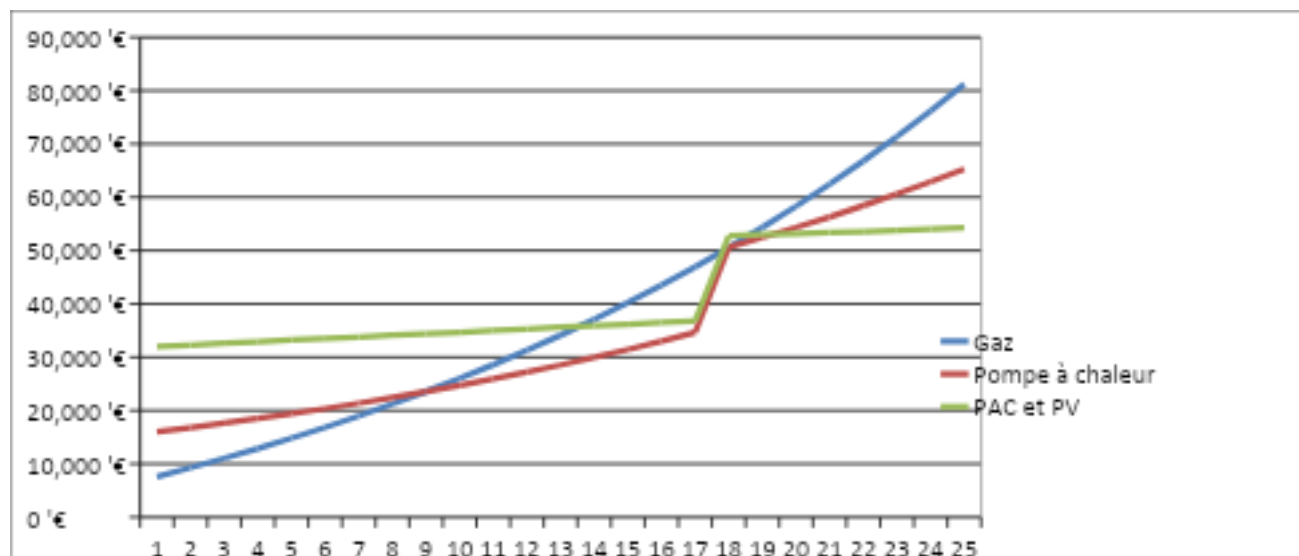
Un tableau pour accompagner une prise de décision quant à un changement de mode de chauffage :

Source d'énergie	Technique de chauffage	Avantages	Inconvénients	Coûts installation	Coûts exploitation	Polluants	CO2	Energie renouvelable	Primes
Mazout	Chaudière à condensation	Facile pour remplacer un système existant	Gestion de la cuve	😊	😊 😞	😞	😞	😞	😞
Gaz naturel	Chaudière à condensation	Facile pour remplacer un système existant	Pas disponible partout	😊	😊 😞	😊	😊	😞	😊
Bois	Poêle à pellets	Prix du combustible	Entretien, gestion des cendres	😊	😊	😊	😊	😊	😞
	Poêle à bûches	Ressource renouvelable et locale	Stockage et manutention des bûches Gestion des cendres	😊	😊	😊	😊	😊	😞
	Chaudière à pellets	Facilité d'utilisation	Coût d'investissement Gestion des cendres	😞	😊	😊	😊	😊	😊
Pompe à chaleur (PAC)	Air/eau	Le type de PAC le plus répandu en Belgique	Bruit	😊	😊	😊 ou 😞	😊 ou 😞 dépend du type d'électricité		😊
Solaire thermique	Chauffage solaire		Nécessite un complément (couvre 30 à 40% des besoins). Nécessite un très grand boiler (>750 l)	😊	😊	😊 ou 😞	😊 ou 😞 dépend du type de complément de chauffage		😊

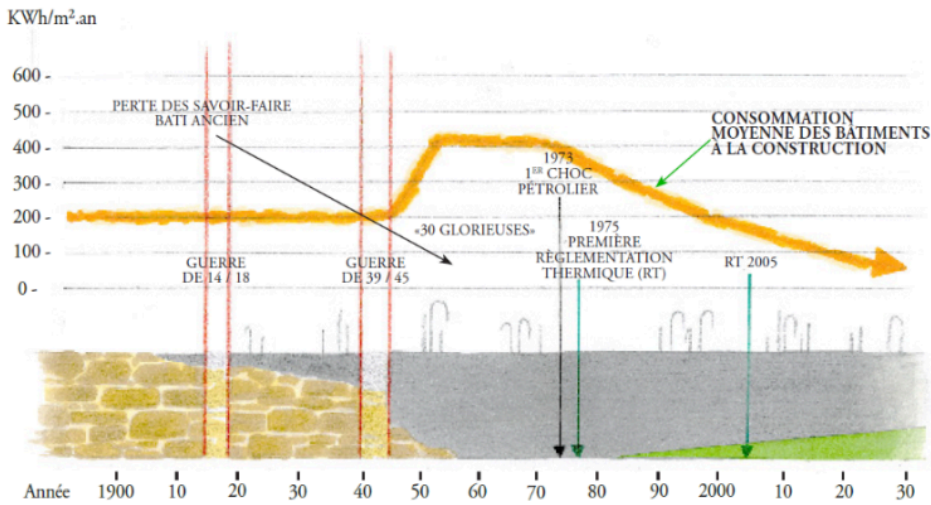
Les 3 principaux paramètres à prendre en compte : le coût à l'usage (consommation et maintenance), la durée de vie estimée, le coût de l'installation.

ETUDE THÉORIQUE DE 3 SCENARI

	Gaz	Pompe à chaleur	Solaire et PAC
Durée de vie de l'installation	25 ans	17 ans	17 ans
Coût de l'installation	5000€	15000€	30000€
Coût de l'énergie primaire (10 000kWh)	900€	2000€	0€
Coût de l'énergie utile (PAC cop 4)	900€	500€	0€
Contrat de maintenance	100€	300€ par an	300€ par an
Coût écologique	Mauvais	Bien	Bien

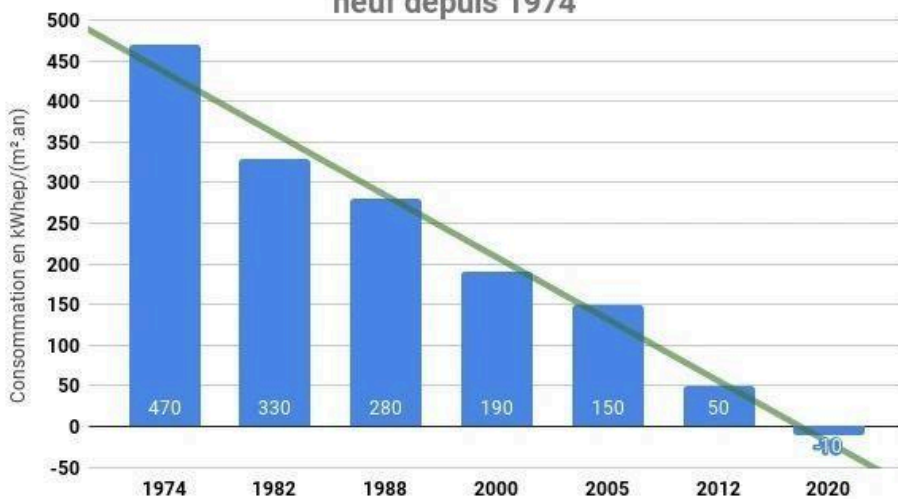


RÉGLEMENTATIONS THERMIQUES

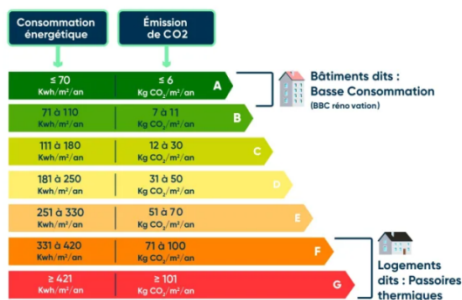


Pour visualiser le chemin parcouru en termes de normes et d'exigences depuis le premier choc pétrolier

Historique des exigences de consommation dans le bâtiment neuf depuis 1974



LOCATION ET CLASSEMENT DPE



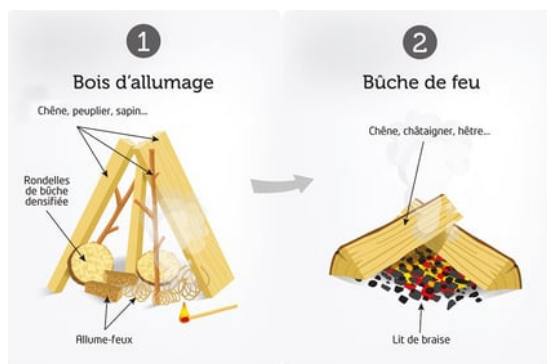
Les biens immobiliers énergivores, aussi appelés passoires thermiques, sont désormais considérés comme non décentes, et donc interdits à la location suivant le calendrier suivant :

- 1^{er} janvier 2025, les logements étiquetés G
- 1^{er} janvier 2028, les logements étiquetés F
- 1^{er} janvier 2034, les logements étiquetés E



Les mesures gouvernementales sur ce sujet sont en (re)discussion régulièrement. Ces informations sont donc susceptibles d'évoluer mais il faut garder en tête l'idée de la loi : "Pousser les propriétaires vers la rénovation énergétique de leur bien"

CHAUFFAGE BOIS



Le bois-bûche est une source d'énergie intéressante à exploiter pour le chauffage (principal ou d'appoint) d'un habitat. Il est renouvelable, souvent local, et sans transformation. Même s'il émet du CO₂, celui-ci est "biologique" et son cycle de vie est de quelques dizaines d'années. Par opposition, le carbone des énergies fossiles - pétrole, charbon, gaz - est géologique et a été produit il y a des centaines de millions d'années.

⚠ Ne pas sous-estimer la manutention des bûches et l'entretien du foyer. Ce n'est pas un système automatisé comme une chaudière à gaz.

⚠ Le foyer ouvert est à proscrire au regard de son rendement (10 à 15%) et de la pollution aux particules fines qu'il engendre. Il est même interdit dans les zones d'habitation denses.

<https://www.driat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-chauffage-au-bois-un-fort-impact-sur-la-qualite-a3791.html>

⚠ "Faire feu de tout bois?" Attention, tous les bois ne se valent pas, en particulier le degré d'humidité doit impérativement être inférieur à 20%.

PUISSANCE ET LIMITES DE LA POMPE À CHALEUR

La pompe à chaleur (PAC) présente une efficacité incroyable, impossible à atteindre avec un système de chauffage classique puisqu'elle est capable de fournir plus de chaleur qu'on ne lui fournit d'énergie primaire. Et elle fait cela avec des ratios extraordinaires: 1kWh d'énergie primaire consommée -> 3kWh de chaleur produite - Exemple pour une PAC avec un coefficient de performance énergétique de 3. De plus, l'énergie apportée à la PAC est électrique, et en France, celle-ci est fortement décarbonée.

C'est pour toutes ces raisons que l'installation d'une PAC permet de gagner beaucoup sur un DPE.



système s'arrête.

Mais une PAC (air-eau) présente des limites qui ne sont pas forcément mises en avant par l'installateur, à commencer par son tarif et sa durée de vie, mais aussi:

- Une PAC produit classiquement une chaleur plus douce. Donc, vos radiateurs doivent être (re)dimensionnés en conséquence.
- On n'installe pas une PAC si on n'a pas envisagé une isolation de qualité auparavant.

Le COP est calculé avec un air extérieur à 7°C. Que peut-il se passer par grand froid?

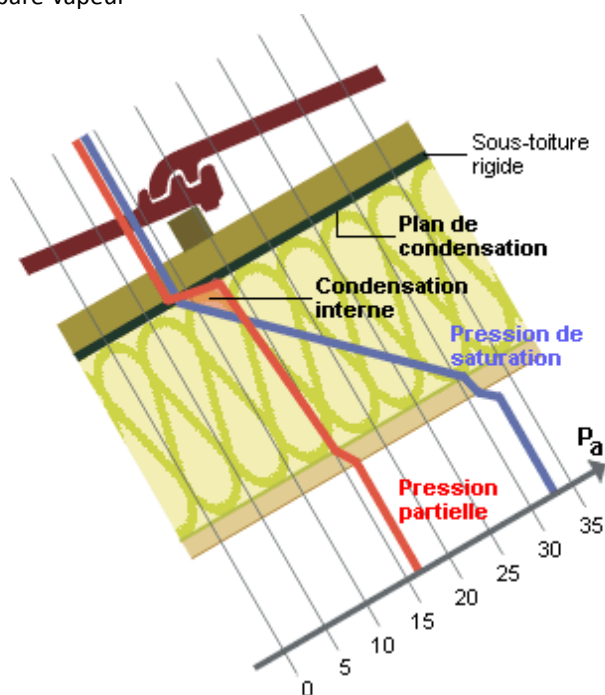
- La PAC ne trouve plus suffisamment de calories à l'extérieur. Le COP s'effondre. La PAC ne produit plus suffisamment de chaleur, justement le jour où on en a le plus besoin.
- Elle refroidit un air extérieur qui peut être chargé en vapeur d'eau et provoquer de la condensation sur l'échangeur extérieur, voire du givre. Le

TOITURE

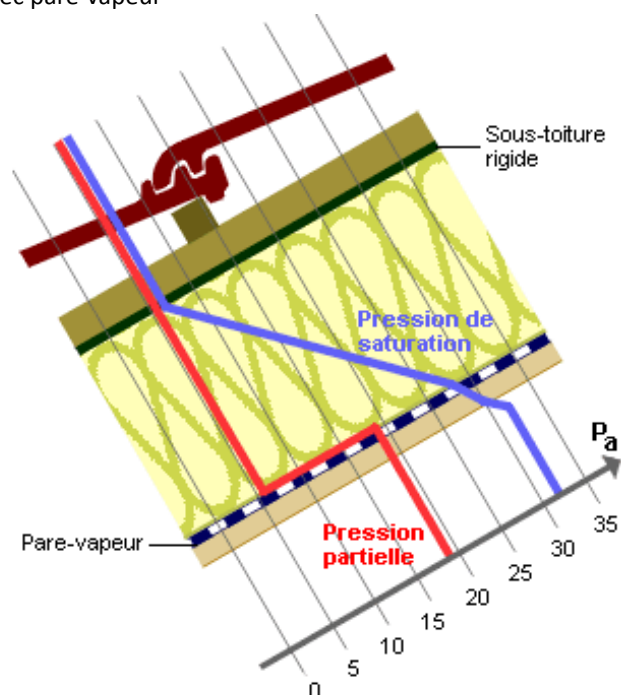
PARE-VAPEUR

Comprendre la fonction du pare-vapeur : contrôler la migration de la vapeur d'eau qui pourrait condenser dans l'isolant

Sans pare-vapeur



Avec pare-vapeur



Attention à la mise en œuvre : accrocs accidentels ou points singuliers qui altèrent la continuité du pare-vapeur : jonction entre deux plaques de plâtre, charpente, canalisation...

VENTILATION SOUS TOITURE

La ventilation sous-toiture est une obligation légale, assurée par une contre latte (20mm mini), la lame d'air entrée ainsi créée en bas de la pente de toit sort au niveau du faîtage, via des tuiles chatières (une tuile chatière pour 20m² mais se reporter aux préconisations du fabricant de tuiles pour la densité au m²).

Intérêt de la ventilation sous-toiture:

En hiver: lutter contre le phénomène de condensation (qui peut endommager la toiture à moyen terme).

En été: évacuer les calories le plus tôt possible permet de garder la maison au frais plus longtemps. Pour mémoire, le rayonnement solaire peut provoquer des températures jusqu'à 70°C à la surface externe des tuiles.

ÉVACUATION DES EAUX PLUVIALES

Le DTU 40.5 (Normes et applications pour l'évacuation des eaux pluviales) encadre la mise en œuvre des gouttières et chéneaux.

- **Matériaux et corrosion:** évitez le contact direct entre le cuivre et le zinc, qui provoque une corrosion rapide. Utilisez des matériaux identiques ou compatibles pour l'ensemble du système.
- **Dimensionnement:** débit maximal de 3l/m²/min, 1 descente pour 60 m² de surface de toit projetée au sol
- **Pente:** Faible (0,5 et 1 cm/m pour des gouttières de moins de 12m) Moyenne (1 à 2cm/m pour des gouttières de 12 à 20m) Forte (Plus de 2 cm/m pour des installations dépassant 20m).
- **Accrochage:** au maximum tous les 50cm
- **Secours:** comporter obligatoirement un orifice de trop-plein
- **Inspections et maintenance:** régulièrement (minimum 2 fois/an)

Dans certaines communes, la récupération des eaux pluviales est obligatoire. Renseignez-vous auprès de votre mairie.

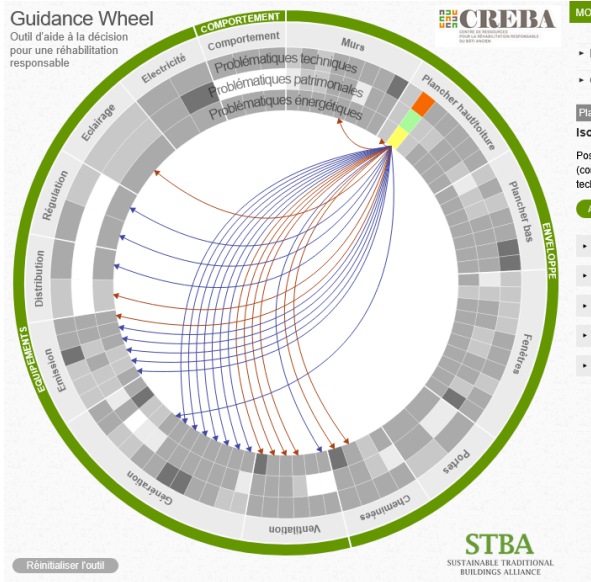
BÂTIS ANCIENS

MAISONS-PAYSANNES.ORG

Maisons paysannes de France peut vous accompagner dans un projet de rénovation grâce à une expérience unique de plus de cinquante ans dans le domaine de la sauvegarde du patrimoine rural bâti et paysager.

[Les fiches ATHEBA](#) expliquent l'intelligence de conception des bâtis anciens et sont destinées à ceux qui prévoient de réaliser des travaux d'amélioration thermique.

GUIDANCEWHEEL



Pour une cohérence dans la rénovation, les interactions et les points d'attention.

rehabilitation-bati-ancien.fr est le site officiel du Centre de Ressources pour la Réhabilitation Responsable du Bâti Ancien.

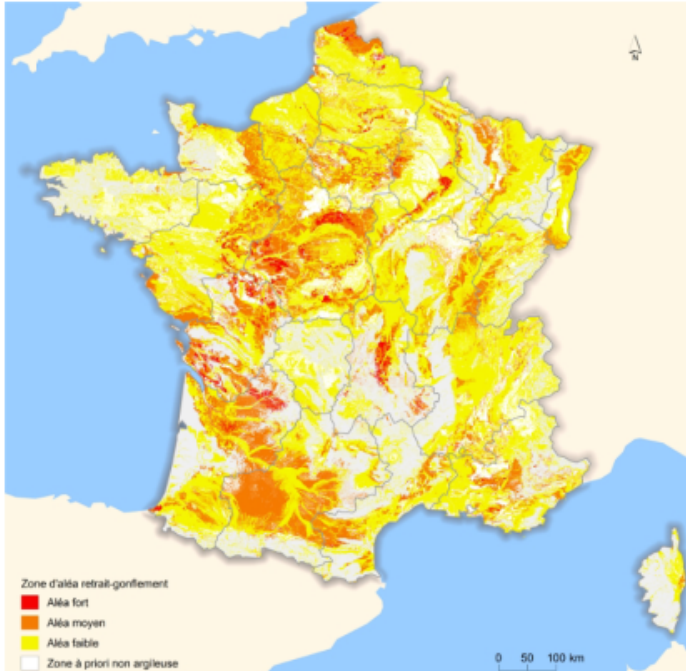
Véritable outil d'aide à la décision, la Guidance Wheel vous permet globalement de :

- Comparer différentes solutions de réhabilitation d'un point de vue technique, patrimonial et énergétique
- Repérer les points de vigilance associés à ces différentes solutions
- Composer des bouquets de travaux responsables

[CREBA : Guidance Wheel](#)

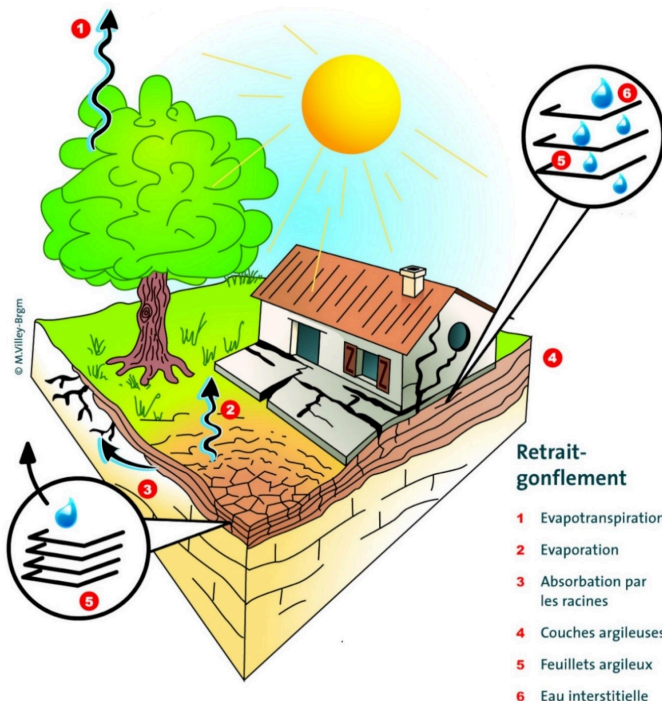
GÉORISQUES

LE RETRAIT ET GONFLEMENT DES ARGILES (RGA)



Cartographie de la susceptibilité du territoire au phénomène de retrait gonflement : 24% du territoire est en zone de susceptibilité moyenne ou forte © BRGM

Plus de 10 millions de maisons individuelles se trouvent en zones d'exposition moyenne ou forte au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Avec le changement climatique, il est constaté sur la dernière décennie, une intensification des épisodes de sécheresse conduisant à une augmentation des sinistres dû au retrait-gonflement des argiles.

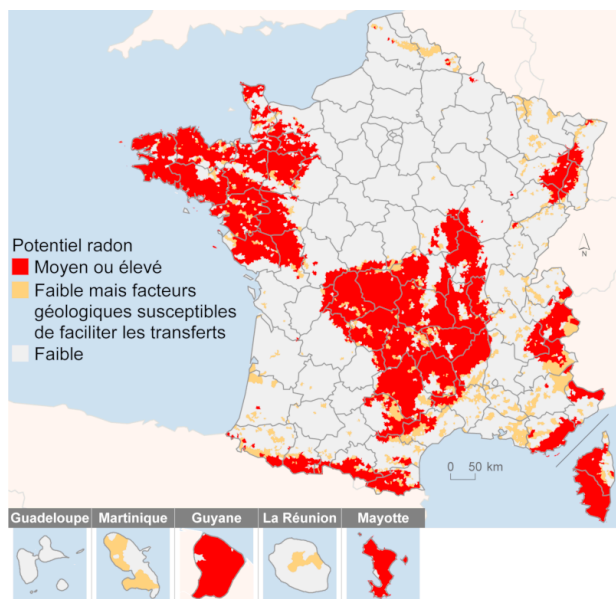


Lorsqu'un sol est **argileux**, il peut être **fortement sensible aux variations de sa teneur en eau et se comporte comme une éponge**. Ainsi, il va se **rétracter** lorsqu'il y a évaporation en période sèche (dessiccation ou retrait), et il va **gonfler** en période pluvieuse ou humide lorsque l'apport en eau est important (réhydratation). Il s'agit du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Pour s'informer, un dossier très complet :

<https://www.georisques.gouv.fr/consulter-les-dossiers-thematiques/retrait-gonflement-des-argiles>

LE RADON



Gaz radioactif naturel, incolore et inodore, le radon provient de la chaîne de désintégration de l'uranium et de celle du thorium. Classé comme cancérigène certain par l'OMS

Le radon est présent le plus souvent à faibles taux. Mais sa concentration est plus élevée dans les régions aux sous-sols granitiques ou volcaniques. En extérieur, ce gaz se dilue rapidement mais il peut représenter un risque dans les espaces clos mal ventilés. Il peut s'infiltrer dans les maisons (via des fissures, des passages de canalisations...) et s'y accumuler.

7 000 communes sont concernées, soit 12,2 millions d'habitants.

Pour s'informer, un dossier très complet :

<https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/sante/la-radioactivite-ressources/article/la-principale-source-de-radioactivite-naturelle-le-radon>

LES FEUX DE FORÊT

Si votre terrain se situe dans une zone concernée par les obligations légales de débroussaillage (OLD), le propriétaire de la construction est responsable du débroussaillage autour de celle-ci. Un locataire peut effectuer le débroussaillage si cela est précisé dans son contrat de location, cela n'exonère cependant pas le propriétaire de sa responsabilité pénale.

Le non-respect des obligations légales de débroussaillage **peut entraîner des sanctions pénales et financières** (allant d'une contravention de 5^{ème} classe pouvant aller jusqu'à 1 500 € à une amende de 50 € par m² non débroussaillé **une mise en demeure de faire avec astreinte, un pourvoi d'office par le maire** (la commune fait faire les travaux et envoie la facture au propriétaire) ou encore **le paiement d'une franchise d'assurance en cas de sinistre**).

Pour en savoir plus, vous pouvez consulter la [page dédiée aux OLD sur Géorisques](#), le site jedebroussaille.gouv.fr et [le site de l'ONF](#)

Vous pouvez également consulter la [fiche informative sur les obligations de débroussaillage](#).