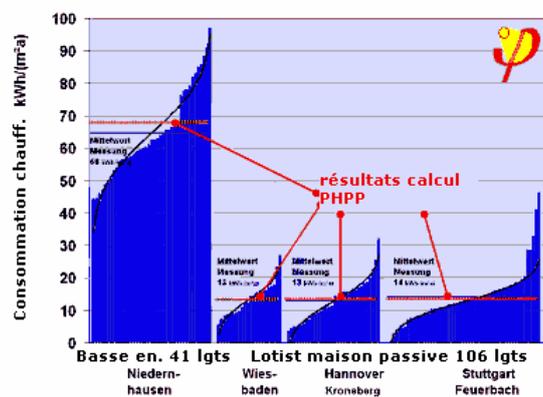


# Le standard maison passive - économise de l'énergie, et cela sans contestation



**Schéma. 1 Aperçu des consommations:** dans ce diagramme, les mesures de consommation de chauffage de quatre lotissements sont mis côte à côte: un lotissement basse énergie (à gauche) et trois lotissements maison passive.

Le **besoin** en chaleur d'un bâtiment est obtenu par le calcul. La **consommation** réelle, elle dépend de nombreux facteurs, comme le comportement de l'utilisateur ou de la météo. Pour les maisons passives, on dispose de nombreuses années d'expérience et des résultats de mesures de consommation réelles. Avec ces résultats, on peut parler sérieusement de la fiabilité du concept de maison passive.

Même dans les maisons de construction identique, il y a toujours des différences d'utilisation dues aux comportements des utilisateurs. C'est pourquoi, il faut que la consommation soit mesurée pour un nombre représentatif de maisons de construction semblable de manière à ce que l'influence des comportements soit lissés et que l'on puisse comparer directement la qualité des constructions. Le schéma.1 sur le côté gauche de la page montre un aperçu des résultats de mesure dans 41 logements basse énergie, et en tout 106 maisons passives. Ces résultats de mesure permettent de déduire de nombreuses conclusions intéressantes.

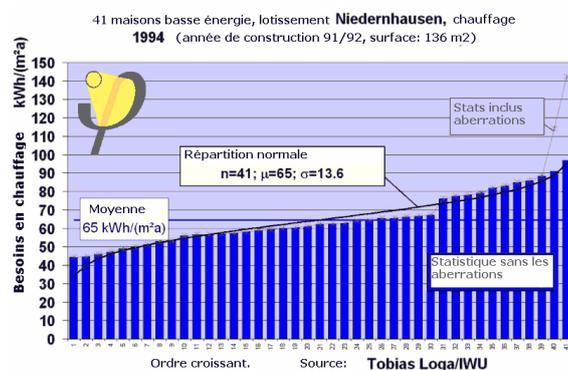
## Lotissement basse énergie



A titre de comparaison, le lotissement de 42 maisons à basse énergie de Niedernhausen est présenté. Les valeurs individuelles des lectures de compteurs de chaleur pour l'année 1994 sont présentées sur le schéma.2 (Messung: [Loga 1997]). Dont la valeur moyenne est **65,56 kWh/(m²a)**. (voir "remarques sur l'unité" sur la page de gauche).

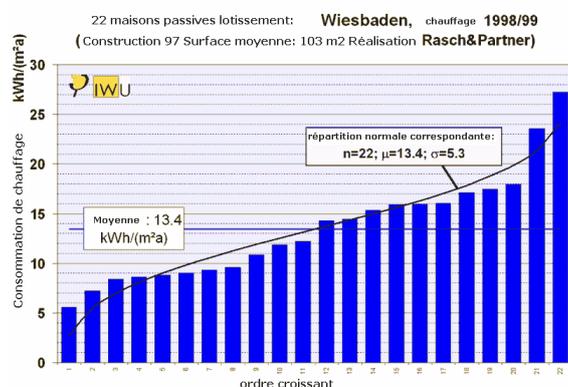
Cette valeur moyenne de consommation est nettement inférieure à la moyenne de consommation de chauffage en Allemagne, qui est de l'ordre de 160 kWh/(m²a). La consommation dans un lotissement basse énergie est donc inférieure d'environ 60% à la consommation moyenne du parc. Cela dit, il faut remarquer que le standard de construction de ce lotissement, bien que construit en 1991, est meilleur que la réglementation actuelle (EnEV). Le schéma.2 montre aussi que les valeurs individuelles sont réparties de façon "normale" autour de la moyenne. L'influence de l'utilisateur sur la consommation est indiscutable. Elle est d'ailleurs assez importante. D'ailleurs ce n'est pas une spécificité des maisons économes en énergie. C'est pareil avec les maisons mal isolées. L'écart type (une unité pour décrire l'écart moyen des valeurs individuelles par rapport à la moyenne) est pour ce lotissement de 13,6 kWh/(m²a) c'est à dire 21% par rapport à la valeur moyenne de consommation.

Si l'on se base sur la valeur moyenne, les différences dues aux utilisateurs se compensent. D'autant mieux que le nombre de valeurs prises en compte est élevé. La valeur moyenne de consommation est pour ce lotissement de manière statistique correcte à  $\pm 2$  kWh/(m²a) près. Il est donc assuré de manière statistique que le standard basse énergie concoure à une sensible économie d'énergie ( $60\% \pm 1\%$ ) en comparaison des maisons construites en moyenne dans le passé.



**Schéma. 2 Statistique de consommation d'un lotissement basse énergie:** le lotissement avec 41 maisons basse énergie à Niedernhausen a été complété en 1992. Les mesures de consommation ont été réalisées par T. Loga et M. Großklos [Loga 1997]. La consommation moyenne de 65 kWh/(m²a) correspond à la valeur calculée de 68 kWh/(m²a) [PHPP] dans le cadre des précisions atteignables. (la courbe intégrée est la gaussienne correspondante.

Remarque pour qui est féru de mathématiques 2)



**Schéma.3 Statistique de consommation pour le lotissement maison passive de Wiesbaden:** le lotissement de 22 maisons passives a été construit en 1997. La consommation moyenne de 13,4 kWh/(m²a) correspond très bien avec le besoin calculé de 13 kWh/(m²a) [PHPP] (Remarque pour qui est féru de

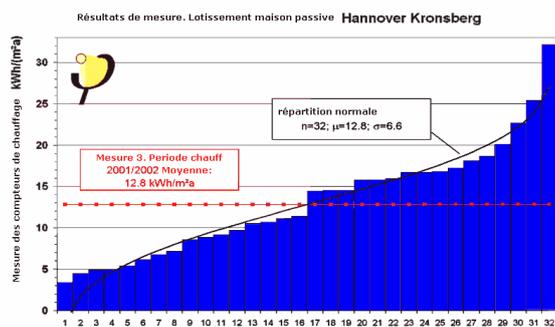
## Le lotissement maison passive à Wiesbaden/Dotzheim



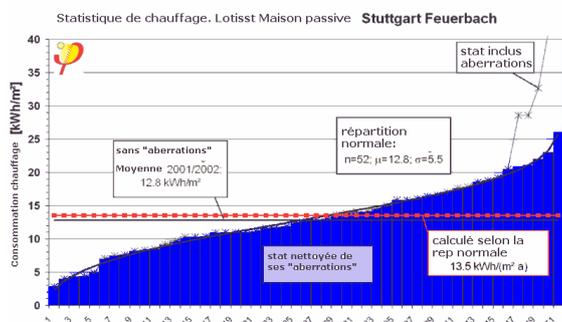
Il s'agit du premier lotissement de maisons passives en Allemagne (année de construction 1997, Bauräger Rasch&Partner) composé de 22 maisons. Sur le schéma.3, les valeurs de consommation de la période de chauffage 1998/99 sont documentées. La valeur moyenne donne **13,4 kWh/(m²a)**. Ainsi la consommation dans le lotissement maison passive est de 80% inférieure à celle du lotissement basse énergie de Niedernhausen.

L'écart type des valeurs individuelles correspond à 5,3 kWh/(m²a). Elle est beaucoup plus faible que dans le lotissement basse énergie. Pourtant le comportement des utilisateurs est plus visible dû aux valeurs de

mathématique<sup>2</sup>



**Schéma. 4 Statistique de consommation pour le lotissement maison passive de Kronsberg à Hannover:** le lotissement de 32 maisons passives a été terminé en 1999. La consommation moyenne la troisième année (2001/2002) était de 12,8 kWh/(m²a). Le besoin calculé selon le [PHPP] correspond à 13,5 kWh/(m²a). (Remarque pour qui est féru de mathématique<sup>2</sup>)



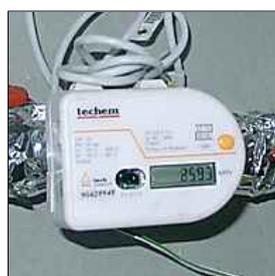
**Abb. 5 Statistique de consommation pour le lotissement maison passive de Stuttgart/Feuerbach:** le lotissement de 52 maisons passives a été terminé en 2000 (bureau d'architecture Rudolf). La consommation moyenne était de 12,8 kWh/(m²a). Le besoin calculé selon le [PHPP] de 13,5 kWh/(m²a) (Remarque pour qui est féru de mathématique<sup>2</sup>).

**Remarques:**

1) **Au sujet de l'unité:** 1 kWh (kilowattheure) est une unité d'énergie. Un litre de fioul ou 1 m³ de gaz ont à peu près une valeur de chauffe équivalent à 10 kWh.

Ici, on utilisera constamment le paramètre  $q_H$  pour la comparaison:  $q_H = Q_H / A_{EBF}$ .

$Q_H$  est la valeur mesurée de la consommation de chauffage. Tous les projets ont été mesurés au point de transfert de la distribution de chaleur (généralement avec des compteurs de chaleur; pour de plus amples détails, reportez vous aux compte-rendus scientifiques cités).



Exemple: compteur de chaleur avec sortie m-Bus, qui ont été utilisés dans les 32 maisons passives du lotissement de Hannover Kronsberg. La technique de mesure est décrite dans [Peper/Feist 2001]. En plus il y a pour des raisons de contrôle il y a un compteur général pour

consommations très faibles. La valeur moyenne est statistiquement valable à  $\pm 1,1$  kWh/(m²a) près. L'économie d'énergie par le standard maison passive est ainsi assurée. Elle correspond à

**(80%  $\pm 5\%$ ) d'économie** par rapport au standard basse énergie  
**(92%  $\pm 1\%$ ) d'économie** par rapport à la moyenne de consommation allemande.  
 (Mesure Wiesbaden-Dotzheim: [Ebel 2003] ; [Feist/Loga/Großklos 2000]).

**Lotissement maison passive à Hannover/Kronsberg**



Le lotissement maison passive à Hannover-Kronsberg comporte 32 maisons mitoyennes de construction mixte quasiment toutes similaires. Le lotissement a été construit en 1998/99. Toutes les maisons individuelles ont été projetées séparément. Il s'agit d'une partie du programme **CEPHEUS**. Sur le schéma.4 les valeurs de consommation de la période de chauffe 2001/2002 sont documentées. La valeur moyenne donne **12,8 kWh/(m²a)**. Ainsi la consommation de ce lotissement de maisons passives est 81% inférieure à celle du lotissement basse énergie de Niedernhausen. [Peper/Feist 2002]

Les valeurs de consommation moyennes relevées de toutes les maisons passives du lotissement donne:

1. Période de chauffe 1999/2000: 14,9 kWh/(m²a)
2. Période de chauffe 2000/2001: 13,3 kWh/(m²a)
3. Période de chauffe 2001/2002: 12,8 kWh/(m²a).

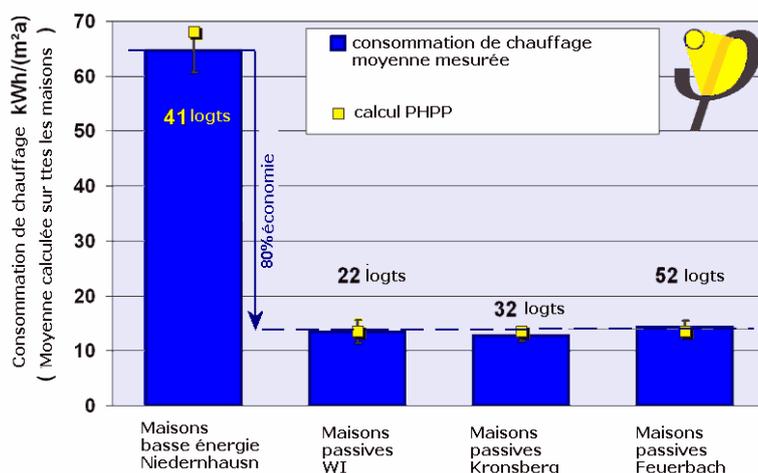
La très faible consommation d'énergie est donc aussi assurée par la statistique. L'écart type est de 6,6 kWh/(m²a), la précision de la valeur moyenne est de  $\pm 1,2$  kWh/(m²a).

**Le lotissement de maison passive Stuttgart/Feuerbach**



Le lotissement de maisons passives de Stuttgart Feuerbach ("Schelmenäcker Weg") comptant en tout 52 maisons à étage et mitoyennes a été réalisé en 2000 par le bureau d'architecture Rudolf. Le schéma.5 présente les valeurs de consommation de la période de chauffe 2001/2002. La valeur moyenne y est de **12,8 kWh/(m²a)** [Reiß/Erhorn 2003]. Ce lotissement contient moins de valeurs "aberrantes".

Pour le lotissement de maisons passives de Stuttgart Feuerbach, la consommation extrêmement faible de chaleur est validée par les statistiques. L'écart type des valeurs représente 5,5 kWh/(m²a), la précision de la moyenne est de  $\pm 0,8$  kWh/(m²a).



chaquerangée de bâtiment.

Cette mesure contient les pertes de distribution ainsi que les pertes de transfert. La mesure ne contient en revanche aucune perte due au générateur de chaleur.

$A_{EF}$  est la "surface de référence énergétique". Pour tous les résultats présentés ici, cela correspond à la "surface habitable". On a choisi la surface de référence qui est aussi la base de toutes les factures de chauffage et celle des statistiques officielles. Il reste à préciser que la surface  $A_N$  selon le calcul de l'EnEV est environ 20 à 30% plus grande que la surface habitable. Les valeurs énergétiques basées sur  $A_N$  paraissent donc nettement inférieures qu'ils ne sont dans la réalité. C'est pourquoi nous utilisons d'une manière cohérente la vraie surface habitable comme référence.

## 2) Dans les diagrammes, nous avons aussi intégré les courbes de Gauss ou les répartitions normales:

$$1/(s\sqrt{2\pi}) \int e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)^2/\sigma^2}$$

pour être précis, exactement leur inverse, c'est à dire la fonction, "Norminv" de la feuille de calcul. A ce titre,  $\mu$  est la valeur moyenne et  $s$  est l'écart-type.

De plus, nous avons donné le nombre  $n$  des bâtiments compris dans l'échantillon. Déjà un aperçu sur le diagramme montre que les valeurs de consommation de chauffage des constructions semblables peuvent être très bien approximées par une distribution normale. Pour de plus amples détails, voir le compte-rendu final de CEPHEUS [Schnieders/Feist 2001] (test Chi-carré; test Kolmogoroff-Smirnov). On y discute aussi quelles sont les conséquences du fait que la distribution est de facto coupée par la valeur nulle.

Cette information présente sur internet se rapporte à des rapports scientifiques publiés. Les sources sont citées et les rapports sont à la disposition de tous ceux que cela intéresse. Les valeurs mesurées correspondantes ont été relevées par trois instituts indépendants: le Passivhaus Institut (PHI), l'Institut Wohnen und Umwelt (IWU) et le Fraunhofer Institut für Bauphysik (ibp). Les résultats présentés ici sont confortés par de nombreuses autres campagnes de mesure, que les Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) a pratiquées.

Concernant la pratique et le quotidien dans les maisons passives, chacun peut s'informer par lui-même. Au début du mois de novembre de chaque année, la [IG-Passivhaus](#) organise la "journée de la maison passive". Ce jour là, de très nombreuses maisons passives ouvrent leurs portes aux visiteurs. Vous pouvez demander directement leur opinion aux habitants.

Les économies d'énergie des maisons passives ne sont pas faites au détriment du confort: tout au contraire, il règne dans les maisons passives un climat très agréable et il y a toujours de l'air neuf. (voir la page "le confort").

## Est-ce que la maison passive est la variante extrême de la construction économe en énergie?

De nombreuses personnes pensent qu'une maison passive doit être très chère puisqu'elle économise tant

**Schéma. 6** Ce graphique présente à titre de comparaison les valeurs de consommation dans le lotissement de référence basse énergie (à gauche, 65 kWh/(m<sup>2</sup>a)) et dans les trois lotissements de maisons passives (à chaque fois aux alentours de 13 kWh/(m<sup>2</sup>a)).

La consommation dans les maisons passives est ainsi d'après ce valeurs mesurées de 80% inférieure à ce qu'elle est dans les maisons à basse énergie. Toutes les valeurs moyennes relevées correspondent aux valeurs précédemment calculées à l'aide du PHPP.

## Conséquences

Les mesures faites dans les lotissement de maisons passives montrent:

- Les actions individuelles, c'est à dire l'isolation, le vitrage triple et la récupération de chaleur sont efficaces. Des écarts de plus de 1 kWh/(m<sup>2</sup>a) seraient reconnaissables dans la moyenne. Ils n'apparaissent pourtant pas.
- La méthode de calcul ainsi que les conditions utilisées se vérifient dans la pratique. Les différences entre le bilan calculé et les valeurs mesurées sont très faibles.
- **Zusätzliche Wärmeverluste**, Les pertes de chaleur supplémentaires c'est à dire les pertes de transfert de chaleur ou les pertes due à l'aération par le fenêtres, d'après les statistiques publiées, n'ont aucune influence importante sur la consommation de chaleur. Elles doivent donc être comprises dans les limites de  $\pm 1$  kWh/(m<sup>2</sup>a) et sont du coup, négligeables.

## Conclusion

**Des utilisateurs différents, même s'il habitent les mêmes maisons ont des comportements différents. D'ailleurs même très différents: des écarts-type de von  $\pm 50\%$  ne sont pas des exceptions. Cela n'est pas spécifique aux maisons passives. La cause principale est liée à la température "conseillée" pendant la période de chauffe. Cela dit, les consommations les plus élevées dans les maisons passives sont encore nettement plus faibles que les plus faibles dans les constructions neuves habituelles...**

**Le concept de maison passive conduit d'une manière prouvée et reproductible à une très grande économie d'énergie, qui est de plus de 90% par rapport à la moyenne du parc existant et comparé aux règlement des constructions neuves, en moyenne encore d'environ 80%.**

## Literatur:

[Ebel 2003] Ebel, W.; Großklos, M.; Knissel, J.; Loga, T. und Müller, K.: **Habiter dans les maisons passives et à basse énergie. Une analyse comparative des facteurs d'utilisation. Basé sur l'exemple du lotissement „Gartenhof Lummerlund“ à Wiesbaden-Dotzheim**, Endbericht / Energie; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt 2003.

[Feist/Loga/Großklos 2000] Feist, W.; Loga, T. und Großklos, M.: **La confirmation par les mesures - Consommation d'énergie de 22 maisons passives à Wiesbaden en dessous de 15 kWh/m<sup>2</sup> de surface habitable**, in BundesBauBlatt, 3/2000, S. 23-27.

[Loga 1997] Loga, Tobias; Müller, Kornelia; Menje, Horst: **Le lotissement à basse énergie de Distelweg à Niedernhausen**, Ergebnisse des Messprogramms, 1. Auflage, Institut Wohnen und Umwelt, 1997.

[Peper/Feist 2001] Peper, Sören; Feist, Wolfgang: **Etudes et évaluation des mesures - Le lotissement de maisons passives, neutres pour le climat de Hannovre-Kronsberg**; 1. Auflage, Proklima, Hannover 2001; dieser Bericht kann kostenlos bei [proKlima](#) bezogen werden.

[Peper/Feist 2002] Peper, Sören; Feist, Wolfgang: **Le lotissement neutre pour le climat de Hannovre-Kronsberg. Analyse de la troisième année d'exploitation**; 1. Auflage, Proklima, Hannover 2002; dieser Bericht kann kostenlos bei [proKlima](#) bezogen werden.

[Reiß/Erhorn 2003] Reiß, Johann und Erhorn, Hans: **Validation par la technique de mesure du concept énergétique d'un développement de la maison passive à Stuttgart-Feuerbach**, IBP-Bericht WB 117/2003,

d'énergie. Ce n'est pourtant pas le cas. L'efficacité est améliorée dans les composants qui sont de toute façon nécessaires dans une construction. Du coup, il est possible d'obtenir une charge financière avec une maison passive qui soit inférieure de celle que l'on aurait avec une construction plus standard. Cela est rendu possible parce que les économies d'énergie annoncées sont aussi réelles. Comme le montre les lotissements documentés ici.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart 2003.

[Schnieders/Feist 2001] Schnieders, Jürgen; Feist, Wolfgang; Pfluger, Rainer; Kah, Oliver: **CEPHEUS - accompagnement scientifique et évaluation , Rapport final**, Projektinformation Nr. 22, 1. Auflage, Passivhaus Institut, 2001

(actualisé le 31.10.2006 Auteur: Dr. Wolfgang Feist © Passivhaus Institut; Reproduction autorisée sans modification et mention de la source. Ces pages sont régulièrement actualisées et augmentées. Traduction:lamaisonpassive.fr)