

Catherine **Charlot-Valdieu** | Philippe **Outrequin**

LA MAISON

PASSIVE



MAISONS INDIVIDUELLES PASSIVES

CONCEVOIR, CONSTRUIRE ET RÉHABILITER



EDITIONS

LE MONITEUR

Catherine **Charlot-Valdieu** | Philippe **Outrequin**



MAISONS INDIVIDUELLES PASSIVES

CONCEVOIR, CONSTRUIRE ET RÉHABILITER

EDITIONS
LE MONITEUR

À nos sept petits-enfants,
Felix, Isabelle, Jonathan, Oisín, Elise, Lochlan et Théo
et à ceux encore à naître,
en leur souhaitant de vivre longtemps et heureux
dans une maison passive.

Remerciements

Nous remercions vivement et très sincèrement :

- tous les maîtres d'ouvrage, architectes et responsables de bureau d'études thermiques ou d'association... qui nous ont envoyé des documents et des photos et qui ont accepté de relire et parfois de compléter la présentation de leur(s) projet(s) ;
- l'équipe des Éditions du Moniteur qui a uni ses efforts pour transformer notre manuscrit en livre attractif et surtout utile à tous ceux qui veulent concevoir, construire ou faire construire ou encore réhabiliter une maison individuelle ainsi qu'aux collectivités, pouvoirs publics et services déconcentrés de l'État, bailleurs sociaux.

Éditions du Moniteur

Directrice des éditions : Claire de Gramont

Directeur éditorial : Thierry Kremer

Éditrice : Carole Trochu

Édition et coordination des illustrations : Alain Bouteville

Réalisation de la couverture : WIP (Clément Pinçon)

Mise en pages : LNLE

Réalisation des illustrations : Ursula Bouteville

Fabrication : Isabelle Fontaine

© Groupe Moniteur (Éditions du Moniteur), Antony, 2019

Tous droits réservés

ISBN papier : 978-2-281-14318-8

ISBN numérique : 978-2-281-14319-5

www.editionsdumoniteur.com



Nous alertons nos lecteurs sur la menace que représente, pour l'avenir de l'écrit, le développement massif du « photocopillage ». Le Code de la propriété intellectuelle interdit expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit.

Or, cette pratique s'est développée dans de nombreux cabinets, entreprises, administrations, organisations professionnelles et établissements d'enseignement, provoquant une baisse des achats de livres, de revues et de magazines.

En tant qu'éditeur, nous vous mettons en garde pour que cessent de telles pratiques.

Aux termes du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Toutefois, l'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie peut être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, tél. : 01 44 07 47 70, fax : 01 44 07 10 50.

Sommaire

Maisons individuelles et transition énergétique

Les maisons individuelles dans le secteur de la construction	9
La place des architectes et des différents acteurs dans le marché de la maison individuelle	9
Les enjeux de la transition écologique pour les maisons individuelles	11
La maison individuelle dans la transition écologique : un oxymore ?	12
Un besoin de clarification sur le standard passif	12

Partie I Définitions et contexte

1. Qu'est-ce qu'une maison passive ?	17
1.1 Une origine française : le bioclimatisme	17
1.2 La démarche et les indicateurs clés du passif	18
1.3 Maison passive et maison à énergie positive	21
1.4 Maison passive et maison autonome en énergie	22
2. Les différents labels	25
2.1 Les labels de La Maison Passive France	25
2.2 Le label Maison Passive de la FFCP	42
2.3 Le label suisse Minergie®	42
2.4 Le référentiel E+C- et la réglementation Bâtiment Responsable 2020	49
2.5 Les labels BEPOS effinergie 2017 et BEPOS+ effinergie 2017	49
2.6 Des maisons passives avec trois labels : Minergie P, BBC-effinergie et Bâtiment Passif	51

Partie II Les atouts des maisons passives

3. Du confort partout dans la maison	63
3.1 Qu'est-ce que le confort d'ambiance ?	63
3.2 Les mesures du confort thermique	63
3.3 Le confort d'été dans les maisons passives	65
3.4 Le confort acoustique dans les maisons passives	66
3.5 Une résidence secondaire à 950 mètres d'altitude	67
4. La qualité sanitaire et des ambiances intérieures	73
4.1 Les éléments de la qualité sanitaire et des ambiances intérieures	73
4.2 Une démarche expérimentale	75
4.3 Une stratégie d'actions pour tous les acteurs de la maison	78
5. Des consommations et des dépenses d'énergie réduites au minimum	79
5.1 Une très faible consommation d'énergie	79
5.2 L'absence de ponts thermiques	79
5.3 L'amélioration du reste-à-vivre des ménages et la prévention de la précarité énergétique	83
5.4 Une réhabilitation-extension en autoconstruction d'une maison en ossature bois et paille au standard du passif neuf	87
5.5 Une maison à énergie positive avec 4 studios en location pour le montage financier	93

5.6 L'extension passive d'une maison passive avec isolation en paille	96	9.4 La ventilation double flux	196
6. Une réduction de l'empreinte environnementale	99	9.5 Le puits canadien	197
6.1 L'analyse de cycle de vie (ACV)	99	9.6 Le chauffage d'appoint	199
6.2 Le label Bâtiment Biosourcé	101	9.7 L'eau chaude sanitaire (ECS)	200
6.3 La production d'énergie renouvelable et les maisons autonomes ou à énergie positive	102	9.8 Les autres équipements et la qualité environnementale	200
		9.9 La gestion technique du bâtiment (GTB)	201
		9.10 L'incontournable savoir-faire sur le chantier	201
Partie III		Partie IV	
De la conception à la vie dans les maisons passives		Autres exemples de maisons passives	
7. Le rôle des acteurs	111	MI 01 Une maison bioclimatique qui suit la courbe du soleil – Gif-sur-Yvette	209
7.1 Les acteurs clés de l'aménagement : collectivités et aménageurs	111	MI 02 Une maison passive et à énergie positive dans un lotissement – Blangy	219
7.2 Les maîtres d'ouvrage ou particuliers qui veulent (faire) construire ou réhabiliter en passif	117	MI 03 Une maison en matériaux biosourcés avec une partie en autoconstruction – Bruz	227
7.3 Les architectes et maîtres d'œuvre	126	MI 04 Une maison écologique en milieu rural sur un terrain en pente – Ancy	235
7.4 Les ingénieurs en physique du bâtiment (BET thermiques)	134	MI 05 Une maison bioclimatique en matériaux biosourcés – Le Cheix	245
7.5 Des artisans et constructeurs qui ont fait le choix du passif	136	MI 06 Cinq exemples de maison en ossature bois d'un constructeur alsacien	253
7.6 Des bailleurs sociaux	138	1. Une maison témoin et laboratoire : la Maison Chloé, premier bâtiment certifié Passif Plus en France	253
7.7 La promotion immobilière	144	2. Une maison à toiture deux pans	257
7.8 Co-conception et co-construction : la démarche collaborative architecte-thermicien	144	3. Une maison à modénature complexe	259
8. La gestion des contraintes de terrain, des ABF et du PLU	149	4. Une maison contemporaine	260
8.1 Le passif face aux contraintes de terrain	149	5. Une maison dans un lotissement	262
8.2 Les exigences des ABF	155	MI 07 Une maison passive en 2010 devenue à énergie positive en 2017 – Hauville	265
8.3 Les exigences du PLU ou du lotissement	166	MI 08 Une maison contrainte par les règlements d'urbanisme (lotissement, ZAC et PLU) – Laillé	273
9. Comment construire ou réhabiliter en passif ?	175	MI 09 Une maison de plain-pied en panneaux OSB préfabriqués vitrine d'un constructeur – Lodes	285
9.1 L'enveloppe : systèmes constructifs sans pont thermique	175	MI 10 Deux maisons en ossature bois mitoyennes mais différentes en PACA – Rousset	291
9.2 Les isolants	188	MI 11 Une maison contemporaine préfabriquée sur un terrain difficile d'accès – Andresy	303
9.3 Les menuiseries extérieures et les BSO	195		

Maisons individuelles et transition énergétique

LES MAISONS INDIVIDUELLES DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

Chaque année, en France, se construisent environ **180 000 maisons individuelles** : 130 000 maisons individuelles non mitoyennes et 50 000 maisons individuelles groupées. Cela représente 42 % de la construction neuve. Le nombre de maisons individuelles groupées (souvent des logements sociaux ou en accession sociale) est stable dans le temps tandis que le nombre de maisons individuelles non mitoyennes a fluctué et est en baisse par rapport à l'année 2000 (fig. I.1).

LA PLACE DES ARCHITECTES ET DES DIFFÉRENTS ACTEURS DANS LE MARCHÉ DE LA MAISON INDIVIDUELLE

Une majorité de maisons de constructeur

La maîtrise d'œuvre des maisons individuelles est essentiellement réalisée par les constructeurs de maisons individuelles (62 % du marché en 2017), loin devant les particuliers (21 %), les entrepreneurs (entreprises de construction) et les artisans (9 %), et enfin les architectes qui ne représentent que 5 % du marché des maisons individuelles neuves (tab. I.1).

Des coûts variables en fonction du type de maître d'œuvre

Le prix moyen des maisons varie selon le type de maître d'œuvre : de 1 286 €/m² lorsque le particulier coordonne lui-même les travaux jusqu'à 1 701 €/m² lorsqu'il s'agit d'un architecte (tab. I.1).

Il s'agit donc de comparer ce qui est comparable.

La maison de constructeur bénéficie d'un effet de masse conduisant à des réductions importantes sur le coût des matériaux – ceux-ci étant prépondérants dans le coût total d'une maison. Il en est de même avec les maisons construites par des entrepreneurs ou artisans.

Les projets des architectes correspondent davantage à des demandes spécifiques et à des projets uniques, avec des coûts très variables et qui peuvent diminuer si une part des travaux est réalisée par le particulier. On remarque que **25 % des projets avec architecte se situent dans la moyenne, tout profil confondu, des coûts de construction**¹.

Des niveaux de finition très variables

Seules 35 % des maisons sont vendues totalement terminées. Pour 58 % d'entre elles, elles sont prêtes à décorer et 7 % sont livrées au stade du clos couvert. Cela fait apparaître des différences de prix assez importantes (tab. I.2).

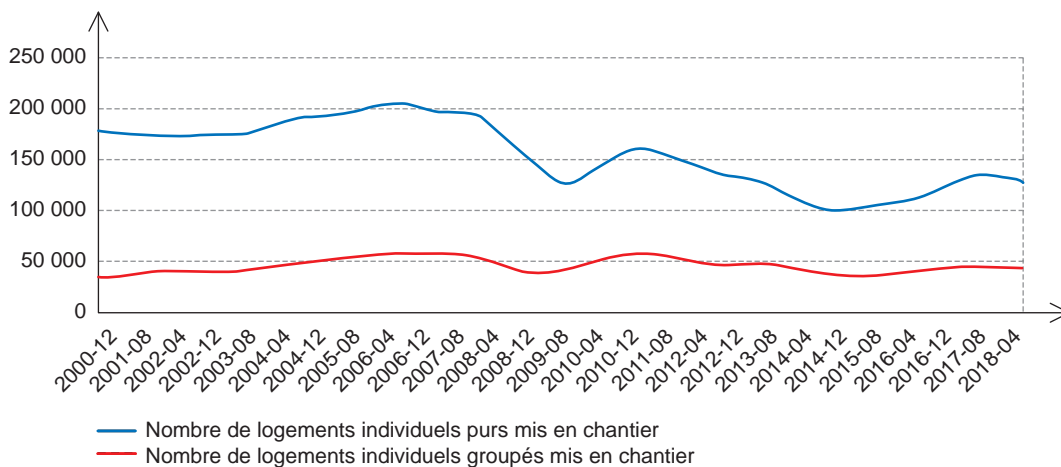


Fig. I.1 Nombre de maisons individuelles mises en chantier de 2000 à 2018 Source : Insee

Tab. I.1 Coût de construction des maisons individuelles selon le type de maître d'œuvre*

Source : SDES, Enquête sur le prix des terrains à bâtir ou EPTB 2017, datalab (CGEDD, octobre 2018)

Maître d'œuvre**	Part des réalisations en 2017 (en %)	Coût de construction (en € TTC / m ² de surface de plancher)				Surface moyenne de plancher (en m ²)
		Moyenne	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^e quartile	
Architecte	5	1 701	1 379	1 648	2 000	144 m ²
Constructeur de maisons individuelles	62	1 395	1 199	1 344	1 533	113 m ²
Entrepreneur ou artisan	9	1 428	1 174	1 372	1 620	122 m ²
Particulier lui-même	21	1 286	1 007	1 250	1 515	129 m ²
Autre cas (maison communale, du curé, etc.)	3	1 465	1 237	1 398	1 624	125 m ²
Tous maîtres d'œuvre	100	1 392	1 172	1 342	1 559	119 m²

* Permis délivrés pour la France en 2017 pour la construction d'une maison individuelle sur un terrain qu'il soit acheté ou non.

** Pour lire le tableau : le prix des maisons coordonnées par un architecte est inférieur à 1 379 euros/m² dans 25 % des cas (1^{er} quartile) et supérieur à 2 000 €/m² dans 25 % des cas. Prix TTC hors frais de notaire et d'agence.**Tab. I.2 Coût des maisons individuelles en fonction de leur degré de finition**

Source : SDES, EPTB 2017

Degré de finition	Part des réalisations en 2017 (en %)	Coût des maisons (en € TTC / m ² de surface de plancher)			
		Moyenne	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^e quartile
Totalement terminé	35	1 473	1 200	1 413	1 678
Prêt à décorer	58	1 360	1 173	1 321	1 507
Clos et couvert	7	1 224	1 018	1 235	1 444
Toutes maisons	100	1 392	1 172	1 342	1 559

La diversité des modalités de construction souligne que **la comparaison du coût d'une maison passive avec une maison conventionnelle (RT 2012) n'a pas de sens**. Il est préférable de parler de surcoût en prenant en compte les coûts supplémentaires que requiert la construction d'une maison passive mais aussi les économies faites sur certains systèmes techniques. Celles-ci apparaîtront aussi lors de l'entretien et du renouvellement des équipements (chaudière par exemple pour les maisons RT 2012) et évidemment lors de l'exploitation pour le chauffage de la maison.

De grandes variations de coût

De grandes variations de coût sont observables autour de ces moyennes **du fait de la technicité, des contraintes de sol, des choix de matériaux, etc.**

La forme, le nombre de niveaux², la présence ou non d'un garage, d'un sous-sol, la qualité du terrain (stabilité, pente), les contraintes urbanistiques (type de toiture, hauteur de faîtage...) vont influencer le coût du clos-couvert indépendamment des choix issus de la volonté de construire en passif.

La maçonnerie (parpaings) coûte aussi moins cher que les constructions en structure et ossature bois, en bloc coffrant

isolant ou encore en béton cellulaire. L'enduit coûte aussi moins cher que le bardage, etc.

Les prix moyens des maisons tendent aussi à augmenter dans les grandes agglomérations et notamment en région parisienne. Ils sont plus faibles en zone rurale (fig. I.2). Ces différences s'expliquent notamment par le coût plus élevé des salaires (artisans et entreprises) et des matériaux en région parisienne et dans les grandes agglomérations.

Les choix énergétiques

21 % des maisons construites en 2017 sont pourvues d'un chauffage « tout électrique » et 12 % d'un chauffage au gaz. Les énergies renouvelables (bois, pompe à chaleur, solaire thermique), seules ou combinées entre elles, ont été choisies dans 34,8 % des projets. En prenant en compte les cas où elles sont associées à un autre mode de chauffage non renouvelable, les énergies renouvelables sont présentes dans plus d'un projet de construction de maison individuelle sur deux (53 %). Cette part ne représentait qu'un tiers des projets en 2012³.

Les maisons chauffées à l'électricité restent légèrement plus accessibles : en moyenne 1 360 €/m², contre 1 413 €/m² pour un chauffage par énergies renouvelables seules ou

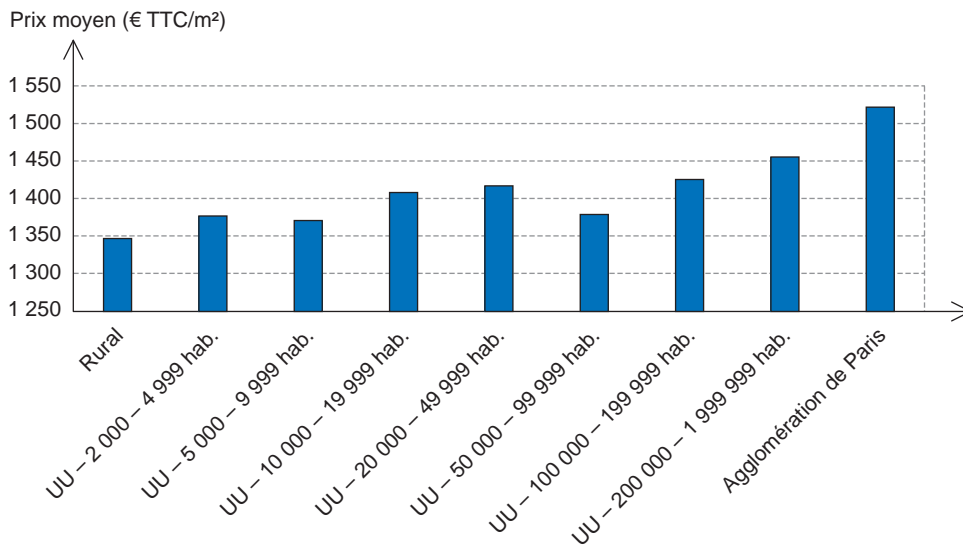


Fig. 1.2 Prix moyen des maisons selon la taille des unités urbaines (UU)

Source : SDES, EPTB 2017

combinées entre elles et 1 398 €/m² pour un chauffage au gaz.

Selon le bureau d'études thermiques ETC de Grand Quevilly (Normandie), la tendance la plus forte du marché est aujourd'hui le développement de la pompe à chaleur électrique air/eau, suivie du poêle à granulés de bois, ce dernier s'étant fortement développé avec la RT 2012 qui a adopté une convention de calcul favorable à ce mode de chauffage.

En 2017, seulement 5 % des maisons individuelles construites ont un label énergétique certifiant une performance énergétique supérieure à celle exigée par la réglementation thermique 2012 (RT 2012) : la part varie de 3 % en Corse à 6 % en Bretagne (maisons passives, à énergie positive, HPE ou THPE - effinergie+). Ces maisons à haute performance énergétique ne représentent aujourd'hui qu'un marché de 6 000 à 7 000 unités, alors qu'elles devraient devenir la norme à compter de 2020 (compte tenu des engagements des pouvoirs publics pour 2020).

LES ENJEUX DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE POUR LES MAISONS INDIVIDUELLES

Le parc de logements en France métropolitaine comprend 28,6 millions de résidences principales dont 16,2 millions de maisons individuelles.

35 % des maisons se situent en zone rurale, 37 % dans des zones urbaines de moins de 100 000 habitants et 28 % dans les zones urbaines de plus de 100 000 habitants (dont Paris)⁴.

La dépense énergétique des ménages vivant en maisons individuelles est de l'ordre de 1 870 €/an, soit une consommation en énergie finale de 20,9 MWh⁵.

Le niveau de consommation varie selon la taille de la maison, les maisons de grande taille ayant une plus grande capacité (§ 9.1.2) et souvent une plus grande surface de vie par habitant (tab. 1.3).

Tab. 1.3 Consommation d'énergie des maisons selon leur superficie

Source : SoeS, enquête Phébus 2013

Surface du logement	Énergie moyenne consommée	
	en MWh énergie finale	en kWh énergie finale par m²
70 m² ou moins	14,25	267
Plus de 70 m² à moins de 100 m²	18,22	209
100 m² à moins de 150 m²	22,42	186
150 m² et plus	30,80	151
Ensemble	20,93	198

Ces ratios moyens doivent aussi être traduits en fonction de la période d'achèvement : les logements issus de la RT 2005 consommant en moyenne 140 kWh/m² contre 200 kWh pour les logements achevés avant 1970 (tous logements confondus, y compris appartements avec

chauffage individuel). En moyenne, le chauffage représente 60 % des besoins et l'eau chaude sanitaire (ECS) 15 %, les 25 % restants étant des usages électriques.

Les diagnostics de performance énergétique (DPE) des logements construits après 2000 confirment ces valeurs⁶. Le DPE moyen de l'ensemble des logements construits après 2000 est de 184 kWh/m² pour les seuls usages du chauffage (123 kWh/m²) et de l'ECS (61 kWh/m²), ce qui représente une consommation d'énergie finale de 106 kWh/m², compte tenu des parts importantes de l'électricité dans l'échantillon analysé (52 % pour le chauffage et 64 % pour l'ECS).

En ajoutant une consommation finale d'électricité de 30 kWh/m², on retrouve presque au kilowatt heure près les 140 kWh/m² de consommation finale d'énergie tous usages confondus. En énergie primaire, la consommation d'énergie des logements des années 2000 / 2010 serait de 274 kWh/m².

Ces données cohérentes montrent le fossé à combler entre les maisons neuves des années 2000 / 2010 et les maisons passives : pour passer au passif, il serait nécessaire de diviser les consommations d'énergie primaire tous usages par 2,3 et les consommations de chauffage par 8.

La RT 2012 a été mise en place progressivement depuis 2014. Nous ne disposons pas encore de retour d'expérience permettant de définir les consommations réelles de ces maisons.

■ LA MAISON INDIVIDUELLE DANS LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE : UN OXYMORE ?

Quel sera le logement de demain ? Vivra-t-on tous dans des appartements qui consomment moins d'espace et d'énergie que les maisons ou bien le mode vie dans les maisons individuelles ou mitoyennes restera-t-il un objectif pour nombre de Français ?

Peut-on aussi concilier ces objectifs en faisant des maisons très économes en énergie et susceptibles de produire aussi plus d'énergie que ne peut en produire un immeuble ? La maison individuelle est-elle compatible avec la transition écologique ?

L'association Négawatt préconise, dans ses scénarios de transition énergétique, de réduire la part des maisons individuelles dans la construction neuve à 20 % (contre 43 % aujourd'hui). L'objectif de l'association Négawatt est aussi de limiter la surface habitable par personne qui est aujourd'hui de l'ordre de 40 m².

La maison individuelle a été évidemment le fleuron de la périurbanisation ; elle a répondu à un besoin d'espace et de verdure que les centres urbains ne pouvaient satisfaire. C'est aussi la cherté du foncier qui a favorisé l'extension urbaine, source de déplacements contraints accrus et génératrice de besoins de services de proximité de moins en moins bien assurés.

Si la maison individuelle isolée au milieu de sa parcelle n'est pas un modèle, ce n'est pas pour autant que la maison individuelle doit disparaître. Elle est aussi le résultat d'une attente personnelle, d'un projet de vie dans un parcours résidentiel, d'un projet familial pour beaucoup de ménages français.

Si la maison individuelle génère une importante consommation d'espace, celle-ci peut être limitée par des parcelles plus réduites (ce que favorise la loi ALUR) et par des plans d'urbanisme judicieux. Le modèle de développement de l'habitat le long des voiries est un modèle beaucoup plus consommateur d'espace que des modèles concentriques, se développant autour d'un pôle local.

La transition énergétique doit d'abord être pensée comme aménagement de l'espace. Dans cet aménagement, la maison passive doit prendre sa place en jouant sur **deux paramètres essentiels** :

- **le bioclimatisme** (orientation optimale, limitation des masques) ;
- **la suppression du recours à toute énergie fossile** (évitant ainsi les émissions de gaz à effet de serre, les impacts négatifs sur la balance commerciale et certaines contraintes géopolitiques très pesantes).

■ UN BESOIN DE CLARIFICATION SUR LE STANDARD PASSIF

Le terme passif n'étant pas déposé et la réglementation thermique étant complexe, il est important de bien comprendre de quoi les uns et les autres parlent.

De nombreux maîtres d'ouvrage ont demandé dans leur cahier des charges un bâtiment passif afin de réduire au maximum leurs coûts de fonctionnement (charges énergétiques notamment), sans préciser ce qu'ils entendaient par bâtiment passif et ils se sont retrouvés avec un bâtiment passif selon la réglementation thermique, ce qui n'était pas du tout ce qu'ils voulaient.

Une maison passive

Une maison passive (ou un bâtiment passif) peut être définie de différentes façons qui se complètent.

La première vient du créateur du concept d'habitat passif, Wolfgang Feist qui, avec le suédois Bo Adamson, définit une maison passive comme :

« un bâtiment dans lequel le bien-être thermique (ISO 7730) est réalisé uniquement par le réchauffement ou le refroidissement de l'air entrant, qui est nécessaire pour que la qualité de l'air soit respectée (DIN 1946), sans qu'une aération supplémentaire soit nécessaire ».

À partir de cette définition qui fait appel à la physique du bâtiment et au seul fluide caloporteur qui serait l'air, La Maison Passive (www.lamaisonpassive.fr) précise :

« C'est le principe selon lequel la chaleur dégagée à l'intérieur de la construction par les êtres vivants et les appareils électriques ajoutée à celle apportée à l'extérieur par l'ensoleillement peut suffire à répondre aux besoins de chauffage du bâtiment qui devient de fait "passif". Un bâtiment occupé qui conserve la chaleur interne n'a pas besoin d'équipement de chauffage pour rester agréable à vivre. Dans un bâtiment traditionnel, le chauffage (équipement "actif") sert à compenser les pertes de chaleur. »

Ajoutons la définition de la Fédération française de la construction passive (FFCP) qui met en avant la dimension de la qualité du projet, qualité de la construction, de la conception à la réalisation :

« Un bâtiment passif est un bâtiment qui, par ses seules qualités constructives, la rigueur et l'optimisation de sa conception et de sa réalisation, l'adaptation de l'ouvrage aux besoins physiologiques de l'occupant, assure sa propre régulation thermique et climatique sans nécessiter l'installation d'un équipement de chauffage traditionnel »¹.

Cette qualité de la construction est la condition *sine qua non* pour qu'un bâtiment soit passif, avec deux points stratégiques qui assurent la performance de la maison passive : un système de ventilation – renouvellement d'air optimal et une étanchéité à l'air parfaite.

Une maison passive et à énergie positive

La maison passive peut aussi disposer d'une production d'énergie électrique (photovoltaïque ou éolienne) qui fait que son bilan énergétique en énergie finale est neutre, voire positif, dans le sens qu'elle peut produire plus d'énergie qu'elle

n'en consomme. On rejoint alors le concept de bâtiment à énergie positive (c'est-à-dire qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme). Mais la maison est avant tout passive.

Une maison passive et autonome

La production et la consommation d'énergie d'une maison ne se font pas toujours dans les mêmes moments, entraînant des périodes de surproduction comme des périodes de production ne couvrant pas la consommation. Pour faire face à ces déséquilibres, des capacités de stockage de l'électricité sont nécessaires à travers différentes technologies (batteries, y compris batteries des véhicules électriques), lesquelles permettent de rendre la maison autonome. Celle-ci peut même ne plus être raccordée au réseau électrique.

Cette autonomie peut aussi être pensée à l'échelle d'un ensemble de bâtiments dans lesquels les activités de jour et de nuit peuvent créer une demande d'énergie qui épouse mieux la production.

Mais là encore la caractéristique première de ces bâtiments est d'être passifs (c'est-à-dire avec des consommations mesurées avec un moteur de calcul spécifique, le plus répandu dans le monde étant le PHPP).

LES BÂTIMENTS DITS « PASSIFS » AU REGARD DE LA RT 2012

Les bâtiments dits « passifs » au regard de la RT 2012 (dont les estimations ont été effectuées avec le moteur de calcul de la RT 2012) **ne sont pas pris en compte dans ce livre.**

En effet certains bâtiments sont parfois qualifiés à tort de passifs parce que leur consommation estimée avec les moteurs de calcul réglementaires de la RT 2005 ou de la RT 2012 atteint de faibles niveaux. Ces moteurs de calcul n'étant absolument pas fiables (aboutissant parfois à des consommations négatives...), ces bâtiments dont les consommations sont estimées avec les moteurs de calcul réglementaires ne sont pas considérés comme passifs dans cet ouvrage.

Si toutes les maisons présentées dans ce livre ne sont pas certifiées passives, leurs performances énergétiques sont obligatoirement mesurées avec un moteur de calcul spécifique (le PHPP le plus souvent) et leurs consommations d'énergie finale (consommations réelles, factures à l'appui) prouvent qu'elles sont passives.

NOTES

1 Source : datalab, oct. 2018.

2 Dans l'Aube, une maison d'un étage a un écart de coût de construction, toutes choses égales par ailleurs, de 150 €/m² avec une maison de plain-pied. Source : Maison Babeau Seguin, www.lebonconstructeur.com
Évidemment la maison à un étage aura deux avantages : la plus faible emprise au sol et la plus grande compacité. La compacité d'une maison d'un étage est supérieure de 23 à 30 % à celle d'une maison de plain-pied.

3 Source : Datalab, oct. 2018.

4 Source : Insee, chiffres 2017.

5 Source : SOeS, enquête Phébus 2013. L'enquête exprime les consommations en tonne équivalent pétrole (tep). En énergie finale 1 tep = 11 630 kWh. Les chiffres indiqués dans ce paragraphe sont en énergie finale (facture). Ces données proviennent d'enquêtes sur les logements disposant d'un chauffage individuel, ce qui correspond à 98 % des maisons individuelles.

Sources : Commissariat général au développement durable, chiffres & statistiques, n° 645, juin 2015, Consommation énergétique des ménages en 2012.

6 Source : enquête Phébus.

7 J.-C. Tremsal et J.-L. Bertez, *Habitat durable*, Éd. Alternatives, 2017.

PARTIE I

Définitions et contexte

§ 2.1.1		Région/lieu Île-de-France Bessancourt 2009	Système constructif Ossature bois	Spécificités 1 ^{re} maison certifiée passive d'Île-de-France	Équipe de maîtrise d'œuvre Agence Karawitz
§ 2.1.3		Bretagne Saint-Grégoire 2015	Ossature bois	Une maison à énergie positive Label Bâtiment Passif Plus	Quinze Architecture et Hinoki
§ 2.1.4		Bretagne Montgermont 2017	Réhabilitation (ITE + ITI) d'un bâtiment en parpaings avec extension en ossature bois (et joint creux en verre entre les deux structures)	Label Bâtiment Passif EnerPHit	Quinze Architecture et Hinoki
§ 2.3.2		Suisse Meyriez 2013	Ossature bois + béton (mur sur rue) Démolition- reconstruction	Label Minergie-P	Lutz Architectes

§ 2.3.2



Région/lieu
Suisse
Montilier
2014

Système constructif
Ossature bois

Spécificités
Label Minergie-P

Équipe de
maîtrise d'œuvre
Lutz Architectes

§ 2.3.2



Suisse
Villars-sur-Glâne
2010

Réhabilitation
(ossature bois +
isolant et bardage
sur maçonnerie
existante) et
extension en
ossature bois

Label Minergie-P

Lutz Architectes

§ 2.6.1



Bretagne
Brech
2010

Briques
de terre cuite

Labels Bâtiment
Passif, Minergie-P
et BBC-effinergie

Passivé
et Energelio

§ 2.6.2



Alsace
Gries
2013

Ossature bois

Labels Bâtiment
Passif, Minergie-P
et BBC-effinergie

Agence KMO

PARTIE II

Les atouts des maisons passives

Nous abordons dans cette deuxième partie les différentes motivations qui animent ceux qui souhaitent une maison passive :

- **Une maison confortable** (chap. 3)
Rentrer dans une maison passive est une expérience : une absence totale de courant d'air, de sensation de passage du chaud au froid (fréquente dans les logements traditionnels), ainsi qu'une température constante où que l'on se situe dans la maison. Le confort est la première caractéristique d'une maison passive.
- **Une maison saine**, avec un taux d'humidité satisfaisant et une étanchéité à l'air évitant les risques de condensation et de moisissures (chap. 4)
La qualité de l'air est la deuxième caractéristique des maisons passives : dans les maisons traditionnelles, l'air venant de l'extérieur n'est pas filtré et la qualité de la ventilation intérieure est souvent défectueuse, ce qui n'est pas le cas dans les maisons passives où la ventilation est le cœur de l'installation et a été calculée de façon optimale.
- **Une maison performante sur le plan énergétique** et donc presque sans charges, notamment pour le chauffage et la climatisation (chap. 5)
La maison passive est évidemment connue pour ses performances thermiques et la réduction de la dépense énergétique qui en découle, d'où l'impossibilité d'une quelconque précarité énergétique et un reste-à-vivre amélioré pour les ménages.
- **Une maison écologique et respectueuse de l'environnement** (chap. 6)
C'est aussi la réduction de l'empreinte environnementale qui caractérise ces maisons.
Les comportements des habitants sont souvent indissociables du choix du passif, avec des choix d'équipements performants et de produits non polluants.
- Enfin **une maison passive permet d'éradiquer toutes les énergies fossiles.**

§ 3.4



Région/lieu
**Auvergne-
Rhône-Alpes**
La Chapelle-
en-Vercors
2017

Système constructif
Ossature bois

Spécificités
Résidence
secondaire
en altitude

Équipe de
maîtrise d'œuvre
Muriel Mazard
et
Effi Conception

§ 5.4



**Auvergne-
Rhône-Alpes**
Alixan
2014

Extension /
réhabilitation
en paille

Autoconstruction

Hélène Palisson
d'Arketype Studio
Architectes) /
Franck Janin

§ 5.5



PACA
Meyreuil
2011

Ossature bois

Maison à énergie
positive avec
montage financier
spécifique

QuadArchi/
Pierre Hennebert

§ 5.6



Hauts-de-France
Tourmignies
2014

Ossature bois

Extension passive
prévue dès sa
conception initiale

Vincent Delsinne/
Energelio

§ 6.3



Alsace
Schwindratzheim
2015

Ossature bois

ENR & Énergie
positive

Stéphane Rohmer
(mez'O) et
Philippe Legrand
(Passiv'Home)

PARTIE III

De la conception à la vie dans les maisons passives

Nous abordons dans cette troisième partie les différentes étapes qui conduisent à un bâtiment passif et à la vie dans une maison passive : depuis les prescriptions urbanistiques des collectivités, à la motivation des maîtres d'ouvrage (recherche d'un terrain ou d'une maison), puis à la co-conception, la co-construction ou la réhabilitation.

Construire ou réhabiliter en passif nécessite :

- une démarche de co-conception et de co-construction qui implique les différents acteurs concernés (chap. 7) ;
- de s'adapter aux contraintes (terrain, ABF, PLU) (chap. 8) ;
- de connaître et choisir les systèmes constructifs, les techniques et les produits du passif (chap. 9).

		Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
§ 7.1.2		Île-de-France Chanteloup-en-Brie 2015	Briques et bois	Lotissement en ZAC par un aménageur	AW ² et Pouget consultants (EpaMarne)
§ 7.2.1		Grand Est Bar-le-Duc 2013	Béton	Un maître d'ouvrage convaincu et une maison sur un terrain contraint	Alain Eiselé Architecte et Effimaît

	Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
§ 7.2.2	 <p>Pays de la Loire Saint-Sébastien-sur-Loire 2017</p>	Ossature bois (CLT)	Un maître d'ouvrage qui avait vu des maisons passives en Allemagne et en Autriche et qui voulait une maison passive	John Debaize, Tektolab
§ 7.3.2	 <p>Alsace Bas-Rhin 2017</p>	Ossature bois	Un maître d'œuvre qui se consacre exclusivement au passif avec un exemple de maison avec un mur-rideau	Vincent Kempf, Agence KMO
§ 7.6.1	 <p>Grand Est Plainfaing, 2018</p>	Ossature bois	Une maison multifamiliale (4 logements) construite par un bailleur social qui a fait le choix du passif	Antoine Pagnoux, ASP architecture (pour Le Toit Vosgien) et Terranergie
§ 7.8	 <p>Hauts-de-France Templeuve-en-Pévèle 2015</p>	Ossature bois	Une maison contemporaine dans un quartier de maisons traditionnelles	Vincent Delsinne, Energelio
§ 8.1.1	 <p>Pays de la Loire Mortagne-sur-Sèvre 2017</p>	Ossature bois	Une maison contemporaine sur un terrain avec un fort dénivelé	Marie Chappat, INSO

§ 8.1.2



Région/lieu
Hauts-de-France
Mérignies
2014

Système constructif
Ossature bois
sur pieux car
nappe phréatique
affleurante

Spécificités
Une maison
contemporaine
de plain-pied qui
cherche le soleil

Équipe de
maîtrise d'œuvre
Vincent Delsinne,
Energelio

§ 8.1.3



Île-de-France
Chessy
2017

Blocs-coffrants PSE
(Euromac2)

Une maison dont
la vue est au
nord et avec des
masques solaires
importants au sud

No Man's Land
architecture

§ 8.2.1



Île-de-France
Méréville
2014

Ossature bois

Une maison
contemporaine
en zone inondable
et secteur
sauvegardé

Quinze
Architecture
et Hinoki

§ 8.2.2



Île-de-France
Bréançon
2016

Ossature bois

Une maison à la
fois traditionnelle
et contemporaine
dans un parc
naturel régional
et à côté d'un
monument classé

Atelier 970 et
Les Aïrelles

§ 8.3.2



Île-de-France
Marly-le-Roi
2015

Ossature bois

Une maison
contemporaine
dans une parcelle
très contrainte

Agence Karawitz

§ 9.1.1



Région/lieu
Alsace
Dettwiller
2013

Système constructif
Ossature bois

Spécificités
Une architecture
locale
traditionnelle

Équipe de
maîtrise d'œuvre
Stéphane
Rohmer,
Agence mez'O

§ 9.1.1



Alsace
Hochfelden
2014

Ossature bois

Une maison
contemporaine
sur pilotis dans un
lotissement

Vincent Kempf,
Agence KMO

§ 9.1.2



Bretagne
Chateaugiron
2017

Béton cellulaire

Une architecture
contemporaine
dans un
lotissement dense

Quinze
Architecture
et Hinoki

§ 9.1.3



Bretagne
Golfe du Morbihan
2014

Pierre ponce

Une maison avec
des contraintes
régionales fortes

Passivéo

§ 9.1.3



Bretagne
Sainte-Anne-
d'Auray
2010

Pierre ponce

Une architecture
traditionnelle
bretonne dans
un lotissement

Passivéo

8 La gestion des contraintes de terrain, des ABF et du PLU

8.1 LE PASSIF FACE AUX CONTRAINTES DE TERRAIN

Les exemples de maisons présentées montrent que les maisons passives peuvent s'adapter aux différentes contraintes de terrain, y compris, dans une certaine mesure, l'orientation et les masques solaires (cf. maison de Chessy présentée au § 8.1.3), ces deux contraintes étant cependant les plus importantes, certains maîtres d'ouvrage des maisons présentées ayant mis plus de deux ans à trouver un terrain adapté à une construction passive.

« Un obstacle important est le choix d'un terrain bien orienté au sud, une orientation de moindre qualité entraînant des coûts supplémentaires de construction. Mais ces terrains peuvent avoir à leur tour des impacts non négligeables sur le budget (nappe phréatique affleurante, accès difficile aux réseaux) qui vont ensuite contraindre le projet de construction. » (Vincent Delsinne, architecte)

Les autres contraintes peuvent être :

- **géographiques** : pente du terrain par exemple, comme pour les maisons de Bar-le-Duc (§ 7.2.1), Meyreuil (§ 5.5) et Mortagne-sur-Sèvre (§ 8.1.1) ;
- **géologiques** :
 - nature du sol,
 - en zone inondable : la maison de Méréville (§ 8.2.1) est située dans une cuvette dans le lit d'une rivière, ce qui a nécessité des fondations spéciales sur une trentaine de micro-pieux en béton,
 - affleurement de la nappe phréatique comme pour la maison de Mérignies (§ 8.1.2) ;
- **urbanistiques** : masques solaires dus à la densité ; par exemple à Hochfelden pour la maison située dans un lotissement dense dans lequel il est difficile de se soustraire aux ombres portées des maisons voisines (§ 9.1.1) ;
- **dues à la taille et à la forme de la parcelle** (notamment suite à la parcellisation rendue possible par la Loi ALUR), la forme et surtout l'accès à la parcelle (notamment pour les camions ou bétonneuses) pouvant rendre rédhitoires certains systèmes constructifs comme pour la maison d'Andréy **MI II** dont la parcelle est en drapeau avec l'implantation d'une maison existante en limite de parcelle, le

long de la hampe (chemin d'accès), ce qui a incité au choix d'une ossature bois préfabriquée pour réduire la durée du chantier et a obligé à utiliser des matériels de chantier supplémentaires pour décharger les camions contraints de rester sur la rue ;

- **paysagères** avec un masque végétal actuel ou potentiel important : cas de certaines parcelles du lotissement de Laillé **MI 08** par exemple ou de la maison de Méréville (§ 8.2.1).

REMARQUE SUR LA TAILLE DES PARCELLES

Dans notre échantillon de 50 opérations (certaines opérations comportant 35 maisons comme à Chanteloup-en-Brie (§ 7.1.2)), la taille des parcelles varie de **300 m²** (Marly-le-Roi (§ 8.3.2) et 319 m² à Chateaugiron, § 9.1.2) à **4 000 m²** (à Méréville (§ 8.2.1) en zone inondable).

8.1.1 Une maison certifiée passive sur un terrain à fort dénivelé

Localisation : Mortagne-sur-Sèvre (Vendée, 85)

Maître d'ouvrage : privé

Année de livraison : 2017

Architecte ou maître d'œuvre : INSO, Marie Chappat, Cholet (49)

Physique et thermique du bâtiment : Axénergie



Photo 8.2 Les pièces de vie donnent sur une terrasse en R+1 orientée au sud et bénéficiant de la vue

Crédit photo : Agence INSO

Structure OSB : Thierry Barré, menuisier

Surface habitable : 130 m²

Surface du terrain : 500 m²

Distinction : label Bâtiment Passif en 2017 (n° ID 5579)

Performance énergétique (méthode de calcul PHPP) :

Besoin de chaleur pour le chauffage : 14 kWhep/(m².an)

Puissance de chauffe : 15 W/m²

Consommation d'énergie primaire (tous usages) :
113 kWhep/(m².an)

Étanchéité à l'air : n50 = 0,58 vol/h

En juillet 2017, Marie Chappat¹ a livré une maison passive de 140 m² à Mortagne-sur-Sèvre, petite commune située à 15 km de Cholet.

Le passif était une exigence d'un couple vendéen qui voyait dans cette conception les économies d'énergie mais celle-ci correspondait aussi à leur « esprit écolo ». Ce couple souhaitait une maison passive mais aussi de qualité, d'où la recherche d'un architecte pouvant traduire leurs idées sur le terrain.

La maison se situe sur un coteau exposé au sud avec une très belle vue mais aussi un fort dénivelé. La maison borde la rue au nord et sa façade nord est très sobre et peu ouverte afin de préserver l'intimité. De larges baies vitrées au sud donnent sur une terrasse au premier étage et sur le jardin en rez-de-chaussée.

La hauteur de la maison s'est retrouvée limitée par le règlement de PLU pour permettre aux voisins plus au nord de profiter aussi de la vue, d'où le choix d'un toit-terrasse. Il était d'autre part interdit de remblayer le terrain pour avoir une parcelle plane.

L'architecte a élaboré le projet en partant d'une conception bioclimatique : « Il faut réfléchir à l'orientation des pièces. Capter le soleil, tout en se protégeant. Les pièces de vie sont favorisées et situées en R+1 (pour la vue et l'accès depuis la



Photo 8.2 Les pièces de vie donnent sur une terrasse en R+1 orientée au sud et bénéficiant de la vue

Crédit photo : Agence INSO

rue) alors que la partie nuit est en rez-de-jardin ». Elle a ensuite accompagné les propriétaires jusqu'au dépôt du permis de construire puis a passé la main à l'entreprise mettant en œuvre la structure bois.

La maison est en ossature bois en toiture et en façades posée sur une dalle de béton isolée.

Tab. 8.1 Principales caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment selon le PHPP

Source : Agence INSO

Composants de l'enveloppe	Caractéristiques de l'enveloppe	Valeur U (W/(m ² .K))
Façades	Panneaux de plâtre, $\lambda = 0,25$, 13 mm ; vide d'air ; Laine minérale, $\lambda = 0,04$, 100 mm en doublage intérieur Ossature bois, $\lambda = 0,130$, 12 mm ; laine de verre, $\lambda = 0,032$, 145 mm entre ossature ; polystyrène (STO), $\lambda = 0,032$, 60 mm ; enduit	0,110
Plancher bas	Sol sur terre-plein : Dalle de béton ; mousse de polyuréthane $\lambda = 0,022$, 100 mm ; chape de béton Planchers donnant sur l'extérieur : 320 mm de laine de verre entre la structure et le plancher bois	0,204
Toiture	Panneaux plâtre, vide d'air Laine minérale, $\lambda = 0,04$, 280 mm Ossature bois, $\lambda = 0,13$, 18 mm Laine minérale, $\lambda = 0,037$, 100 mm	0,109
Menuiseries	Doubles vitrages avec argon (MC France) ; facteur solaire $g = 61$ % ; volets roulants	$U_g = 1,14$ $U_w = 1,48$
Porte d'entrée	Internorm	$U_d = 0,64$

La ventilation double flux Zehnder Paul Novus 300 assure le préchauffage de l'air (rendement 89 %) et est complétée par des batteries chaudes électriques. Un sèche-serviettes a aussi été installé dans la salle de bains.

Un ballon thermodynamique fournit l'ECS.

Remerciements et sources

Marie Chappat, architecte, agence INSO, www.inso.pro.



Photo 8.3 Entrée de la maison au nord, au premier étage

Crédit photo : VDW PROD

8.1.2 Une maison moderne de plain-pied qui cherche le soleil



Photo 8.4 Un positionnement sur la parcelle et une forme de maison en recherche du sud

Crédit photo : J. Lanoo

Localisation : Mérignies (Nord, 59)

Maître d'ouvrage : privé

Années de construction et de livraison : 2014

Architecte ou maître d'œuvre : Vincent Delsinne Architecte

Physique et thermique du bâtiment : Energelio

Entreprises du bâtiment : Bâti Bois Concept

Surface habitable : 131 m²

Surface PHPP : 130,4 m²

Surface du terrain : 1 927 m²

Coût de construction : 334 000 € TTC (hors VRD)

Coût/m² : 2 125 € HT/m² (hors VRD)

Distinction : label Bâtiment Passif (n°ID 4603)

Performance énergétique (méthode de calcul PHPP) :

Besoin de chaleur pour le chauffage : 12 kWh/(m².an)

Puissance de chauffe : 12 W/m²

Consommation d'énergie primaire (tous usages) :
90 kWhep/(m².an)

Étanchéité à l'air : n50 = 0,24 vol/h

Contexte et origine du projet

« Notre précédente maison, nous l'avions fait construire dans un style traditionnel ; mais on trouvait qu'à l'étage, il ne faisait pas chaud... Et puis, on a vu à la télévision, dans la Maison France 5, un reportage sur les maisons passives, avec un architecte lillois, Vincent Delsinne. Un an après, on

l'a contacté. » (le maître d'ouvrage). Cette collaboration a permis au maître d'ouvrage de faire construire une maison passive assez futuriste, à ossature bois et recouverte d'un bardage bois (photo 8.4).

Projet architectural

Cette maison de plain-pied est constituée d'une ossature en bois posée sur des pieux métalliques afin de se détacher du sol et de la nappe phréatique affleurante (photo 8.5).



**Photo 8.5
Maison
sur pieux
métalliques**

Crédit photo :
Atelier Delsinne

Une terrasse en bois fait le tour de la maison afin de créer une transition entre le niveau haut du plancher de la maison et le terrain naturel. Cette terrasse accueille l'entrée sous un auvent, un large espace en continuité du séjour et une circulation devant les chambres.

La spécificité de cette maison, outre son positionnement sur la parcelle, est son volume (ni un cube ni un parallélépipède) et une grande baie vitrée non seulement au sud mais également à l'ouest (photo 8.4). L'entrée située au nord (photo 8.6) donne accès à un hall qui amène directement sur le séjour. Le plan (fig. 8.1) est divisé en deux parties. Une longue partie le long de la façade nord contient les espaces de services (hall d'entrée, WC, local technique, buanderie, salle de bains) alors que les espaces de vie (cuisine, séjour et les deux chambres) s'ouvrent largement sur les façades sud et ouest pour un apport de lumière naturelle important et privilégiant la vue sur le jardin.

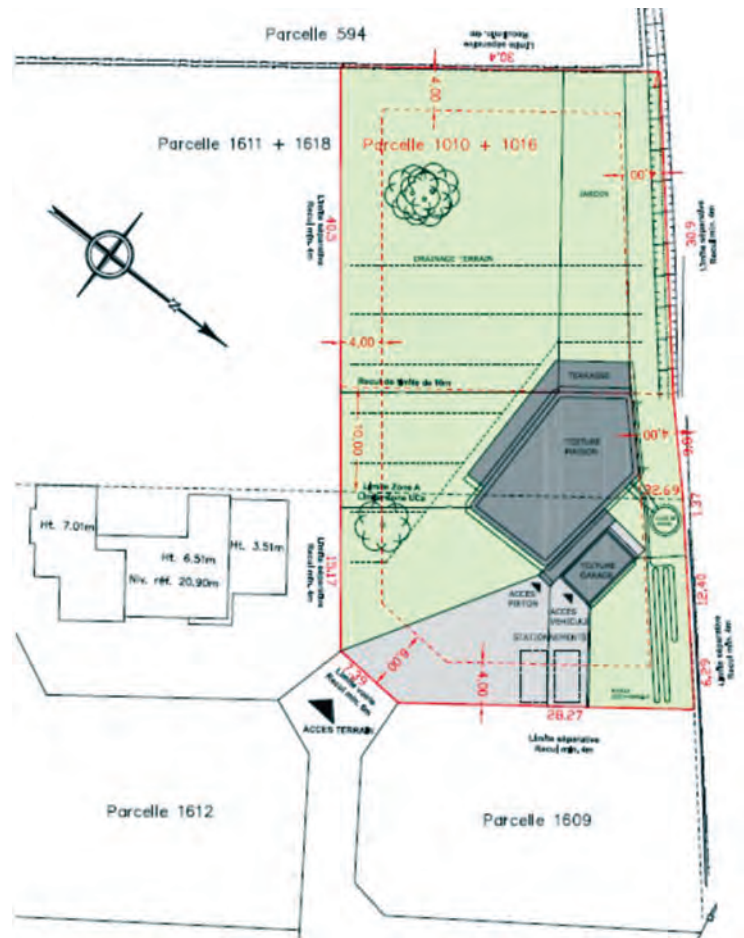


Fig. 8.1 Positionnement de la maison sur la parcelle : la recherche d'une orientation au sud
Source : Energelio



Photo 8.6 Entrée de la maison au nord Crédit photo : J. Lanoo



Photo 8.7 Pose de l'ossature bois
Crédit photo : A. Moreel

Caractéristiques de l'enveloppe

L'isolant principal, la ouate de cellulose, est insufflé dans les parois extérieures (murs, toiture et plancher, photo 8.7). Toutes les menuiseries extérieures sont en bois-aluminium avec du triple vitrage (photo 8.8). Des stores extérieurs, automatisés grâce à des capteurs sensibles à l'ensoleillement et à la température intérieure, permettent d'assurer le confort d'été.

Tab. 8.2 Principales caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment selon le PHPP

Source : Energelio

Composants de l'enveloppe	Caractéristiques de l'enveloppe	Valeur U (W/(m².K))
Façades	Ossature bois préfabriquée : plaque de plâtre 13 mm / panneau de fibre de bois 50 mm dans le vide technique / OSB 15 mm / poutre en I de 300 mm + ouate de cellulose 300 mm / panneau de fibre de bois 60 mm	0,102
Plancher bas	Ossature bois préfabriquée : carrelage / chape ciment / OSB 15 mm / poutre en I de 360 mm + ouate de cellulose 360 mm / OSB 15 mm	0,110
Toiture	Ossature bois préfabriquée : plaque de plâtre 13 mm / vide technique / poutres en I 360 mm + ouate de cellulose 360 mm / OSB 22 mm / PU 80 mm	0,082
Menuiseries	Menuiseries bois/alu triple vitrage Alphawin et fenêtres aux connexions certifiées ; facteur solaire g = 62 %	$U_w = 0,78$
Porte d'entrée	Porte vitrée Alu2Holz	$U_d = 1$



Photo 8.8 De grandes baies vitrées en triple vitrage bois-aluminium pour le confort visuel et la vue sur la nature
Crédit photo : A. Moreel

Systèmes techniques

Ventilation : ventilation double flux Zehnder Comfo Air 200 (fig. 8.2) certifiée Passivhaus (débit : 140 m³/h, consommation 0,42 Wh/m³, rendement : 92 %).

Chauffage d'appoint : batterie électrique en sortie de la VMC, un radiateur à eau dans le séjour de 1 650 W et un sèche-serviettes de 500 W.

ECS : pompe à chaleur à haute température Vitocal 222-S AWT-AC 221.A04 de Viessmann. Puissance calorifique nominale de 4,5 kW, ballon intégré de 170 l. Un second ballon tampon de 200 l a été installé sur le circuit.

Autres caractéristiques

Un mur de briques en terre crue recouvert d'un enduit en terre se trouve dans le séjour. Il participe à l'amélioration de l'inertie du bâtiment.

Grâce à ce mur intérieur en terre, la maison « est continuellement à 20 ou 21 °C. » L'été, les stores microperforés laissent passer la lumière mais renvoient la chaleur : « même pendant la canicule, on est monté à 26 °C, alors que nos voisins étaient à 35 °C », souligne le propriétaire.

Enfin une cuve de 10 m³ permet de récupérer l'eau de pluie pour les toilettes et la machine à laver.



Fig. 8.2 Le positionnement de la VMC double flux
Source : Energelio

Performances énergétiques réelles

Selon les propriétaires, « on est à moins de 100 € de facture de chauffage annuellement », soit environ 5 kWh/(m².an) d'énergie finale.

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

L'exemple de la maison de Mérignies souligne l'importance que peuvent avoir les médias sur la diffusion du standard passif dans un pays comme la France où la réglementation thermique (RT) des bâtiments est une somme de conventions et de calculs conventionnels tout à fait incompréhensibles pour le grand public.

« Le retour d'expérience des habitants sur leur facture énergétique montre notamment que la construction passive fait ses preuves : 100 €/an. Cette consommation est encore plus faible que celle calculée par le PHPP. Cet exemple, parmi tant d'autres, montre que la méthode de calcul PHPP est très fiable. En outre, cette faible consommation ne se fait pas au détriment du confort des occupants, c'est d'ailleurs le contraire ! »
(Clément Castel)

Remerciements et sources

Vincent Delsinne, Atelier d'Architecture Delsinne, www.delsinnearchitecte.fr.

Alexandre Pécourt et **Clément Castel**, Energelio, Lille, www.energelio.fr.

Alexandre Moreel, Bâti Bois Concept, www.bati-bois-concept.com.

8.1.3 Une maison avec vue au nord et masques solaires au sud

Localisation : Chessy, secteur Val d'Europe (Seine-et-Marne, 77)

Maître d'ouvrage : privé

Année de construction : 2016-2017

Maître d'œuvre : No Man's Land architecture

Physique et thermique du bâtiment : HELIASOL

Surface habitable (et de référence PHPP) : 146,60 m²

Coût total de construction : 489 600 € HT (VRD compris)

Coût par m² habitable : 2 270 € HT

Distinction : label Bâtiment Passif (dossier en cours)

Performance énergétique (calcul avec le PHPP) :

Besoin de chaleur pour le chauffage : 14 kWh/(m².an)

Puissance de chauffe : 11 W/m²

Consommation d'énergie primaire (tous usages) : 93 kWh_{ep}/(m².an)

Étanchéité à l'air : n50 = 0,33 vol/h

Le terrain est en pente, orienté au nord face à la vallée de la Marne et au sud face à un espace boisé protégé appartenant à la commune. La vue nord est donc large et dégagée et donne sur la rue en contrebas. La vue sud est protégée des vues et abondamment arborée. Les vues sud, est, et ouest comportent des arbres de hautes tiges très denses sur tous les terrains voisins.

De plus, le PLU de Chessy à la date du permis de construire imposait un recul de 10 m par rapport à la rue, ce qui a contraint à rapprocher le bâtiment des masques solaires, les rendant encore plus contraignants.

Au nord, des ouvertures ont été créées pour bénéficier de la vue sur le vallon, y compris dans l'escalier. Afin de contrebalancer ces faibles apports solaires et de permettre une grande ouverture sur l'extérieur, la performance de l'enveloppe a été augmentée grâce à des menuiseries très performantes et à une VMC double flux possédant un excellent rendement.

La déclivité du terrain permet un rez-de-chaussée sur jardin au sud et un accès direct au garage au nord, sur la rue.

Un sous-sol total (hors volume chauffé) comporte trois places de parking, une buanderie et un local technique. Pour accéder à la buanderie et limiter les déperditions, un sas d'entrée largement éclairé naturellement a été créé avec un escalier vers le sous-sol. Ce sas est hors du volume chauffé. L'environnement de la maison étant particulièrement agréable, chaque pièce a été conçue avec une double orientation, permettant ainsi à la fois de faire pénétrer le soleil plus largement dans la journée et une sur-ventilation nocturne naturelle. Les chambres possèdent des portes-fenêtres de grandes dimensions. Deux chambres donnent sur une grande terrasse située au-dessus de la cuisine (photo 8.10).



Photo 8.9 Une maison pour laquelle les contraintes (masques solaires et PLU) ont conduit au renforcement de l'isolation de l'enveloppe

Crédit photo : No Man's Land architecture

Les caractéristiques thermiques de l'enveloppe

Le sous-sol n'est pas isolé et a été construit en parpaing à bancher de 25 cm d'épaisseur. L'enveloppe du volume chauffé a été réalisée en blocs-coffrants en polystyrène (Euromac 2).

Les pièces de vie du rez-de-chaussée devaient être un volume dégagé sans poteau ni mur. Le sous-sol comportait trois places de parking, ce qui apportait une contrainte structurelle supplémentaire. Les planchers ont donc été réalisés avec des dalles alvéolaires de 8,5 m de portée.

La terrasse et le toit ont été isolés par deux couches de polyuréthane (22 cm) et revêtus d'une étanchéité autoprotégée.

Les fenêtres, de grandes dimensions, sont en bois et aluminium en triple vitrage à ouvrants cachés (Smartwin des Menuiseries André). Les vitrages possèdent également des verres anti-effraction qui évitent la pose de volets. Une baie vitrée de 5 mètres de large comportant un grand ouvrant coulissant a été posée dans le séjour.

Des coffres isolés de BSO extérieurs ont été prévus en attente dans l'épaisseur de l'isolant pour permettre l'ajout de brise-soleil orientables en cas de nécessité.

Tab. 8.3 Principales caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment selon le PHPP

Source : HELIASOL

Composants de l'enveloppe	Caractéristiques de l'enveloppe	Coefficient U (W/(m².K))
Murs	Blocs coffrants en polystyrène Euromac 2	0,112
Plancher bas	Dalles alvéolaires en béton précontraint, 2 couches de polyuréthane (200 mm), chape	0,111
Toiture	Dalles alvéolaires en béton précontraint, isolées avec 2 couches de polyuréthane	0,101
Fenêtres	Menuiseries en bois-aluminium en triple vitrage	$U_g = 0,58$ à $0,64$ $U_w = 0,76$ à $0,80$
Porte d'entrée	Porte bois aluminium triple vitrage	$U_d = 0,81$

Les systèmes techniques

La VMC double flux Paul (modèle Novus 300) est implantée dans le local technique au sous-sol complétée d'un réseau de gaines cylindriques souples comfotube de 90 mm. Des bouches à effet Coanda ont été posées en entrée des pièces pour limiter les gaines et les faux plafonds, principalement dans les circulations.



Photo 8.10 Deux chambres donnent sur une grande terrasse au-dessus de la cuisine

Crédit photo : No Man's Land architecture

Le chauffage d'appoint est assuré par un poêle à bois étanche avec arrivée d'air (Attika/Rais) et un radiateur sèche-serviettes dans les salles de bains.

L'ECS est fournie par un ballon thermodynamique posé dans le local technique de la cave et raccordé sur l'extérieur. Cette installation est provisoire et des attentes ont été posées dans les gaines pour raccorder directement des panneaux solaires thermiques (dont la pose est prévue sur le toit). De même, il est prévu d'installer ultérieurement un système de récupération d'eaux pluviales pour alimenter les WC, le lave-linge et l'arrosage. Toutes ces attentes ont été prévues pour éviter d'avoir à intervenir sur l'enveloppe ou le bâti existant.

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

La présence de masques importants ou des ouvertures au nord ne sont pas réhabilitaires en passif mais impliquent des compensations dans le bilan thermique.

Remerciements et sources

Laurence Bonnevie, No Man's land architecture, 19 rue de la Santé, 94120 Fontenay-sous-Bois.

8.2 LES EXIGENCES DES ABF


Certains territoires (secteurs sauvegardés, parcs naturels, proximité d'un monument classé...) sont soumis à l'avis et donc aux exigences des Architectes des bâtiments de France (ABF), lesquels **ont pour objectif de préserver le patrimoine bâti et paysager**. Ils sont donc dans le traditionnel alors que les élus au niveau national ont opté pour la transition écologique et énergétique, transition à laquelle contribuent activement les bâtiments passifs.

Recenser ces exigences des ABF concernant le bâtiment lui-même (hors aménagement autour du bâtiment), par ailleurs poussées à des degrés très variables selon les ABF, peut **les aider à intégrer la transition énergétique dans leurs préoccupations et faciliter le dialogue et la discussion des différents acteurs** (architectes et maîtres d'ouvrage mais aussi collectivités et aménageurs) souhaitant construire et réhabiliter en passif.

Les exigences des ABF recensées dans notre enquête portent sur :

- **l'obligation d'une architecture traditionnelle locale : desin, volumétrie** (refus des formes cubiques par exemple, y compris pour les garages et préaux) et couleur (toit à deux pentes recouvert d'ardoises par exemple).

Cette exigence amène souvent au refus des grandes baies vitrées au sud, des panneaux solaires ou photovoltaïques en toiture et de l'isolation thermique par l'extérieur, laquelle « n'est pas en cohérence avec le bâti ancien car elle masque ses modénatures, diminue le débord du toit, supprime ou accentue l'effet de socle, enfonce les baies. »

Exemple à Gif-sur-Yvette  : l'ABF a accepté les panneaux solaires en toiture mais a exigé un mode de pose spécifique (panneaux inclus dans la toiture) ; les panneaux solaires n'étaient de ce fait pas suffisamment inclinés pour bien capter le soleil bas en hiver. Cette exigence a obligé le maître d'ouvrage à augmenter la superficie des panneaux pour assurer l'apport énergétique en hiver mais au prix d'une fourniture excédentaire en été. Pour capter cet excès de chaleur l'été, il a fallu également faire installer un deuxième ballon d'eau chaude.

- **l'alignement** : par rapport à l'ensemble des limites de parcelles et principalement à la rue : positionnement parallèle à la rue avec ou sans retrait...

Cette obligation peut empêcher l'orientation au sud et amener à renforcer l'isolation (comme pour la maison de Bréançon au § 8.2.2, par exemple), générant de ce fait un surcoût.

- **la hauteur des constructions** : refus de R+1 ou de R+2 par exemple, refus de surélévation pour capter les rayons du soleil...
- **le choix de matériaux** :
 - exigence de matériaux locaux traditionnels : bois pour les menuiseries extérieures (fenêtres), bois pour certains bardages : « prévoir un bardage en bois à lames verticales de teinte brun sombre dans les parties triangulaires des pignons » ;
 - tuiles ou ardoises pour les toitures : « La couverture sera réalisée en tuiles écaïlle en terre cuite 16/38 ou en tuiles plates

à emboîtement en terre cuite rouge ou en tuiles mécaniques à côtes à double emboîtement. Les tuiles seront de couleur rouge nuancé. Les rives seront traitées par une tranche de rive en bois de teinte brun sombre (pas de tuiles à rabat)... » pierres locales pour les façades : cette exigence peut générer un surcoût important comme pour la maison de Bréançon (§ 8.2.2, exigence de façades en pierres du Vexin),

- refus du bardage bois,
- ...
- les toitures et éléments de couverture :
 - refus des raccords de couverture visibles : « les éléments de raccords métalliques entre les parties de toitures en tuiles devront être invisibles »,
 - exigences sur le type de cheminée : « la cheminée sera de section rectangulaire et d'aspect enduit, ne pas prévoir de tube en toiture ou en façade, ni d'habillage métallique des souches »,
 - refus d'ouverture d'outreau² en toiture pour capter un peu de lumière,
 - exigences de lucarnes traditionnelles en Alsace par exemple : « une à deux lucarnes simples (pas de châssis groupés) type rampantes avec ligne d'égout continue (prévoir une garde de 40 cm par rapport à l'égout et de 1 m par rapport au faîtage) ou éventuellement une à deux lucarnes simples (pas de châssis groupés) type passantes » et « ne pas habiller les lucarnes de métal et prévoir des jouées enduites. »
 - exigences sur le châssis de toit : « l'implantation ne doit pas être trop près de l'égout du toit ; prévoir une garde de 40 cm comme c'est recommandé pour la lucarne »
- les fenêtres et occultations :
 - refus de création ou d'agrandissement des fenêtres existantes (en réhabilitation),
 - exigences sur le dimensionnement des fenêtres : refus de baie vitrée, refus de baies plus hautes que larges, refus de fenêtre de dimensions variables : « la multiplication des formes et des types de fenêtres perturbe la lisibilité des façades. Limiter à 2 (sans compter la porte-fenêtre) le nombre de modèles de fenêtre employés pour éviter un effet catalogue ; les baies devront être plus larges que hautes (rapport habituel : $h = l \times 1,3$)... »,
 - nombre ou positionnement des fenêtres (autant au sud que sur d'autres façades par exemple, refus des percements en angle...),
 - refus de changer la position des fenêtres dans la profondeur du mur (pour éviter les ponts thermiques),
 - exigences de volets battants de couleur spécifique,
 - exigences concernant les volets roulants : « les coffres de stores et de volets roulants devront être non-apparents »,
 - ...

La conception passive accordant une grande importance à l'optimisation du positionnement et de la taille des fenêtres, ces exigences constituent un frein important au développement du passif.

Certains ABF acceptent de modifier leur position au cours de la discussion avec l'architecte du projet ou aident à trouver une solution acceptable (notamment en termes de surcoût) tandis que d'autres sont beaucoup plus rigides.

Parmi les cinquante opérations étudiées, 7 devaient recueillir l'avis favorable des ABF : Andrésy (78), Bessancourt (95), Bréançon (95) présentée ci-après au § 8.2.2, pour laquelle le surcoût occasionné par les exigences de l'ABF a été estimé à 66 000 € HT, Eckwersheim (67), Gif-sur-Yvette (91), Hauville (27) et Méréville (91) présentée ci-après.

8.2.1 Une maison passive dans un secteur sauvegardé

Localisation : Méréville (Essonne, 91)

Maître d'ouvrage : privé

Années de construction et de livraison : 2013 – 2014

Architecte ou maître d'œuvre : Quinze Architecture

Physique et thermique du bâtiment : Hinoki

Surface habitable : 159 m² (hors garage de 31 m²)

Surface nette PHPP : 155 m²

Surface du terrain : 4 000 m²

Coût de construction : 261 000 € HT

Coût/m² habitable : 1 380 €/m²

UN EXEMPLE DANS UN BÂTIMENT RÉSIDENTIEL COLLECTIF DE CENTRE-VILLE

Le PLH de Rennes, après les deux bâtiments de logements sociaux de Mordelles (de Neotoa et Archipel Habitat)³, a favorisé la construction d'un bâtiment passif en bois au cœur de Rennes. Frédéric Jan d'Hinoki a conçu, en collaboration avec Thomas Bonnin de l'agence Quinze Architecture⁴, un petit collectif passif en pleine ville qui détonne avec le reste des constructions aux alentours sur plusieurs plans : ce collectif Janime est un bâtiment de 5 étages à ossature bois, une rareté dans la ville car, depuis le grand incendie de 1720 qui a ravagé le centre historique, la ville s'était résolument tournée vers la pierre et, par la suite, le béton ; c'est également la plus haute tour en bois de la région Bretagne. Ce bâtiment a été monté en 4 jours grâce à des panneaux préfabriqués retenus en raison de l'étroitesse de la parcelle. Enfin il est implanté dans une zone classée soumise à l'avis des ABF. Sa façade a longuement été retravaillée afin de satisfaire tous les critères : plus de vitrages au nord, la paroi du premier étage est décalée en surplomb du rez-de-chaussée afin de permettre de créer un jeu et de gagner quelques précieux centimètres d'isolation qui compensent les surplus de vitrage au nord, les ouvertures au sud ont été élargies... Enfin il ne fallait absolument pas voir le bois... d'où un bardage de façade à l'aspect minéral, couleur béton...

Performance énergétique (méthode de calcul PHPP) :

Besoin de chaleur pour le chauffage : 13,9 kWh/(m².an)

Puissance de chauffe : 14 W/m²

Consommation d'énergie primaire (tous usages) : 92 kWh_{ep}/(m².an)

Étanchéité à l'air : n50 = 0,55 vol/h



Photo 8.11 Une maison non labellisée, en zone inondable et dans un secteur très contraint par l'ABF, qui développe sa façade principale à l'ouest

Crédit photo : Quinze Architecture

Contexte et origine du projet

Après de long mois de recherches, ce couple de parisiens, appréciant la vie citadine mais en mal de bocage, a trouvé la perle rare : un terrain à moins d'une heure du centre de la capitale en pleine nature. Ils cherchaient un rapport plus sain avec l'environnement, pour cultiver leur jardin, élever des poules, des moutons, tendre sans utopie vers l'autonomie ... et bien évidemment habiter une maison dédiée à la future famille en parfaite cohérence avec leurs idéaux.

Très au fait des économies d'énergie, la maison de leur rêve était donc passive, en ossature bois et utilisant au maximum les matériaux biosourcés.

« Nous nous sommes connus au travers de nos différentes publications, la maîtrise d'ouvrage nous a contactés. Des architectes bretons, pour réaliser une maison en région parisienne ? Nous ne sommes finalement qu'à moins de deux heures de train, les échanges sont bien souvent dématérialisés. Notre démarche les a séduits et, après quelques rencontres, l'aventure a démarré. » (Thomas Bonnin)

Le terrain est en effet magnifique. Très arboré, une pente prononcée démarre de la petite route d'accès à l'ouest et s'arrête à l'est dans le lit d'une petite rivière.

Magnifique, mais contraint ! Il est en effet situé dans un secteur sauvegardé et l'obtention du permis de construire est assujettie à l'avis des ABF.

Après quelques soupçons et une étude de sol, le terrain partiellement en zone inondable est évidemment de mauvaise composition pour préconiser des fondations traditionnelles. Les maîtres d'ouvrage avaient anticipé cette dernière contrainte. Un budget spécifique avait été dégagé pour répondre au surcoût induit par des fondations spéciales.

Projet architectural

Après une analyse solaire par modélisation 3D du terrain et de la végétation très présente, les conditions d'ensoleillement sont apparues peu favorables. En effet le terrain est situé dans une cuvette, dans le lit d'une rivière, et les deux orientations est et ouest présentent des masques solaires très importants (collines, végétation). Au sud, une peupleraie vient également masquer régulièrement le soleil.

De manière assez inhabituelle, mais en toute cohérence avec le terrain et l'étude d'ensoleillement, la maison vient développer sa façade principale à l'ouest où se dégage la vue sur la rivière et où l'ensoleillement est plus favorable à l'année (photo 8.12). L'ensemble des différentes pièces de la maison (chambres, bureaux, pièces de vie) profite ainsi du point de vue sur le jardin.

Pour contrebalancer les masques solaires, le pignon sud est totalement vitré (mur rideaux Stabalux, photo 8.13). Le salon en double hauteur bénéficie alors d'une vue

totale dégagée, et la générosité volumétrique de la pièce de vie est amplifiée par son mur-rideau baignant de lumière le salon et la cuisine (fig. 8.3).

Sur deux niveaux, la maison en complète ossature bois est posée sur une trentaine de micro-pieux en béton, système de fondation spécifique et nécessaire pour ce type de terrain. La dalle bois du rez-de-chaussée « flotte » alors au-dessus du terrain à l'abri des ruissellements et s'étend au sud et à l'ouest pour dégager une large terrasse extérieure (photo 8.14).

« Un fructueux travail avec l'ABF, très à l'écoute du projet et moteur de la réflexion, a permis une écriture architecturale contemporaine reprenant les principes formels des maisons traditionnelles. » (Thomas Bonnin)

Le volume de l'étage couvert de bac acier en double pente glisse légèrement vers le sud. Ce décalage vient dynamiser la volumétrie linéaire et le léger débord sud ainsi créé s'invite en brise-soleil du mur-rideau.

Tab. 8.4 Principales caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment selon le PHPP

Source : Hinoki

Composants de l'enveloppe	Caractéristiques de l'enveloppe	Valeur U (W/(m².K))
Façades	BA13, vide technique isolé en laine de bois 45 mm, panneau de contreventement étanche à l'air Spano Vapour Bloc Durelis 18 mm, MOB 220 mm isolé en laine de bois, fibre de bois 22 mm, pare-pluie, lattage, bardage bois.	0,145
Plancher bas	Parquet ou carrelage, chape béton 50 mm, TMS efisol 30 mm support plancher chauffant partiel, OSB étanche à l'air, dalle bois (poutre en I type Steico 360 mm isolé en ouate de cellulose, OSB 12 mm, fondation micropieux béton.	0,10
Toiture	BA13, vide technique isolé en laine de bois 60 mm, panneau de contreventement étanche à l'air Spano Vapour Bloc Durelis 18 mm, charpente en chevron porteur isolés en laine de bois 300 mm, fibre de bois 22 mm, pare-pluie, chevronnage, bac acier.	0,105
Menuiseries	Internorm mixte bois-aluminium HF 200 vitrage 3N2 solar ou light. Mur-rideau Stabalux profil H vitrage 3N2 solar.	$U_g = 0,6$ $U_w = 0,8$
Porte d'entrée	–	$U_d = 0,9$



Photo 8.12 La façade principale à l'ouest donne sur la nature

Crédit photo :
Quinze Architecture

Photo 8.14 La dalle bois du rez-de-chaussée s'étend au sud et à l'ouest pour dégager une large terrasse extérieure

Crédit photo :
Quinze Architecture



Photo 8.13 Le pignon sud totalement vitré (mur-rideau Stabalux)

Crédit photo : Quinze Architecture

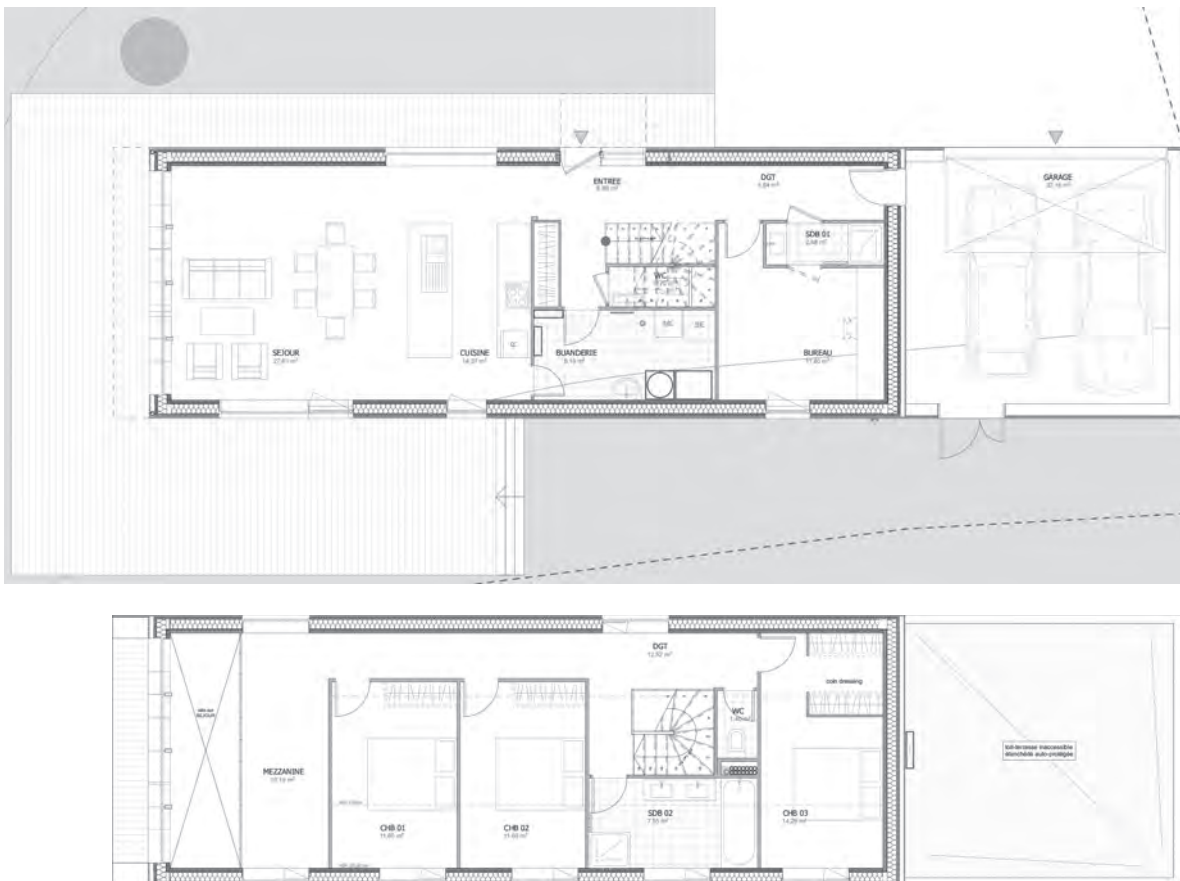


Fig. 8.3 Plan du rez-de-chaussée avec séjour, cuisine et une chambre-bureau et du R+1 avec la grande mezzanine qui donne sur le séjour, les trois chambres et la salle de bains Source : Quinze Architecture

Systèmes techniques

VMC double flux Paul Novus 300.

PAC air/eau Daikin Altherma 4 kW pour l'ECS et le plancher chauffant (40 m²).

Remerciements et sources

Thomas Bonin, agence Quinze Architecture, www.quinze.archi.

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS – ÉVOLUTION DU MÉTIER

« Le pignon largement vitré apporte parfois quelque inconfort en été. Une recherche d'économie de projet nous avait amenés à alléger les protections solaires sur ce pignon en mur-rideau.

Il est indispensable de maîtriser les apports solaires dans une maison passive. En été les radiateurs naturels que sont les

baies vitrées sont ouverts au maximum de leur puissance ! Sans protection solaire, le risque d'inconfort peut devenir préjudiciable. Il est finalement plus facile de maîtriser le dimensionnement d'une construction Passivhaus en hiver qu'en été. » (Thomas Bonnin)

8.2.2 Une maison passive dans un parc naturel régional

Localisation : Bréançon (Val d'Oise, 95)

Maître d'ouvrage : privé

Architecte : Marc Gosselin, Atelier 970

Physique du bâtiment : Atelier 970

Entreprises du bâtiment : Les Airelles

Années de construction et de livraison : 2015-2016

Surface habitable : 191 m²

Surface nette ou PHPP : 194 m²

Surface utile garage double et cave compris : 283 m²

Coût de construction : 501 607 € HT, soit 2 626 € HT/m² habitable (dont 349 €/m² pour les exigences de l'ABF).

Distinction : label Bâtiment Passif en 2016 (n° ID 5058)

Performance énergétique (méthode de calcul PHPP) :

Besoin de chaleur pour le chauffage : 14 kWh/(m².an)

Puissance de chauffe : 11 W/m²

Consommation d'énergie primaire (tous usages) :

81 kWh_{ep}/(m².an)

Étanchéité à l'air : n50 = 0,41 vol/h



Photo 8.15 Maison passive certifiée dans le parc naturel régional du Vexin, en zone classée soumise à l'agrément de l'ABF

Crédit photo : M. Gosselin

Contexte et origine du projet

L'entreprise Les Airelles avait préalablement construit une maison passive à proximité de Bréançon, sur la commune de Cormeilles-en-Vexin. Suite à une visite de cette maison organisée par l'Arene Île-de-France, les maîtres d'ouvrage ont contacté Richard Lefebvre, responsable de l'entreprise Les Airelles. La volonté de construire une maison passive est née de cette visite.



Photo 8.16 Un projet fortement impacté par les exigences de l'ABF du fait de la proximité avec une église classée monument historique

Crédit photos : M. Gosselin



Le projet nécessitant un dossier de permis de construire signé par un architecte, le maître d'ouvrage a retenu un des trois architectes suggérés par Les Airelles.

Ce projet se situe sur le territoire du parc naturel régional (PNR) du Vexin et, comme il est situé non loin d'un monument historique (église Saint-Crépin-Saint-Crépinien), le site est classé et soumis aux exigences de l'ABF, parmi lesquelles l'alignement sur rue et un mur de façade en pierres du Vexin (photo 8.16).

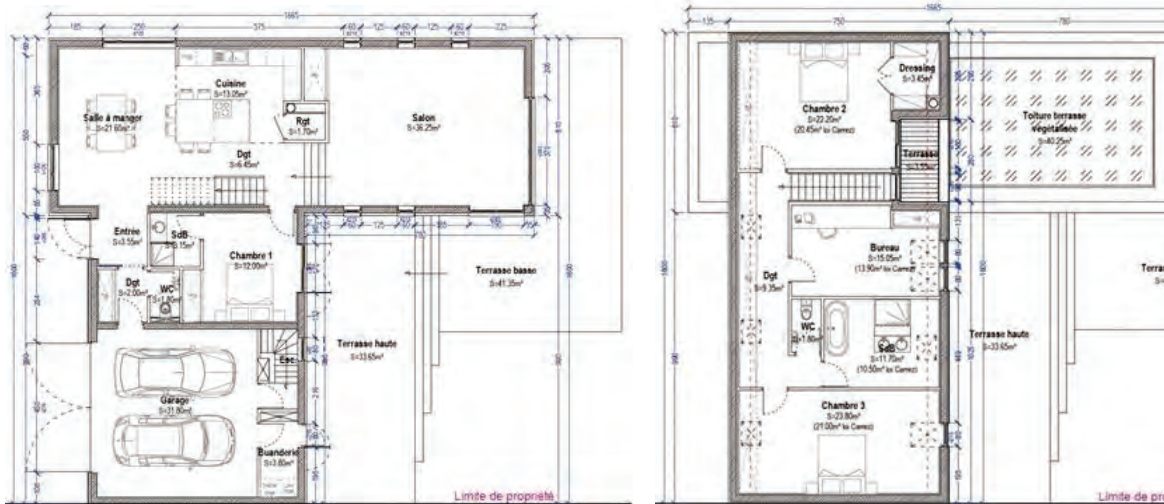
Le cahier des charges du maître d'ouvrage était relativement classique : une maison avec une architecture moderne s'intégrant dans le paysage et la culture du Vexin, pas beaucoup de pièces mais une grande surface/volume pour chaque pièce, un rez-de-chaussée comprenant le salon, la salle à manger, la cuisine avec coin repas et ouverte sur la salle à manger et une chambre avec salle de bains, un étage comprenant deux chambres, un bureau, une salle de bains commune avec baignoire et douche italienne, un garage pour deux voitures et un sous-sol.

Un travail de mise au point entre l'Atelier 970 et Les Airelles (contactés au préalable par le maître d'ouvrage pour sa connaissance et son expérience dans la construction passive) a marqué le démarrage de ce projet (Atelier 970 ayant une expérience du passif limitée à une maison à Saint-Martin de Boscherville en Normandie en 2012).

Projet architectural

Le projet résolument contemporain se compose de deux volumes simples : un volume principal reprenant la volumétrie des maisons traditionnelles (RDC + étage sous combles à 2 pans) associé à un volume de plain-pied en toiture-terrasse (fig. 8.4).

Le projet s'inscrit dans le prolongement des constructions existantes de manière à conserver le front bâti sur la rue. Sa forme en « L » permet de maîtriser et d'augmenter les apports solaires (photo 8.17). Une résille de bois ajouré en bardage et en couverture et un double mur en pierres du Vexin habillent respectivement chaque volumétrie (photo 8.18).



Plan de rez-de-chaussée

Plan de l'étage

Fig. 8.4 Plan de la maison Source : Atelier 970



Photo 8.17 Une maison en L mitoyenne d'un côté

Crédit photos : M. Gosselin



Photo 8.18 La façade nord de la maison a peu d'ouvertures et alterne pierre et bardage bois

Crédit photos : M. Gosselin

Caractéristiques de l'enveloppe

Une cave se situe au milieu du bâtiment entre deux parties sur vide sanitaire (fig. 8.5).

Le choix du bois s'est imposé par son bilan environnemental à la fois pour le propriétaire, l'architecte et le constructeur, les isolants retenus étant la ouate de cellulose et la fibre de bois (fig. 8.6).

Un complément d'isolation avec un doublage en polyuréthane a dû être ajouté pour satisfaire les exigences de l'ABF (continuité de la façade sur rue et non pas orientation au sud) et tenir compte des masques solaires voisins (photo 8.19 et fig. 8.7).

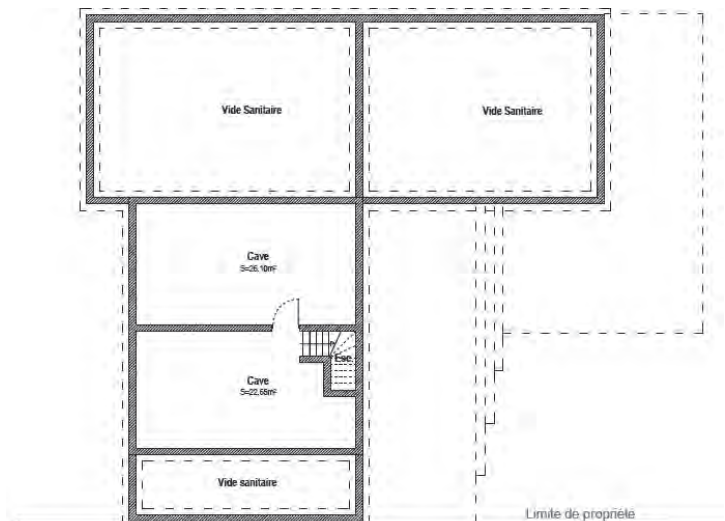
La pierre du Vexin a été mise en œuvre via un système de double-mur sur semelle de fondation devant l'ossature bois. Une membrane « nid d'abeille » permet la fixation des pierres aux murs bois, en assurant une ventilation entre la maçonnerie et le mur bois (photo 8.20).

Les fenêtres de toit sont en quadruple vitrage et équipées de volets roulants extérieurs.

Dans le calcul RT 2012 les déperditions moyennes ($U_{bât}$) sont égales à $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Fig. 8.5
Plan du sous-sol :
deux caves accessibles encadrées
par un vide sanitaire

Source : Atelier 970



Plan de sous-sol



Photo 8.19 Une sur-toiture en bois selon les exigences de l'ABF

Crédit photos : M. Gosselin

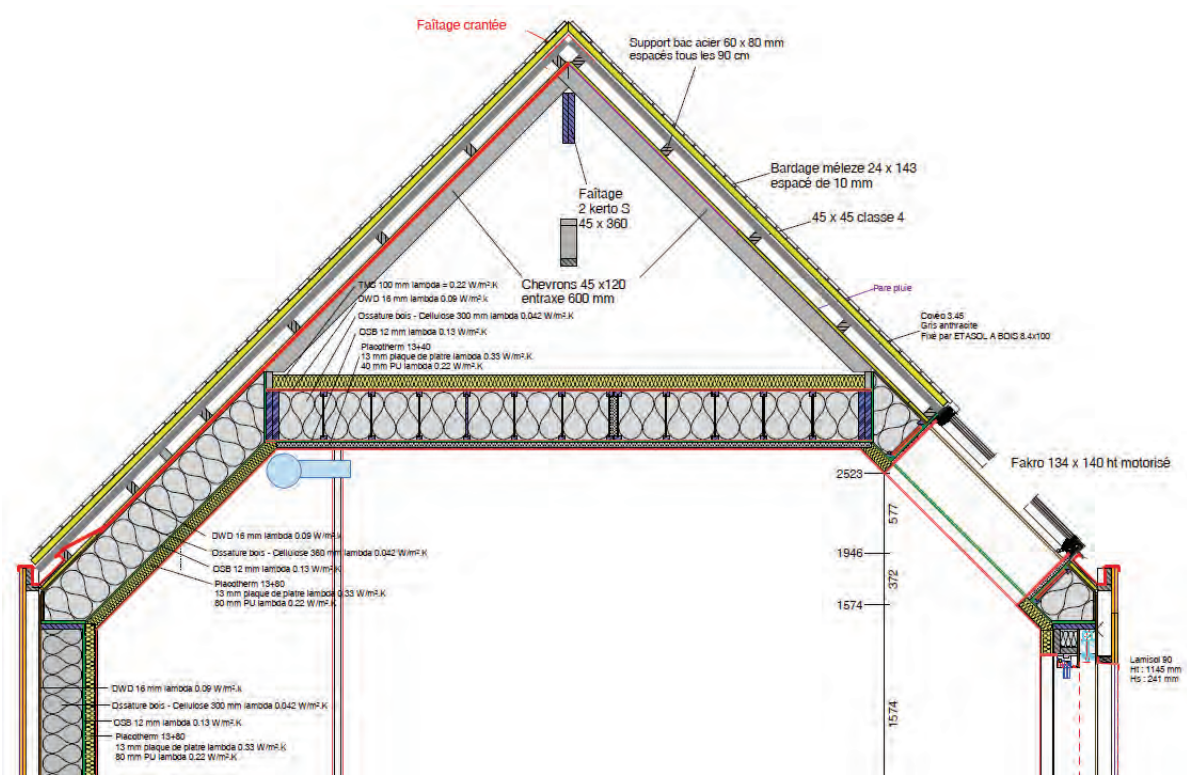


Fig. 8.6 Coupe de la toiture

Source : Les Airelles

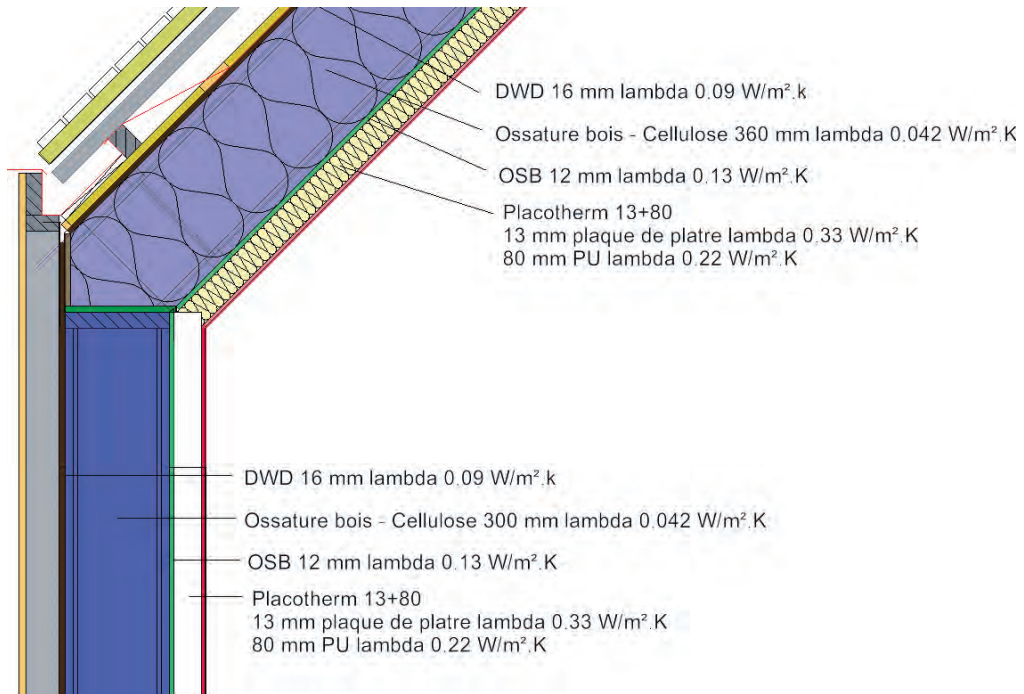


Fig. 8.7
Schéma de détail de la liaison mur de façade-toiture (rampants)

Source : Les Airelles

Tab. 8.5 Principales caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment selon le PHPP

Source : Les Airelles

Composants de l'enveloppe	Caractéristiques de l'enveloppe	Valeur U (W/(m ² .K))
Façades	Panneau de plâtre Placotherm, polyuréthane 80 mm de $\lambda = 0,022$ (Pavatherm), lame d'air, panneaux OSB, ossature bois avec ouate de cellulose 294 mm de $\lambda = 0,042$, fibre de bois 16 mm, bardage bois ajouré (mélèze) ou double-mur en pierre.	0,093
Plancher bas	Carrelage sur chape, Panneaux mousse polyuréthane 100 mm (TMS), Plancher léger à isolation thermique intégrée 370 mm (Isoltop), $\lambda = 0,052$.	0,084
Toiture	Panneau de plâtre, polyuréthane 80 mm de $\lambda = 0,022$ Pavatherm, panneaux OSB, ouate de cellulose 405 mm de $\lambda = 0,042$, pare-pluie, vide technique, support bac acier (60 x 80 mm), bardage bois (mélèze, 24 x 143 mm).	0,077
Menuiseries	Menuiseries André, Smartwin triples vitrages, facteur solaire $g = 52\%$.	$U_g = 0,53$ $U_w = 0,80$
Porte d'entrée	Porte Climatop Plus	$U_d = 0,68$



Photo 8.20 Mise en œuvre de la pierre du Vexin

Crédit photo : M. Gosselin

Systèmes techniques

Une VMC double flux Paul (dont le rendement est de 75 %) avec une consommation électrique de 0,26 Wh/m³ est couplée à un puits canadien.

Un appoint de chauffage est fourni par des radiateurs électriques et un poêle à bois (photo 8.21).

Une pompe à chaleur assure la fourniture d'ECS.

Les performances énergétiques réelles

Les factures d'électricité du 9 août 2016 au 28 décembre 2018 montrent une consommation de 14 536 kWh sur 2,375 années, soit une consommation de 6 933 kWh en moyenne annuelle, soit 36,3 kWh/ep/(m².an) ou 94 kWh/ep/(m².an).



Photo 8.21 Le poêle à bois dans le séjour

Crédit photo : M. Gosselin



Photo 8.22 Un parquet et des portes en bois à l'étage, un couloir au nord desservant les chambres dont les ouvertures sont au sud

Crédit photo : M. Gosselin



Photo 8.23 De grandes baies vitrées en triple vitrage équipées de BSO automatisés pour le confort d'été

Crédit photo : M. Gosselin



Photo 8.24 Un grand volume traversant dans la partie avec revêtement en pierre

Crédit photos : M. Gosselin



Santé et confort

La toiture végétalisée sur la terrasse est visible depuis la chambre de l'étage.

Selon le PHPP, moins de 1 % des heures de l'été atteignent une température supérieure à 25 °C.

Enfin l'éclairage est en LED.

Coûts

Le coût de construction s'est élevé à 501 607 € HT, soit **2 626 € HT/m² habitable**.

Les exigences de l'ABF ont augmenté le coût de cette maison d'environ 66 000 € HT : façades en pierre et bardage en sur-toiture. Sans ces exigences le coût de construction aurait été de **2 277 €/m²**.

Opinion des occupants

Les maîtres d'ouvrage sont très satisfaits de leur maison et n'hésitent pas à la faire visiter.

« Après presque 3 ans d'occupation des locaux (dont 3 hivers), le bilan est très positif. En hiver, la maison est à la température désirée de 20° C même dans les conditions de température extérieure particulièrement basse grâce à l'orientation de la maison et aux grandes baies vitrées qui permettent une récupération de la chaleur du soleil. En cas de ciel couvert, la température peut descendre de 1 ou 2 degrés maximum et le petit poêle d'appoint (au bois) permet de revenir très rapidement au nominal.

En été, la température reste agréable grâce aux stores orientables et au fonctionnement du puits canadien.

À noter une très grande sensation de confort également, avec une maison sans courant d'air, une température uniforme et une humidité parfaite.

Nous ne pouvons que recommander ce genre de construction »

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Le fort contexte protectionniste de l'ABF a conduit à de nombreux échanges et à des remises en question volumétriques dans un contexte où les clients souhaitaient réaliser une maison contemporaine.

Il y a eu beaucoup d'échanges avec les maîtres d'ouvrage dans la mesure où les exigences contextuelles ajoutées aux investissements relatifs à ce type de construction ont vite fait grimper les coûts d'investissement.

La volonté des maîtres d'ouvrage de réaliser une construction qualitative contemporaine dans le respect du contexte réglementaire et paysager est tout à fait exemplaire.

Remerciements et sources

Marc Gosselin, Atelier 970, www.atelier970-architectes.fr.

Richard et Thibaut Lefebvre, Les Airelles, www.lesairelles-construction.fr.

8.3 LES EXIGENCES DU PLU OU DU LOTISSEMENT

La transition énergétique doit d'abord être pensée comme aménagement de l'espace. C'est pourquoi l'article L. 101-2 du Code de l'urbanisme précise que les documents d'urbanisme des collectivités doivent notamment viser à atteindre les objectifs :

- de préservation de la qualité de l'air et des ressources naturelles ;
- de lutte contre le changement climatique et d'adaptation à ce changement ;
- de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
- d'économie des ressources fossiles, de maîtrise de l'énergie et de production énergétique à partir de sources renouvelables.

Or le passif répond pleinement à ces objectifs. En ce qui concerne la maison individuelle passive, celle-ci doit prendre sa place en jouant sur **deux paramètres essentiels** :

- **le bioclimatique** (orientation optimale, limitation des masques) ;
- **la suppression du recours à toute énergie fossile** (évitant ainsi les émissions de gaz à effet de serre, les impacts négatifs sur la balance commerciale et certaines contraintes géopolitiques très pesantes).

Les documents d'urbanisme PLH, SCoT et surtout PLU et cahier des charges de projet d'aménagement (ZAC, éco-quartier...) et règlement de lotissement devraient donc favoriser le développement du passif. Or de nombreuses exigences réglementaires sont héritées du passé et freinent aujourd'hui le développement du passif au lieu d'inciter à construire en passif, voire de prescrire progressivement le passif.

8.3.1 Les exigences réglementaires qui freinent le passage dans la transition énergétique

Comme pour les exigences des ABF, il s'agit de recenser les prescriptions ou exigences d'un PLU ou règlement de lotissement qui peuvent constituer un frein au passage dans la transition énergétique (et un frein au développement du passif)

Ces exigences concernent la localisation, l'orientation, l'alignement, les risques (séismes, incendie, inondations), etc. Quant aux contraintes, elles portent le plus souvent sur :

- **l'exigence du style traditionnel (comme les ABF)** : ainsi à Arcangues **MI B** par exemple le PLU exigeait une maison traditionnelle basque (toiture à deux pentes, faitage dans le sens de la plus grande longueur, murs en enduit blanc, ouvertures plus hautes que larges, volets battants en bois, etc.), exigence reprise dans le règlement du lotissement.

PARTIE IV

Autres exemples de maisons passives

N°	Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
MI 01	 <p>Île-de-France Gif-sur-Yvette 2009</p>	Terre crue	Maison bioclimatique	Joël Malardel (Altana architecture)
MI 02	 <p>Hauts-de-France Blangy-Tronville 2008</p>	Ossature bois	Une des premières maisons passives labellisées Bâtiment Passif de France (2009) et un constructeur qui a fait le choix du passif dès 2008	Entreprise Les Airelles et Energelio
MI 03	 <p>Bretagne Bruz 2015</p>	Ossature bois de plain-pied	Test de nombreux matériaux biosourcés et autoconstruction	Quinze Architecture et Hinoki
MI 04	 <p>Auvergne-Rhône-Alpes Ancy 2016</p>	Double ossature bois – Pas de béton	Maison écologique	Jean-Claude Goutte-Fangeas et Positive Home

N°	Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
MI 05	Auvergne-Rhône-Alpes Le Cheix 2013	Ossature bois	Maison cube écologique	Fernand Ribeiro
MI 06	Alsace Maison Chloé de Neuve-Église 2011	Ossature bois	Maison vitrine avec capteurs de suivi	Maisons Voegelé et B. Conception
MI 06	Alsace Hombourg 2014	Ossature bois	Maison traditionnelle alsacienne	Maisons Voegelé et B. Conception
MI 06	Alsace Eckwersheim 2012	Ossature bois	Maison avec modénature complexe	Maisons Voegelé et B. Conception
MI 06	Alsace Jebsheim 2014	Ossature bois	Maison contemporaine avec toiture- terrasse végétalisée	Maisons Voegelé et B. Conception

N°	Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
MI 06	 <p>Alsace Saint-Pierre-Bois 2015</p>	Ossature bois	Maison traditionnelle en lotissement	Maisons Voegelé et B. Conception
MI 07	 <p>Normandie Hauville 2010</p>	Ossature bois	Maison pour une vie quotidienne en faveur de la transition énergétique	Quentin Delescluse et Energelio
MI 08	 <p>Bretagne Laillé 2014</p>	Ossature bois	Maison en lotissement très contraignant	Vincent Gourvil et BEE+
MI 09	 <p>Occitanie Lodes 2013</p>	Ossature bois	Un charpentier qui a fait le choix du passif	Olivier Batmalle et Energelio
MI 10	 <p>PACA Rousset 2015</p>	Ossature bois	Deux maisons vitrines professionnelles	Olivier Batmalle et Frédéric Claudet

N°	Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
MI 11	Île-de-France Andrésy 2017	Ossature bois	Maison contemporaine issue d'une division parcellaire	Fiabibat et Cécil Tirard
MI 12	PACA Solliès-Pont 2016	Blocs béton/parpaings	Maison à énergie positive reproductible partout en France	Valérie Gug-Foucher, HELIASOL et Jean-Louis Bidard
MI 13	Nouvelle-Aquitaine Arcangues 2012	Blocs béton/parpaings	Première maison basque certifiée passive	Cube ingénieurs et Carbone 64
MI 14	Nouvelle-Aquitaine Niort 2017	Blocs béton/parpaings	Maison contemporaine avec bois en ITE	Yann Lagré, SCOP Habitat et Vila Nova Construction
MI 15	Auvergne-Rhône-Alpes Saint-Étienne 2017	Bloc coffrant	Un architecte qui s'est transformé en promoteur	Julien Rivat et HELIASOL

N°	Région/lieu	Système constructif	Spécificités	Équipe de maîtrise d'œuvre
----	-------------	---------------------	--------------	----------------------------

MI 16



PACA
Carros
2008

Bloc coffrant

Première maison certifiée passive dans le sud de la France avec domotique

Philippe Axmann

MI 17



Bourgogne-Franche-Comté
Blanzay
2012

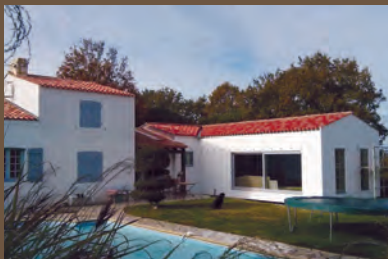
Briques de terre cuite

Autoconstruction d'une maison fonctionnelle, économique et confortable

Nicolas Lapray, Maisonpassive71

Réhabilitation avec extension

MI 18



Pays de la Loire
Olonne-sur-Mer
2016

Extension horizontale en structure bois et paille

Réhabilitation certifiée EnerPHit d'un pavillon des années 1990

Aidan Anderson

MI 19



Auvergne-Rhône-Alpes
Romans-sur-Isère
2018

Extension verticale d'une maison des années 1950

Réhabilitation + extension en toiture certifiée passive (comme du neuf)

Pierre Leriche et Antoine Prats

MAISONS INDIVIDUELLES PASSIVES

CONCEVOIR, CONSTRUIRE ET RÉHABILITER

La construction passive permet aujourd'hui de faire coïncider les besoins de confort, de qualité d'air, de qualité de vie et de réduction des dépenses énergétiques. Cet ouvrage fournit les clés et les recommandations nécessaires à **une conception** et à **une réalisation réussies**. Il répond aux questions suivantes :

- Qu'est-ce qu'une maison passive ? Pourquoi construire ou réhabiliter en passif ?
- Comment construire ou réhabiliter en passif dans les différentes régions de France ? Comment intégrer les contraintes budgétaires, de terrain et réglementaires ?
- Avec qui faire construire ou réhabiliter ? Quels sont les acteurs concernés ? Comment procéder lors des différentes étapes d'un projet ?
- Quand et comment intégrer le passif dans les évolutions réglementaires et les prescriptions des maîtres d'ouvrage ? Quels zonages de performance énergétique intégrer dans les PLU ? Comment intégrer la promotion du passif dans les PLH, PLU et règlement de ZAC ou de lotissement ?

Illustré par de nombreux **plans de détail** et **photos** en couleurs, l'ouvrage fait la part belle aux **56 réalisations** présentées qui font l'objet : d'une analyse détaillée du contexte, d'une synthèse du projet architectural et de l'optimisation énergétique, d'une description des caractéristiques de l'enveloppe et des équipements thermiques, d'une présentation des consommations d'énergie (factures), des coûts et d'un retour d'expérience des usagers.

Maisons individuelles passives est destiné :

- à tous les particuliers qui veulent faire construire ou réhabiliter leur maison ;
- aux architectes et maîtres d'œuvre afin de les aider à sensibiliser les maîtres d'ouvrage à travers des exemples reproductibles ;
- aux collectivités afin de les inciter à inscrire le passif dans leurs documents d'urbanisme (PLH et PLU) et PCAET (comme Rennes Métropole) ;
- aux aménageurs, tant publics (collectivités locales, bailleurs sociaux, SEM, SPL...) que privés (promoteurs, investisseurs, entreprises...) pour les inciter à prescrire le passif dans leurs projets de lotissement et d'aménagement (ZAC, écoquartier, etc.) ou de développement urbain ;
- aux services de l'État (ANRU, DREAL, DDT...) pour les inciter à intégrer le passif dans leurs analyses, leurs critères d'écoconditionnalité et leurs recommandations.

Catherine Charlot-Valdieu

et **Philippe Outrequin**

sont tous deux économistes de formation. Ils travaillent ensemble depuis plus de vingt ans pour élaborer et mettre en pratique des outils d'évaluation et des méthodes d'aide à la décision relatifs au développement durable urbain. Ils travaillent à l'échelle du bâtiment, du quartier (écoquartier, renouvellement urbain...) ou de la collectivité (commune, agglomération, département ou région) et de l'aménagement, comme AMO ou dans des projets de recherche. Depuis leur découverte des bâtiments passifs en Allemagne lors d'un projet européen de recherche, ils se passionnent pour le développement des bâtiments passifs, neufs ou rénovés, résidentiels ou tertiaires, ce qui se traduit par plusieurs ouvrages écrits sur ce thème. C'est leur premier ouvrage consacré uniquement à la maison individuelle.

Les deux auteurs ont coordonné des publications scientifiques et publié ensemble plus d'une quinzaine d'ouvrages.

ISBN : 978-2-281-14318-8



9 782281 143188

EDITIONS

LE MONITEUR