

# RAPPORT DE RECOMMANDATIONS

MISSION INTÉGRALE HBO LICENCE ARCHITECTURE - PHASE 2



**N. Monsengo**

*06-08-2023*

Numéro d'étudiant : 4844777

Institut : NCOI

Formation : Architecture

Module : Mission Intégrale HBO Licence Architecture Phase 2

## AVANT-PROPOS

Il y a quelques mois, j'ai réalisé un rapport de conseil en Énergie & Installation pour le compte de l'Institut NCOI. Il s'agit d'un rapport de conseil sur la maison d'angle située Dorpsdijk 181 à Rhoon. Ce rapport fait suite au premier rapport.

Actuellement, je suis encore étudiante à NCOI. La réalisation de ce rapport de conseil me donne la possibilité de tester toutes les connaissances que j'ai acquises jusqu'à présent sur une maison physique. Lors de la réalisation du précédent rapport de conseil, j'ai eu la possibilité de photographier et d'étudier la maison. C'était nécessaire, car la commune ne disposait pas de plans de construction de la maison.

Je tiens à remercier mon bon ami Silvano pour cela. Il a mis sa maison à ma disposition. Et bien sûr, je remercie également l'institut de m'avoir donné la possibilité d'en apprendre davantage sur la rénovation d'une maison, qui doit également répondre aux exigences BENG.

- Nadia Monsengo  
La Haye, 10 août 2023

## RÉSUMÉ

Au fil des ans, aux Pays-Bas, j'ai découvert différents types de logements, tant personnellement que des logements de famille et d'amis. J'ai remarqué que de nombreux logements n'ont pas une bonne isolation ou n'en ont pas du tout. Il s'agit principalement d'anciens logements locatifs, de logements de sociétés de logement et de logements privés. Malheureusement, il y a encore trop de propriétaires et de sociétés de logement qui ne travaillent pas à l'amélioration des logements locatifs. En tant qu'ingénieur en bâtiment, il est intéressant d'étudier ce qui peut être fait pour rendre ces logements économes en énergie et rédiger un rapport de conseil à ce sujet. écrire.

Un rapport de conseil sur le même logement a été rédigé il y a quelques mois. Ce rapport de conseil est une suite au premier rapport de conseil. Dans ce rapport de conseil, outre l'installation, on examine comment le logement peut être rendu économe en énergie en termes de structure. On examine les matériaux et les propriétés de la structure actuelle : les fondations, la façade et le toit.

Aux Pays-Bas, les logements construits avant les années 70 étaient fondés sur des pieux en bois et selon la méthode traditionnelle méthode de construction, à savoir la construction par empilement. Les planchers étaient en bois, le toit était en grande partie en bois et la façade était constituée d'un mur creux non isolé.

Sur la base de l'état actuel du logement et des exigences du client et de la législation, j'ai commencé à examiner les possibilités d'une alternative. Le choix s'est porté sur la construction coulée en combinaison avec la construction modulaire. Construction modulaire pour la pose d'éléments de toiture sandwich préfabriqués et la pose de planchers à larges plaques (isolés) et la construction coulée pour la construction de nouveaux éléments porteurs murs intérieurs et le coulage de béton sur des planchers à larges plaques. Les vitres des fenêtres sont remplacées par des vitres HR++ ou du triple vitrage et le cadre des châssis est remplacé par un PVC profilé de fenêtre. Les portes peuvent être isolées, entre autres, à l'aide de joints d'étanchéité et de bandes d'étanchéité.

En ce qui concerne l'installation, nous pouvons conclure que le logement, outre une pompe à chaleur électrique et une ventilation équilibrée, a également besoin de panneaux solaires et d'un chauffe-eau solaire pour fournir au logement la besoin énergétique nécessaire et la récupération d'énergie.

Dans les calculs RC, on peut voir que le toit, les planchers et le mur creux répondent aux exigences du Règlement sur la construction. Dérivé des calculs effectués dans Uniec 3, nous pouvons également conclure que dans le logement modifié, le besoin énergétique ne dépasse pas l'exigence, moins d'énergie fossile primaire est utilisée que ce qui est autorisé et la part d'énergie renouvelable est supérieure à 50 %. 50 % l'énergie renouvelable est l'exigence minimale BENG. Il est donc conseillé d'utiliser les matériaux et installations dans ce rapport.

# TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	1
RÉSUMÉ	2
TABLE DES MATIÈRES	3
INTRODUCTION	4
CONTENU	5
ÉTAPE 1 : DESCRIPTIONS	5
Fondation	5
Structure/Méthode de construction	6
Construction du toit et de la façade	6
Dessins de détail	7
ÉTAPE 2 : CAHIER DES CHARGES	8
ÉTAPE 3 : ALTERNATIVE DE CONSTRUCTION	8
Méthode de construction	8
Physique du bâtiment	8
Technique d'installation	10
ÉTAPE 5 : JUSTIFICATION ALTERNATIVE & CALCULS	11
Calculs Rc (toit, façade et rez-de-chaussée)	11
Calculs de ventilation	11
Conception globale des besoins et de la production d'énergie	11
ÉTAPE 5 : JUSTIFICATION ALTERNATIVE & CALCULS	11
Conseil	11
Points sensibles ou d'attention	12
LISTE DE RÉFÉRENCES	13
ANNEXE 2 : PHOTOS DE LA MAISON ACTUELLE	14
ANNEXE 3 : CAHIER DES CHARGES - BENG	15
ANNEXE 4 : CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE DE LA MAISON ALTERNATIVE	18
ANNEXE 5 : CALCUL DE VENTILATION	21
ANNEXE 6 : RÉSULTATS DE LA CONSOMMATION ET DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES	25

## INTRODUCTION

Aux Pays-Bas, beaucoup de gens vivent encore dans des logements mal isolés. Principalement des logements avec du simple vitrage, mais aussi suffisamment de logements sans isolation adéquate des sols, des murs ou des toits. Il y en a même des logements qui manquent complètement de cela. Selon un article de presse de la NOS datant de 2022, un sur six particuliers les logements locatifs ont du simple vitrage dans le salon et un quart des locataires ont du simple vitrage dans les chambres. Un locataire ne peut pas résoudre ce problème. Cela doit être résolu par le propriétaire ou par la société de logement. Dans mon entourage, il y a des amis et des membres de la famille qui vivent dans de tels logements. Le logement dans ce rapport est un logement loué par un bon ami. Le logement a été construit en 1960. Avant 1975, les logements n'étaient pas isolés. Un certain nombre de logements avaient un mur creux, mais pas d'isolation dans le mur creux. Un logement mal isolé entraîne une forte consommation d'énergie sans chauffage réel du logement. Le logement fuit pour ainsi dire.

Une solution doit être trouvée au problème ci-dessus. Une solution est le logement de rénover de manière à ce qu'il réponde aux exigences BENG.

La question centrale est donc la suivante : « Comment le logement situé Dorpsdijk 181 à Rhoon peut-il être rénové de manière à ce qu'il réponde aux exigences BENG ? »

Dans le premier chapitre du rapport de conseil, nous examinons les matériaux et les propriétés des éléments du logement actuel. À savoir, les fondations, la méthode de construction, le toit et la construction de la façade. De quoi sont faits les matériaux et quelles sont les propriétés de ces matériaux ? Pour plus de clarté, des détails architecturaux et des photos sont ajoutés en annexe.

Le chapitre 2 contient un Programme d'Exigences, composé d'exigences fonctionnelles, techniques et de performance. Le programme contient les souhaits du client et les exigences qui sont posées sont imposées par la législation.

Une fois que l'état actuel du logement et les souhaits du client sont clairs, il est examiné une possibilité de rénover le logement afin qu'il réponde aux exigences BENG. Ces informations se trouvent dans le troisième chapitre. Les aspects qui reviennent dans ce chapitre sont les méthode de construction, physique du bâtiment et technique d'installation.

Le quatrième chapitre contient des dessins de détails, qui montrent comment les parties de la construction du logement rénové sont assemblées. Les dessins de détails sont également ajoutés en annexe.

En plus d'une belle histoire de la nouvelle variante de logement et d'un certain nombre de dessins de détails, il est également important de montrer à l'aide des calculs si la nouvelle variante répond réellement aux Exigences BENG. Cela se fait en effectuant des calculs Rc et des calculs de ventilation et une approche globale de la demande et de la production d'énergie. Ce dernier a été réalisé en utilisant le programme Uniec 3.

Finalement, dans le dernier chapitre, un avis motivé et étayé est donné sur le méthode choisie et les éventuels points de blocage et points d'attention qui surviennent lors de la rénovation de Dorpsdijk 181 à Rhoon.

## CONTENU

### ÉTAPE 1 : DESCRIPTIONS

Ce rapport d'avis fait suite au rapport d'avis BENG-ENERGIE du module Énergie & Installation. La maison utilisée est une maison d'angle située Dorpsdijk 181, à 3161 Rhoon. Rhoon est une partie de la municipalité d'Albrandswaard.

Petit résumé : La maison a été construite en 1960, a une superficie de 78m<sup>2</sup> et n'a pas de label énergétique. Étant donné que la municipalité avait indiqué ne pas avoir de plans de construction de la maison, certaines informations sur la maison sont basées sur des recherches en ligne.

#### Fondation

##### Matériau + Propriétés

Les maisons d'avant les années 70 ont été construites sur des fondations en bois. Aux Pays-Bas, il existait du bois de conifères pour les pieux de fondation en bois. Un type de bois sensible aux bactéries et aux champignons. Les<sup>1</sup> De méthodes de fondation « fondation sur pieux » consistaient alors en la méthode d'Amsterdam et la méthode de Rotterdam. Étant donné que Rhoon est proche de Rotterdam, je suppose que la méthode de Rotterdam a été utilisée pour cette maison. Dans cette méthode, la fondation se compose du pieu en bois, du bois longitudinal, du bois coulissant et au-dessus de la maçonnerie.

Les propriétés des pieux de fondation en bois, du bois en général et du bois de conifères sont les suivantes :

Pieux de fondation en bois	Bois en général	Bois de conifères
<ul style="list-style-type: none"><li>● Ils sont écologiques et peuvent être réutilisés</li><li>● Le poids des pieux est faible, ce qui le rend facile à déplacer et nécessite peu de main-d'œuvre pour le battage.</li><li>● Le battage avec des pieux de fondation en bois cause peu de nuisances sonores</li><li>● Ont une faible capacité de charge. Environ 80-120 kN</li><li>● Est uniquement utilisé sous l'eau.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Durable</li><li>● Inflammable</li><li>● Faible vitesse de combustion</li><li>● Fort</li><li>● Léger</li><li>● Matériau biologique (naturel)</li><li>● Le bois est tenace et flexible</li><li>● Le bois gonfle et rétrécit</li><li>● Le bois est hygroscopique : Le taux d'humidité du bois s'adapte à l'humidité de l'environnement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Croissance rapide</li><li>● Essence de bois tendre (en comparaison avec le bois dur)</li><li>● Couleur jaune/couleur claire</li><li>● A de la résine</li><li>● A une structure grossière</li><li>● A des cernes de croissance clairs</li><li>● A de larges cernes de croissance</li><li>● A une structure dure</li><li>● A beaucoup de nœuds</li></ul>

23

van Kuijeren, F. (2021, 18 avril) Bouwkundige gebreken bij woningen uit de jaren 60 en jaren 70, VK Makerlaars, <https://vkmakelaars.nl/blog/bouwkundig-advies/bouwkundige-gebreken-woningen-jaren-60-70/>

<sup>2</sup> Bone, A.H.L.G. (2021). Basisboek Bouwkunde (5e druk). ThiemeMeulenhoff bv

<sup>3</sup> Propriétés du bois, s.d. Consulté le 15 septembre 2023 sur DPV Parket, <http://www.dpvparket.nl/houteigenschappen/>

## Construction/Méthode de construction Matériau + Propriétés

Selon mon estimation, la maison a été construite selon la méthode de construction traditionnelle/empilée. C'est une méthode de construction où tout est construit sur le chantier. Les pierres sont empilées une par une. Cette méthode de construction est courante pour les maisons basses en maçonnerie. Le mur intérieur est alors en pierre silico-calcaire (aujourd'hui, c'est la norme pour les murs intérieurs) et le mur extérieur est en briques. Les types exacts de briques utilisés sont inconnus. Il est fort probable que les murs intérieurs soient également en maçonnerie de briques.

Le type de plancher le plus courant aujourd'hui dans la construction empilée est le plancher à plaques larges ou un plancher à dalles alvéolées. Au début des années 60, cependant, des planchers en bois étaient encore utilisés pour les maisons. Ce n'est qu'à partir de milieu des années 60 que des planchers kweektaal non isolés ou des planchers à enveloppe ont été utilisés. Un plancher kweektaal est un plancher constitué de béton préfabriqué armé, dans lequel du chlorure de calcium était utilisé pour le durcissement du plancher.<sup>5</sup>

Le tableau ci-dessous présente les propriétés des planchers à plaques larges et des planchers à dalles alvéolées.

Plancher à plaques larges	Plancher à dalles alvéolées
<ul style="list-style-type: none"> <li>● La portée maximale est de 8 à 10 m</li> <li>● La largeur est de 2, 3, 5 ou 7 m</li> <li>● L'épaisseur est de 200 à 300 mm</li> <li>● A une grande liberté de forme</li> <li>● A des poutres en treillis qui fonctionnent comme armature principale, moyen de levage et assurent force et rigidité</li> <li>● Ont un poids important.</li> <li>● Le montage prend du temps</li> <li>● Peut facilement intégrer des canalisations dans le couche de compression</li> <li>● Les coutures ne sont pas visibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grande portée</li> <li>● Utilisation de peu de matières premières</li> <li>● Montage rapide</li> <li>● Faibles coûts</li> <li>● Ont des canaux creux</li> <li>● Peuvent supporter des charges élevées</li> <li>● Épaisseur : 135 à 500 mm</li> <li>● Largeur : 600 ou 1200 mm</li> <li>● Longueur : 5 à 18 m</li> <li>● Faible poids propre</li> <li>● Disponible avec ou sans isolation (thermique) sur le dessous.</li> <li>● A des coutures qui doivent être finies.</li> <li>● Sont étanches à l'air</li> </ul>

67

## Toit et construction de façade Matériau + Propriétés

Toit : Le toit de la maison est un toit à deux versants, de type toit à deux versants arrondi. Le toit à deux versants est constitué d'une structure de toit en bois, d'un platelage de toit en bois et d'une couverture de toit composée de tuiles. Isolation

<sup>4</sup> Construction empilée, s.d. Consulté le 15 septembre 2023 sur Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/stapelbouw.shtml>

<sup>5</sup> Plancher Kweektaal, s.d. Consulté le 15 septembre 2023 sur Wikipedia, <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kweektaalvloer>

Plancher à plaques larges, Plancher de coffrage, s.d., Joost de Vree, Consulté le

16 septembre sur <https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

Plancher à dalles alvéolées, s.d. Consulté le 16 septembre 2023 sur Joost

de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/kanaalplaatvloer.shtml>

n'a été appliqué dans les toitures qu'à partir de 1975. D'après la photo prise de l'intérieur du logement, voir photos en annexe 2, je dirais qu'il s'agit d'une charpente à pannes et non d'une

charpente à fermes, car les poutres horizontales sont dans le sens de la longueur et le platelage du toit est pas certain que le toit du logement ait été isolé depuis le moment de la construction jusqu'à <sup>8</sup> Het is niet zeker of het dak van de woning vanaf het bouwmoment tot op heden is geïsoleerd.

D'après les conversations que j'ai eues avec l'occupant et ma propre expérience dans la maison, j'ose dire que le toit n'est pas isolé ou que la bonne isolation n'a pas été appliquée.

Façade : La façade du logement est constituée d'un mur creux. Le parement extérieur est en maçonnerie de briques. Le matériau du mur intérieur est inconnu. Le béton cellulaire est un matériau connu qui est utilisé comme murs intérieurs porteurs et non porteurs, mais n'a été utilisé dans les années 70 que dans

la construction de logements et introduit à la Jaarbeurs. Il est fort probable que le mur intérieur soit également constitué de <sup>9</sup> De kans is groot dat de binnenmuur ook bestaat uit maçonnerie de briques. Étant donné qu'il n'y a pas de plans de construction disponibles, cela ne peut pas être dit avec 100% certitude.

Les propriétés de la structure du toit et du platelage du toit (matériau de la plaque, liteaux et contre-lattes) ne sont pas ajoutées dans le tableau ci-dessous, car le matériau est en bois. Les propriétés du bois sont décrites dans le tableau sous le titre « Fondation ». Ci-dessous, les propriétés des tuiles en céramique et des briques sont décrites :

Couverture de toit : Tuiles (céramique)	Briques
<ul style="list-style-type: none"><li>● Incombustible</li><li>● Durable</li><li>● Manutention facile</li><li>● Résistant aux intempéries</li><li>● Abordable</li><li>● Longue durée de vie</li><li>● Aspect authentique</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Haute résistance à la pression</li><li>● Résistant au gel</li><li>● Réutilisable</li><li>● Peut retenir et dégager de la chaleur</li><li>● Durable</li><li>● Flexible : Convient à de nombreux types de travaux</li><li>● Ne rétrécit pas</li><li>● Insonorisant</li><li>● Ignifuge</li><li>● Disponible en différentes couleurs</li></ul>

101112

#### Dessins de détails

Les dessins de détails sont ajoutés en annexe 1 et les photos en annexe 2. Il n'est pas tout à fait possible de voir quelle est la méthode de construction sur les photos, sauf les photos où l'on voit une partie du toit à l'intérieur et

<sup>8</sup>D. Années 60 et 70, s.d. Consulté le 16 septembre 2023 sur Duurzaam010, [https://www.joostdevree.nl/shtmls/kalkzandsteen.shtml](https://duurzaam010.nl/thema/jaren-60-en-70/Béton cellulaire, s.d. Consulté le 16 septembre 2023 sur Joost de Vree, <a href=)  
Tuiles : types + prix, s.d. Consulté le 16 septembre 2023 sur Mijn Dak Dekker <https://www.mijn-dakdekker.nl/dakbedekking/dakpannen>  
Béton cellulaire, s.d. Consulté le 16 septembre 2023 sur Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/kalkzandsteen.shtml>

<sup>12</sup>Brique, généralités, s.d. , Joost de Vree, Consulté le 16 septembre 2023 sur [https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/baksteen\\_algemeen.htm#Voornaamste%20eigenschappen%20van%20baksteen](https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/baksteen_algemeen.htm#Voornaamste%20eigenschappen%20van%20baksteen)

le mur extérieur, composé de briques de maçonnerie.

### ÉTAPE 2 : PROGRAMME D'EXIGENCES

Le programme d'exigences est inclus dans l'annexe.

### ÉTAPE 3 : ALTERNATIVE STRUCTURELLE

Selon les exigences BENG, la maison doit répondre aux exigences suivantes :

BENG 1 - Besoins énergétiques maximum :	Max 25 kWh/m <sup>2</sup> /an
BENG 2 - Consommation d'énergie primaire fossile :	Moins de 25 kWh/m <sup>2</sup> /an
BENG 2 - Part des énergies renouvelables :	Utiliser au moins 50 % d'énergie renouvelable comme les panneaux solaires ou l'énergie éolienne. <sup>13</sup>

#### Méthode de construction

La méthode de construction actuelle est la construction empilée. Une alternative structurelle en termes de méthode de construction est le béton coulé en combinaison avec la construction modulaire (préfabriquée). Des coffrages sont coulés sur le chantier avec du béton, où le plancher porteur et les murs intérieurs sont fixés ensemble. Le béton coulé est plus souvent utilisé lors de la construction d'une série de maisons. La maison dans ce rapport de conseil est une maison d'angle, ce qui rend l'utilisation du béton coulé différente. Les murs et les planchers ne sont pas coulés ensemble (coffrage tunnel). Ceci est possible, mais se produit plus souvent avec une série de maisons au lieu d'une maison. Pour la maison en question, les murs intérieurs sont coulés et un plancher système est utilisé pour les planchers. Le plancher système est utilisé.<sup>14</sup> Pour cette maison, un plancher à larges plaques est le meilleur choix comme plancher système, car un plancher à larges plaques a une grande liberté de forme. L'application d'évidements n'est pas difficile et il y a de l'espace dans le plancher pour traiter les tuyaux et les câbles.<sup>15</sup> De plus, le plancher peut également servir de rez-de-chaussée, à condition d'appliquer une isolation sous le plancher. Le plancher peut également servir de plancher de toit. Le mur intérieur est ensuite recouvert d'isolation et d'un mur creux extérieur en maçonnerie à l'extérieur. Le toit est recouvert d'éléments sandwich isolants (préfabriqués) et de tuiles. (préfabriqués) et de tuiles.

D'autres matériaux plus lourds sont utilisés pour la méthode de construction alternative. Cela signifie que la fondation, pour transmettre la charge au sol porteur, doit être remplacée par une fondation en béton avec une poutre de fondation plus large. Ceci est représenté dans le dessin de détail de la nouvelle variante.

#### Physique du bâtiment

Pour que la maison réponde aux exigences BENG, les alternatives suivantes sont réalisables :

1. Tout d'abord, la maison doit répondre aux exigences suivantes du Code de la construction :
  - a. Valeur Rc plancher du rez-de-chaussée : >3,7 m<sup>2</sup>K/W
  - b. Valeur Rc façade : >4,7 m<sup>2</sup>K/W
  - c. Valeur Rc toit : >6,3 m<sup>2</sup>K/W
  - d. Valeur U ouvertures de façade : <1,65 W/m<sup>2</sup>K

---

Qu'est-ce que BENG et quelles sont les exigences BENG, s.d. Consulté le 25 septembre 2023 auprès de van Schijndel Bouwgroep, <https://vanschijndel-bouwgroep.nl/nieuws/wat-is-beng/>

<sup>14</sup> Béton coulé, s.d. Consulté le 25 septembre 2023 auprès de Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/gietbouw.shtml>  
Plancher à larges plaques, Plancher à plaques de coffrage, s.d., Joost de Vree, Consulté le 25 septembre 2023 auprès de Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

- e. La construction de séparation entre un espace chauffé et non chauffé doit également être d'au moins  $>4,7 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Remplacer le plancher en bois du rez-de-chaussée par un plancher système, tel qu'un plancher à larges plaques, avec en dessous la fixation de l'isolation. Un plancher à larges plaques est constitué de plaque de béton préfabriquée armée, poutrelles en treillis, treillis d'armature et une couche de béton armé. Le béton est un matériau qui peut bien isoler, stocker la chaleur et il est résistant à l'humidité. <sup>16</sup>
  - Remplacer également le plancher d'étage en bois par un plancher à larges plaques, avec isolation en dessous et fini avec des plaques de plâtre au plafond.
  - Pour le plancher de toit, la même chose s'applique qu'au point 2.
  - Une alternative pour le toit lui-même est d'utiliser des éléments sandwich isolés, tels que Unidek Aero DeLuxe. Ces éléments sont préfabriqués et ont une épaisse couche d'isolation de 19mm et une valeur Rc de 6,09 à 7,01  $\text{m}^2\text{K/W}$ . De plus, l'utilisation de éléments sandwich permet de gagner du temps.<sup>17</sup>
  - Une alternative pour la façade est d'ajouter de l'isolation dans un mur creux. La façade est isolée et à la jonction de la façade avec le toit, il y a de l'espace, de sorte que la ventilation dans le cavité empêche. L'ajout d'un joint de dilatation ouvert à la jonction du toit, au-dessus du niveau du sol et au-dessus des fondations assurera également la ventilation dans la cavité et l'évacuation de l'eau de pluie.
  - Une alternative pour le mur intérieur est d'utiliser du béton de mortier pour créer un mur porteur. faire. Le béton est coulé dans un coffrage. Le béton est un matériau de grande masse. Il peut bien retenir la chaleur et la libérer plus tard. Il réduit la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation, ce qui permet d'économiser sur les coûts énergétiques. Il réduit également les températures de pointe, ce qui réduit ou élimine la nécessité de la climatisation est nécessaire. En consommant peu d'énergie, il contribue à la réduction de l'effet de serre.
  - Pour les ouvertures de façade, au lieu de simples ou double vitrage, du verre HR++ ou triple doit être utilisé. HR++ a un revêtement et un gaz isolant entre les verres, ce qui assure l'isolation. Le triple vitrage aussi, seulement il a le triple vitrage a 3 plaques de verre. Une autre option plus coûteuse est le verre sous vide.
  - En plus des verres eux-mêmes, il faut faire attention à l'ensemble fenêtre. Selon l'EPB (Performance énergétique des bâtiments) <sup>18)</sup> une fenêtre peut avoir au maximum un Valeur U/coefficient de transmission thermique de 1,5  $\text{W/m}^2\text{K}$ . La valeur U complète ( $U_w$ ) est déterminée

**U-WAARDE RAMEN**

U-waarde profiel ( $U_f$ ) ?

W/m<sup>2</sup>K

U-waarde glas ( $U_g$ ) ?

W/m<sup>2</sup>K

thermisch verbeterde afstandhouders? ?

---

U-waarde geheel ( $U_w$ ) ?

W/m<sup>2</sup>K

**BEREKEN**

Plancher à larges plaques, Plancher à plaques de coffrage, z.d., Joost de Vree, Consulté le 25 septembre 2023 auprès de Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

<sup>17</sup> Unidek Aero Deluxe z.d., Kingspan, Consulté le 25 septembre 2023 auprès de Kingspan,

<https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/unidek/products/netherlands/unidek-aero-deluxe/kingspan-unidek-aero-deluxe-pro-duct-data-sheet-nl-nl.pdf>

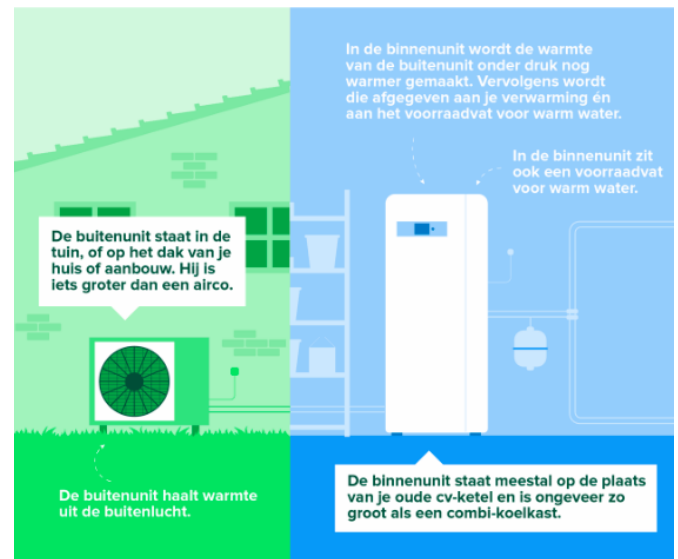
Première partie des normes européennes EPB publiée le 27 juin 2017, Performance énergétique des bâtiments <https://www.gebouwenergieprestatie.nl/veelgestelde-vragen/>

porte vitrée (valeur Ug), profilé (valeur Uf) et entretoises. Le verre peut avoir un maximum coefficient de transmission thermique de 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Lors de l'utilisation d'un profilé de fenêtre en PVC en combinaison avec du triple vitrage et des entretoises thermiquement améliorées, nous arrivons à une Valeur U de 1,20 W/m<sup>2</sup>K. Cela respecte l'exigence de 1,5 W/m<sup>2</sup>K. <sup>19</sup>

10. En ce qui concerne les portes, il n'est pas nécessaire de prévoir une alternative pour une porte. Les mêmes portes peuvent être utilisées avec une méthode d'isolation soignée. Une porte peut être isolée en appliquant des joints d'étanchéité et des bandes d'étanchéité, en plaçant une brosse ou un clapet de boîte aux lettres ou en remplaçant un cadre de porte. <sup>20</sup>

### Technique d'installation Chauffage

Actuellement, la chaudière à condensation VR de Vaillant est la source de chaleur de la maison. Il fournit à la fois de l'eau chaude dans la douche et cuisine ainsi que la température dans la maison. Une alternative à cette méthode est la pompe à chaleur électrique. La pompe à chaleur électrique se compose de 2 parties : Une unité extérieure et une unité intérieure. L'unité extérieure absorbe (chaud) l'air, le sol ou les eaux souterraines et le transmet à la unité intérieure, qui la réchauffe ensuite davantage. Pour chauffer l'eau, un réservoir de stockage est présent dans l'unité intérieure. La seule condition pour utiliser un appareil électrique pompe à chaleur est que la maison soit entièrement et très bien isolée, car une pompe électrique uniquement fournit des températures entre 45 et 55 degrés. <sup>21</sup>



### Ventilation

La ventilation dans la maison est actuellement régulée par le système A (alimentation naturelle et évacuation naturelle) et le système C (alimentation naturelle et évacuation mécanique). Un certain nombre de fenêtres dans la maison ont une grille de ventilation en haut et une évacuation mécanique au plafond dans la salle de bain et les toilettes. Une alternative à cela est la ventilation équilibrée avec récupération de chaleur système (WTW). La ventilation équilibrée garantit que l'alimentation et l'évacuation de l'air sont égales et avec le ajout d'un capteur de CO<sub>2</sub> et d'humidité, la quantité exacte d'air est surveillée et mis à jour. Par exemple, au moment de la cuisson, de la douche ou lorsqu'il y a plus de personnes présentes dans la maison que d'habitude. <sup>22</sup> L'unité de récupération de chaleur (WTW) garantit que l'air froid qui entre

<sup>19</sup> Que signifie la mystérieuse valeur U, s.d., Consulté le 02 octobre 2023 auprès de Kwadro,

<https://www.kwadro.be/nl/blog/wat-betekent-de-mysterieuze-u-waarde#:~:text=Volgens%20de%20EPB%20Dregelgeving%20mag,zijn%20dan%201.5W%2Fm%C2%B2K>.

Double vitrage, verre HR, triple vitrage et verre sous vide, s.d., Consulté le 02 octobre 2023 auprès de Milieu Centraal, <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-triple-glas/>

Pompe à chaleur entièrement électrique, s.d., Consulté le 02 octobre 2023 auprès de Milieu Centraal, <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/>

<sup>22</sup> Ventilation économe en énergie, s.d., Consulté le 02 octobre 2023 auprès de Feenstra,

<https://www.feenstra.com/ventilatie/energiezuinig/#:~:text=Balansventilatie%20is%20een%20energiezuinig%20vorm,over%20een%20warmte%20terugwin%20systeem>.

est réchauffé par la chaleur de l'air évacué. Un évent est placé dans chaque pièce placée.

#### ÉTAPE 4 : DESSINS DE DÉTAIL LOGEMENT ALTERNATIF

Les dessins de détail (détail des fondations, y compris le plancher du rez-de-chaussée, détail de la rive de toit, détail du cadre et détail plancher-façade) sont inclus en annexe.

#### ÉTAPE 5 : JUSTIFICATION ALTERNATIVE & CALCULS

Calculs Rc (toit, façade et plancher du rez-de-chaussée)

##### Résistance thermique

Pour répondre aux exigences BENG, il est important que le logement réponde aux exigences suivantes résistance thermique selon le Code de la construction :

- Plancher de toit : Une résistance thermique d'au moins 3,7 m<sup>2</sup> x K/W
- Plancher du rez-de-chaussée : Une résistance thermique d'au moins 3,7 m<sup>2</sup> x K/W
- Murs creux : Une résistance thermique d'au moins 4,7 m<sup>2</sup> x K/W
- Toit : Une résistance thermique d'au moins 6,3 m<sup>2</sup> x K/W

Les règles suivantes s'appliquent aux résistances thermiques :

- Coefficient de conductivité thermique (valeur  $\lambda$ ) : Plus il est élevé, meilleure est la conduction et donc une isolation plus mauvaise.
- Épaisseur : Plus le matériau est épais, meilleure est la résistance thermique du matériau.

Les calculs des résistances thermiques des alternatives de construction sont inclus en annexe

4. Il ressort de ces calculs que les résistances thermiques des différents éléments de construction sont conformes aux exigences du Code de la construction.

Calculs de ventilation

Les calculs de ventilation sont inclus en annexe 5.

Aperçu global des besoins énergétiques et de la production d'énergie

Dans Uniec 3, les données du logement et les installations nécessaires ont été saisies pour obtenir un label énergétique A+++ . Le résultat est inclus en annexe 6. Il montre également les besoins énergétiques et la production d'énergie.

#### ÉTAPE 5 : JUSTIFICATION ALTERNATIVE & CALCULS

Conseil

La rénovation d'un logement peut se faire de différentes manières. Le choix s'est porté sur la construction coulée en combinaison avec la construction modulaire (préfabriquée), car c'est la méthode la plus rapide. Avec la construction coulée, une grande partie de la maison doit être démolie. Une autre option aurait été de placer des cloisons de doublage contre les murs extérieurs, mais l'inconvénient est que la maison devient plus petite à l'intérieur. De plus, comme le mur est fini avec des plaques de plâtre, le risque de pont thermique est plus grand si cela n'est pas bien fait, contrairement à un mur intérieur constitué d'un seul ensemble. Le mur extérieur est également démoli.

et à nouveau empilés les uns sur les autres. Ceci est fait parce que le moulage n'est pas possible autrement (il y a coffrage utilisé) et parce que le contrôle de la qualité, des fissures et autres défauts du mur extérieur les irrégularités et les réparations coûtent cher. Parce que la structure est en béton, elle fournit un contribution à un environnement intérieur sain, au confort thermique et donc à une faible facture énergétique.<sup>23</sup>

Les calculs effectués pour formuler l'étiquette énergétique ont conclu qu'en plus d'un pompe à chaleur électrique, la variante de logement a également besoin d'un chauffe-eau solaire et de panneaux solaires (système photovoltaïque) doit répondre aux besoins énergétiques et produire simultanément de l'énergie renouvelable. Il est conseillé d'appliquer 6 panneaux photovoltaïques d'Astroenergy des deux côtés du toit. Pour le chauffe-eau solaire, il est conseillé de prendre le type Remasol Zonneboiler RemaSOL 200SE\_2S(+2DB200) de la marque Remeha. Il s'agit d'un chauffe-eau solaire qui préchauffe. Le chauffe-eau solaire contribue à énergie thermique durable, fournit de l'eau chaude sanitaire et a une fonction de secours.

#### Points sensibles ou d'attention

Lors de la mise en œuvre de la variante de logement, une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- Le mur intérieur et les planchers ne sont pas fixés ensemble. Si l'isolation n'est pas correctement placée, des ponts thermiques et des pertes de chaleur peuvent se produire entre les éléments de construction. En relation avec le fonctionnement de la pompe à chaleur électrique, cela ne doit absolument pas se produire. Si cela se produit oui, alors la pompe à chaleur électrique doit être remplacée par un autre type de générateur. La transition entre le toit et les façades et les planchers et les façades doit également être surveillée être gardé.
- En plus des éléments de construction, ce qui précède s'applique également aux éléments transparents (verre des fenêtres et des portes).<sup>24</sup> Un pont thermique peut se produire en cas d'isolation insuffisante au niveau des écrans et volets roulants et lorsque l'isolation est percée par des tuyaux. Cela ne doit absolument pas se produire.

#### Conseils pour éviter les ponts thermiques

- Connecter l'isolation de manière transparente en utilisant, par exemple, du ruban adhésif en aluminium.
- Garder les murs creux propres.
- Pas de trous dans l'isolation
- Placer du ruban adhésif là où il y a des courants d'air.

---

Buijt-Haverhals, D., (s.d.) Moulage, Appartements & Propriétaire, Consulté le 20 octobre 2023  
<https://www.appartementeneigenaar.nl/Bouwen-verbouwen/bouwtechniek/bouwmethoden-deel-2>

<sup>24</sup>Valeur Psi (s.d.). Joost de Vree, Consulté le 20 octobre 2023 sur <https://www.joostdevree.nl/shtmls/psi-waarde.shtml>

## LISTE DE LITTÉRATURE

### Livres

Basisboek Bouwkunde, 5e druk derde oplage 2021, Thieme Meulenhoff - A.H.L.G Bone

### Sites web :

<https://nl.wikipedia.org/wiki/BENG>

<https://vkmakelaars.nl/blog/bouwkundig-advies/bouwkundige-gebreken-woningen-jaren-60-70/>

<http://www.dvparket.nl/houteigenschappen/>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/stapelbouw.shtml>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Kwaaitaalvloer>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/kanaalplaatvloer.shtml>

<https://duurzaam010.nl/thema/jaren-60-en-70/>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/kalkzandsteen.shtml>

<https://www.mijn-dakdekker.nl/dakbedekking/dakpannen>

[https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/baksteen\\_algemeen.htm#Voornaamste%20eigenschappen%20van%20baksteen](https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/baksteen_algemeen.htm#Voornaamste%20eigenschappen%20van%20baksteen)

<https://vanschijndel-bouwgroep.nl/nieuws/wat-is-beng/>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/gietbouw.shtml>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

<https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/unidek/products/netherlands/unidek-aero-deluxe/kingspan-unidek-aero-deluxe-product-data-sheet-nl-nl.pdf>

<https://www.gebouwenergieprestatie.nl/veelgestelde-vragen/>

<https://www.kwadro.be/nl/blog/wat-betekent-de-mysterieuze-u-waarde#:~:text=Volgens%20de%20EPB%2Dregelgeving%20ma,g,zijn%20dan%201.5W%2Fm%C2%B2K.>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-triple-glas/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/>

<https://www.feenstra.com/ventilatie/energiezuinig/#:~:text=Balansventilatie%20is%20een%20energiezuinige%20vorm,over%20een%20warmte%2Dterugwin%20systeem.>

<https://www.appartementeigenaar.nl/Bouwen-verbouwen/bouwtechniek/bouwmethoden-deel-2>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/psi-waarde.shtml>

ANNEXE 2 : PHOTOS LOGEMENT ACTUEL



ANNEXE 3 : PROGRAMME D'EXIGENCES - BENG

Exigences fonctionnelles	Exigences de performance	Exigences techniques
Offrir une protection contre les précipitations, le vent et les températures extrêmes (étanche et résistant à la pluie)	BENG 1 - Besoins énergétiques maximaux : Demande énergétique du logement limiter en examinant l'énergie maximale nécessaire pour chauffer et refroidir le logement.	BENG 1 - Besoins énergétiques maximaux : Max 25 kWh/m2/an
Offrir une protection contre les personnes et les animaux qui pénètrent.	BENG 2 - Consommation d'énergie primaire fossile : La quantité maximale nécessaire de combustible fossile primaire pour chauffer, refroidir, ventiler et créer de l'eau chaude pour le logement.	BENG 2 - Consommation d'énergie primaire fossile : Inférieure à 5 kWh/m2/an
Offrir un endroit où l'on peut dormir, manger, se reposer et éventuellement travailler.	BENG 2 - Part d'énergie renouvelable : Examiner "le minimum part d'énergie renouvelable en pourcentage de la consommation totale d'énergie"	BENG 2 - Part d'énergie renouvelable : Au moins 50 % d'utilisation d'énergies renouvelables telles que les panneaux solaires ou l'énergie éolienne.
Un endroit avec une atmosphère et une circulation d'air confortables	"Une construction a une installation d'éclairage telle que la construction peut être utilisée et quittée en toute sécurité."	"Un local de séjour dispose d'un dispositif de renouvellement d'air d'une capacité d'au moins 0,7 dm <sup>3</sup> /s par m <sup>2</sup> de surface au sol avec un minimum de 7 dm <sup>3</sup> /s.
Un endroit où l'on n'est pas gêné par le bruit extérieur ou celui des voisins (insonorisation)	"Une construction existante a des constructions de séparation telles que la formation d'allergènes due à l'humidité dans les locaux de séjour, les toilettes et les salles de bains est suffisamment limitée."	"...un local de séjour avec un emplacement pour un appareil de cuisson ou avec un emplacement pour un appareil à combustion ouverte pour l'eau chaude a un dispositif de renouvellement d'air d'une capacité d'au moins 21 dm <sup>3</sup> /s."
Le logement n'a pas de pont thermique ni de perte de chaleur	"Une construction de séparation externe d'un local de séjour, de toilettes ou d'une salle de bains est étanche."	"Une toilette a un dispositif pour renouvellement d'air d'une capacité d'au moins 7 dm <sup>3</sup> /s."
Un endroit où l'on peut produire de la chaleur, de l'énergie et de l'eau chaude de manière durable	"Une construction existante a un dispositif tel pour le renouvellement de l'air que l'apparition d'une qualité de l'air intérieur préjudiciable à la santé est évitée."	"Une salle de bains a un dispositif pour renouvellement d'air d'une capacité d'au moins 14 dm <sup>3</sup> /s."
Un logement qui protège à la fois contre	"L'évacuation de l'air intérieur d'une toilette ou d'une salle de bains a lieu	"Au moins 21 dm <sup>3</sup> /s de la capacité de l'évacuation

du froid comme contre la chaleur. (bonne ventilation)	directement vers l'extérieur."	de l'air intérieur d'une pièce de séjour dans laquelle se trouve un emplacement pour un appareil de cuisson, est directement évacué vers l'extérieur."
Un bâtiment sûr en cas d'incendie	"Une construction existante dispose d'un dispositif permettant, si nécessaire, d'évacuer rapidement l'air intérieur fortement pollué".	"Une pièce de séjour dispose d'un dispositif de ventilation rapide d'une capacité d'au moins 3 dm <sup>3</sup> /s par m <sup>2</sup> de surface au sol de cette pièce."
	"Un bâtiment à construire est presque neutre en énergie."	"Une construction de séparation extérieure verticale d'un espace de séjour, de toilettes ou d'une salle de bains, a une résistance thermique d'au moins 4,7 m <sup>2</sup> x K/W"
	"Un bâtiment à construire est conçu de manière à limiter l'impact environnemental des matériaux utilisés dans le bâtiment."	"Une construction de séparation extérieure horizontale ou inclinée d'un espace de séjour, de toilettes ou d'une salle de bains, a une résistance thermique d'au moins 3,7 m <sup>2</sup> x K/W"
	"Un bâtiment dispose d'une installation d'éclairage telle qu'il puisse être utilisé et quitté en toute sécurité."	"Une construction qui forme la séparation entre un espace de séjour, des toilettes ou une salle de bains et un vide sanitaire, y compris les parties d'autres constructions qui y sont raccordées, dans la mesure où ces parties ont une influence sur la résistance thermique, a une résistance thermique d'au moins 3,7 m <sup>2</sup> x K/W"
	Une installation d'éclairage est raccordée à un dispositif d'alimentation en électricité.	"Une construction de séparation intérieure qui forme la séparation entre un espace de séjour, des toilettes ou une salle de bains, et un espace qui n'est pas chauffé ou qui est chauffé exclusivement à des fins autres que le séjour de personnes, a une résistance thermique d'au moins 4,7 m <sup>2</sup> x K/W".
	Un bâtiment doté d'un dispositif de prélèvement et d'utilisation d'énergie dispose d'un dispositif sûr de prélèvement et d'utilisation d'énergie.	"Les fenêtres, portes et châssis ont un coefficient de transmission thermique d'au plus 2,2 W/m <sup>2</sup> ·K."

	<p>Une installation électrique est connectée au réseau de distribution d'électricité si :</p> <p>a. la distance de raccordement ne dépasse pas 100 m, ou</p> <p>b. la distance de raccordement est supérieure à 100 m et les coûts de raccordement ne sont pas supérieurs à ceux d'une distance de raccordement de 100 m.</p>	<p>« Le coefficient moyen de transmission thermique des fenêtres, portes et cadres d'une construction est déterminé au maximum à 1,65 W/m<sup>2</sup>•K. »</p>
	<p>Une construction avec une installation d'eau potable ou d'eau chaude a une installation d'eau potable ou d'eau chaude qui n'affecte pas négativement la santé.</p>	<p>Le débit volumique d'air du total des zones de séjour, des toilettes et des salles de bains d'une fonction d'utilisation n'est pas supérieur à 0,2 m<sup>3</sup>/s.</p>
	<p>Une installation d'eau chaude est conforme à <a href="#">NEN 1006</a>.</p>	<p>Lors du renouvellement ou du remplacement des couches d'isolation, il s'applique une résistance thermique d'au moins 2,6m<sup>2</sup>.K/W pour un sol, 1,4 m<sup>2</sup>.K/W pour une façade et 2,1m<sup>2</sup>.K/W pour un toit. Lors du renouvellement ou du remplacement de fenêtres, portes et cadres un coefficient de transmission thermique d'au plus 2,2W/m<sup>2</sup>.K.</p>
	<p>Une lame d'air supérieure à 40 mm</p>	<p>Lors d'une rénovation importante où un système technique de construction pour le chauffage ou le refroidissement des locaux ou une combinaison de ceux-ci est installé, partiellement renouvelé, modifié ou agrandi, une fonction d'utilisation répond à une valeur minimale d'énergie renouvelable de <math>30 \times (A_{\text{toit}} / A_{g,\text{tot}})</math> kWh/m<sup>2</sup>.an, déterminé selon NTA 8800, où <math>A_{\text{toit}} / A_{g,\text{tot}}</math> à au plus 1,0.</p>
		<p>« Un espace clos par lequel passe une voie d'évacuation protégée ou une voie protégée a une installation d'éclairage qui, mesurée sur un sol, une marche ou une rampe, peut donner une intensité lumineuse d'au moins 1 lux. »</p>
		<p>Une installation électrique est conforme à 1000 volts à basse tension, et à haute tension.</p>

## ANNEXE 4 : CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE LOGEMENT ALTERNATIF

Plancher du rez-de-chaussée			
Matériau	Valeur $\lambda$ coefficient de conductivité thermique (W/mK)	Épaisseur du matériau (m)	R/résistance thermique (m <sup>2</sup> K/W)
Isolation en laine de roche de Rockwool	0,035	0,16	4,571
Plancher à larges plaques (béton)	2,00	0,2	0,100
Chape/couche de finition (mortier de ciment)	1,03	0,08	0,078
Rc (valeur R totale)			<b>4,749</b>
Plancher d'étage			
Matériau	Valeur $\lambda$ coefficient de conductivité thermique (W/mK)	Épaisseur du matériau (m)	R/résistance thermique (m <sup>2</sup> K/W)
Plafond en plaques de plâtre	0,16	0,0125	0,078
Isolation en laine de roche de Rockwool	0,035	0,16	4,571
Plancher à larges plaques (béton)	2,00	0,2	0,100
Chape/couche de finition (mortier de ciment)	1,03	0,08	0,078
Rc (valeur R totale)			<b>4,827</b>
Plancher de toit			

[https://voorschrijvers.nibe.eu/kennis-en-inspiratie/beng-eisen-voor-bijna-energieneutrale-gebouwen?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=voorschrijvers+search+beng&utm\\_term=beng%20eisen&utm\\_content=beng&gclid=CjwKCAjwjaWoBhAmEiwAXz8DBYo2E3ykIQ76JQBzpNpyHG6-kqIVZcnX2hxb1efVmhbImWa1YZN5-RoCIG4QAvD\\_BwE](https://voorschrijvers.nibe.eu/kennis-en-inspiratie/beng-eisen-voor-bijna-energieneutrale-gebouwen?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=voorschrijvers+search+beng&utm_term=beng%20eisen&utm_content=beng&gclid=CjwKCAjwjaWoBhAmEiwAXz8DBYo2E3ykIQ76JQBzpNpyHG6-kqIVZcnX2hxb1efVmhbImWa1YZN5-RoCIG4QAvD_BwE)

<sup>26</sup><https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2019-501.html>

<sup>27</sup><https://vanschijndel-bouwgroep.nl/nieuws/wat-is-beng/>

Matériel	Valeur $\lambda$ coefficient de conductivité thermique (W/mK)	Épaisseur du matériau (m)	R/résistance thermique (m <sup>2</sup> K/ W)
Plafond en plaques de plâtre	0,16	0,0125	0,078
Isolation en panneaux de laine de roche de Rockwool	0,035	0,16	4,571
Plancher à larges plaques (béton)	2,00	0,2	0,100
Chape/couche de finition (mortier de ciment)	1,03	0,08	0,078
Rc (valeur R totale)			<b>4,827</b>
<b>Toit</b>			
Matériel	Valeur $\lambda$ coefficient de conductivité thermique (W/mK)	Épaisseur du matériau (m)	R/résistance thermique (m <sup>2</sup> K/ W)
Tuiles	1,28	0,00055	0,0004
Élément sandwich isolant : <ul style="list-style-type: none"> <li>● Panneau de particules de 3 mm</li> <li>● 300 mm Ignifuge EPS Platinum modifié</li> <li>● Panneau de particules de 3 mm</li> <li>● Panneau de fibres-gypse de 10 mm<sup>28</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0,038</li> <li>● 0,038</li> <li>● 0,038</li> <li>● 0,40</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0,003</li> <li>● 0,3</li> <li>● 0,003</li> <li>● 0,01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0,079</li> <li>● 7,9</li> <li>● 0,079</li> <li>● 0,025</li> </ul>
Rc (valeur R totale)			<b>8,08</b>
<b>Mur creux</b>			
Matériel	Valeur $\lambda$ coefficient de conductivité thermique (W/mK)	Épaisseur du matériau (m)	R/résistance thermique (m <sup>2</sup> K/ W)

<sup>28</sup>

<https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/unidek/products/netherlands/unidek-aero-deluxe/kingspan-unidek-aero-deluxe-prod-uct-data-sheet-nl-nl.pdf>

Finition murale en stuc	0,48	0,01	0,02
Mur intérieur ; Béton à haute résistance (sec)	1,28	0,1	0,078
Isolation Rockfit Premium Silver	0,033	0,15	4,545
Ancrages de cavité en acier inoxydable diamètre 4mm		0,17	
Lame d'air faiblement ventilée <sup>29</sup>	0,026	0,04	1,5
Mur extérieur ; Maçonnerie de briques	0,82	0,1	0,12
Rc (valeur R totale)			<b>6,263</b>
Mur de séparation de logement - Mur creux sans ancrage			
Béton à haute résistance (sec)	1,28	0,1	0,078
Lame d'air faiblement ventilée <sup>30</sup>	0,026	0,04	1,5
Béton à haute résistance (sec)	1,28	0,1	0,078
Rc (valeur R totale)			<b>1,656</b>
Mur intérieur			
Matériel	λ-valeur/ coefficient de conductivité thermique (W/mK)	Épaisseur du matériau (m)	R/résistance thermique (m <sup>2</sup> K/ W)
Panneau de fibres-gypse ( finition)	0,4	0,015	0,0375
Film pare-vapeur Miofol 125 AV	200	0,00031	0,00000155

29

<https://stores.utopis-platform.net/rockwool-2022-nl/channels/rockwool/20220608%20Luchtpouwventilatie%20NTA%208800%20en%20NPR%202068%20Rekenhulp.pdf>

30

<https://stores.utopis-platform.net/rockwool-2022-nl/channels/rockwool/20220608%20Luchtpouwventilatie%20NTA%208800%20en%20NPR%202068%20Rekenhulp.pdf>

Isolation Rockfit Mono	0,035	0,08	2,286
Béton à haute résistance (sec)	1,28	0,4	0,3125
Isolation Rockfit Mono	0,035	0,08	2,286
Film pare-vapeur Miofol 125 AV	200	0,00031	0,00000155
Panneau de fibres-gypse ( finition)	0,4	0,015	0,0375
Rc (valeur R totale)			<b>4,966</b>

#### ANNEXE 5 : CALCUL DE VENTILATION

##### Surfaces des zones de séjour, des pièces de séjour et des autres espaces

Zones de séjour	Surface	Pièces de séjour	Surface	Autre espace	Surface
Zone de séjour 1	32m2	Pièce de séjour 1	27m2	Espace non nommé (rez-de-chaussée)	0,5m2
Zone de séjour 2	32m2	Pièce de séjour 2	5m2	Local technique	0,3m2
Zone de séjour 3	45m2	Pièce de séjour 3	6m2	Toilettes	1m2
		Pièce de séjour 4	12m2	Espace de circulation (rez-de-chaussée)	8m2
		Pièce de séjour 5	14m2	Salle de bain	2m2
				Espace non nommé (grenier)	45m2

\*\*Les données ci-dessus sont tirées du rapport de conseil BENG Energie par N. Monsengo.\*\*

Espace	Surf.	Exigence	Nécessaire ventilation (dm3/s)	Fourniture Arrivée	Vers espace	Cap.	Fourniture Évacuation	Vers espace	Cap.
VG 3 - Grenier	45m2	Inconnu							
Espace non nommé (grenier)	45m2	> 1 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. de 7 dm3 /s	45	Soupape pour ventilation équilibrée	Grenier	45	Cage d'escalier 2 et soupape pour ventilation équilibrée	VKR 2	45
VKR 2	8m2	n.v.t.	45	- Cage d'escalier 2	VKR 2	45	Portes premier étage et cage d'escalier 1	VG2, salle de bain et VKR1	45
VG 2 - Premier étage	32m2	> 0,9 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. 7 dm3 /s	28,8						
VR 3: Chambre 1	6m2	> 0,7 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. de 7 dm3 /s	4,2	Porte et soupape pour ventilation équilibrée	VR 3	6	Soupape pour ventilation équilibrée	Dehors	6
VR 4: Chambre 2	12m2	> 0,7 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. de 7 dm3 /s	8,4	Porte et soupape pour ventilation équilibrée	VR 4	11	Soupape pour ventilation équilibrée	Dehors	11
VR 5: Chambre 3	14m2	> 0,7 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. de 7 dm3 /s	9,8	Porte et soupape pour ventilation équilibrée	VR 5	11,8	Soupape pour ventilation équilibrée	Dehors	11,8
Total			22,4			28,8	45 - 28,8 = 16,2		28,8
Salle de bain	2m2	> 14 dm3 /s	14	Porte et soupape	Salle de bain	14	Soupape pour	Dehors	14

				pour ventilation équilibrée			ventilation équilibrée		
Total							16,2 - 14 = 2,2		2,2
VG1 - Rez-de-chaussée	32m2	> 0,9 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. 7 dm3 /s	28,8						
VKR 1	8m2	s.o.	s.o.	Cage d'escalier 1	VKR 1	2,2	Portes VG1, porte toilettes, porte débarras et porte MK	VG1, débarras, toilettes et MK	2,2
VR 1: Salon	27m2	> 0,7 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. de 7 dm3 /s	18,9	Ventile pour ventilation équilibrée	VR 1: Salon	62,8	Porte VKR 1 et ventile pour ventilation équilibrée	VKR 1	43,9
Toilettes	1m2	> 7 dm3 /s	7	Porte VKR 1 et ventile pour ventilation équilibrée	Toilettes	7	Ventile pour ventilation équilibrée	Dehors	7
Espace non nommé (Débarras)	0,9m2	> 1 dm3 /s par m2 surface au sol plus min. de 7 dm3 /s	0,9	Porte	Débarras	0,9	Pas d'évacuation donc retour par la porte vers VKR 1	VKR 1	0,9
**Local technique (MK)	0,3m2	ouverture de ventilation de 200 cm2/20dm2	80	Porte	MK	80	Pas d'évacuation donc retour par la porte vers VKR 1	VKR 1	80
VR 2: Cuisine	5m2	> 21 dm3 /s	21	- Porte arrière - Ventile pour ventilation équilibrée	VR 2: Cuisine	65	Porte VKR 1 et ventile pour ventilation équilibrée	Dehors VKR 1	21 44

Total						215, 7			196,8
-------	--	--	--	--	--	-----------	--	--	-------

\*\*Local technique : Un coffret de compteurs doit avoir une ouverture de ventilation de 200 cm<sup>2</sup> en haut et en bas de la porte, conformément à la norme NEN 2768<sup>31</sup> 200 cm<sup>2</sup> = 20dm<sup>2</sup>. 20dm<sup>2</sup> x 4dm (épaisseur) = 80dm<sup>3</sup>

\*\* Le règlement de construction ne prévoit aucune exigence pour un local non désigné (VG3). \*\* VKR 1 = Espace de circulation rez-de-chaussée \*\* VKR 2 = Espace de circulation premier étage \*\*Cage d'escalier 1 = cage d'escalier premier étage \*\*Cage d'escalier 2 = cage d'escalier grenier

\*\*Les données ci-dessus sont tirées du Rapport de conseil BENG Energie\*\* par N. Monsengo. Les modifications dans le tableau, les endroits où une valve est placée, sont marqués en vert.

---

<sup>31</sup>

## ANNEXE 6 : RÉSULTATS CONSOMMATION ET BESOIN ÉNERGÉTIQUE

### Resultaten

Energieprestatie			
indicator		eis	resultaat
energiebehoefte	$E_{WH+Cind,ventil,el+Cl}$	60,00 kWh/m <sup>2</sup>	51,04 kWh/m <sup>2</sup> ✓
primaire fossiele energie	$E_{WEP_{Tot}}$	30,00 kWh/m <sup>2</sup>	29,78 kWh/m <sup>2</sup> ✓
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{RenTot}$	50,0 %	66,0 % ✓
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePRenTot}$		57,86
temperatuuroverschrijding	$TO_{juli,max}$	1,20	0,44 ✓
energielabel			A+++
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{itrdnet}$		21,58 kWh/m <sup>2</sup>

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de verschillende functies					
functie		energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming	$E_{H,ci}$				
elektrisch		4130 kWh	5995 kWh	304 kWh	440 kWh
warm tapwater	$E_{W,ci}$				
elektrisch		1012 kWh	1012 kWh	22 kWh	32 kWh
ventilatoren	$E_{V,ci}$	512 kWh	743 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal		7749 kWh	7749 kWh	472 kWh	472 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie		
verwarming	$E_{Ren,H}$	4121 kWh
warm tapwater	$E_{Ren,W}$	1474 kWh

Uniec 3.2.2.1 Pagina 10/11 Printdatum: 24-09-2023 11:15

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie		
koeling	$E_{Ren,C}$	0 kWh
elektriciteit	$E_{Ren,el}$	3528 kWh
totaal	$E_{RenTot}$	9123 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter	
gebouwegebonden installaties	5670 kWh
niet gebouwegebonden installaties	2600 kWh
opgewekte elektriciteit	2433 kWh
totaal	5837 kWh

Oppervlakten		
totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	157,65 m <sup>2</sup>
verliesoppervlakte	$A_{ls}$	214,61 m <sup>2</sup>
compactheid		1,36

CO <sub>2</sub> -emissie	
CO <sub>2</sub> -emissie	1101 kg

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerde energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik zal afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

TO <sub>juli</sub> conform NTA 8800	
rekenzone	RZ1
noord	0,24
oost	0,00
zuid	0,44
$TO_{juli,max}$	0,44