



Directive d'efficacité énergétique
2023/1791/EU – ART. 25 – Annexe X
Potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid

Annexe F - Chapitre 8 - Méthodologie des projections 2050

Table des matières

1.	Introduction	2
2.	Méthodologie suivie pour les projections de la demande de chaleur du secteur résidentiel.....	3
2.1.	Méthodologie	3
2.2.	Paramètres	3
2.3.	Différences avec le rapport 2020.....	5
3.	Méthodologie suivie pour les projections de la demande de froid du secteur résidentiel	6
3.1.	Méthodologie	6
3.2.	Paramètres	6
3.3.	Différences avec le rapport 2020.....	7
4.	Méthodologie suivie pour les projections de la demande de chaleur du secteur tertiaire	8
4.1.	Méthodologie	8
4.2.	Paramètres	8
4.3.	Différences avec le rapport 2020.....	9
5.	Méthodologie suivie pour les projections de la demande de froid du secteur tertiaire.....	10
5.1.	Méthodologie	10
5.2.	Paramètres	11
5.3.	Différences avec le rapport 2020.....	11
6.	Méthodologie suivie pour les projections de la demande de chaleur du secteur industriel.....	12
6.1.	Méthodologie	12
6.2.	Paramètres	12
6.3.	Différences avec le rapport 2020.....	13
7.	Méthodologie suivie pour les projections de la demande de froid du secteur industriel	14
7.1.	Méthodologie	14
7.2.	Paramètres	15
7.3.	Différences avec le rapport 2020.....	15

1. Introduction

Cette annexe présente la méthodologie de calcul des projections de besoins en chaleur et en froid à l'horizon 2050. Un chapitre est consacré à la méthodologie développée pour chaque secteur, pour les besoins en chaleur et en froid, soit un total de six chapitres.

Chaque chapitre est structuré de manière identique : d'abord une section "*Méthodologie*" comprenant une schématisation du calcul et une brève explication ; ensuite, une section "*Paramètres*" offrant une vue détaillée des principaux paramètres utilisés pour cette projection spécifique ; enfin, une section mettant en évidence les différences méthodologiques avec le rapport "Potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid" (SPW Énergie, 2020), dont ce rapport est une mise à jour.

Dans chaque chapitre, les sources pertinentes pour obtenir les projections sont mentionnées, mais dans l'ensemble, les sources importantes et récurrentes sont les suivantes :

- La stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment¹ ;
- Les bilans énergétiques de la Wallonie 2020² et 2021³, dont le plus récent a servi de base aux chapitres 1 et 2 de ce rapport ;
- Études concernant le paysage énergétique belge, les perspectives économiques régionales et les perspectives des ménages du Bureau Fédéral du Plan^{4,5,6};
- Études concernant les projections de froid de la feuille de route sur la chaleur en Europe^{7,8};

¹ SLRT : Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment. SPW. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-12/ltrs_wallonia_0.pdf

² Bilan énergétique de la Wallonie 2020 - bilan du secteur domestique et équivalents. SPW Energie.

³ Pas encore publié.

⁴ [Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050, Bureau Fédéral du Plan \(2017\) 201710270928090.For_Energy_2017_11531_F.pdf \(plan.be\)](#)

⁵ [Perspectives économiques régionales 2023-2028, Bureau Fédéral du Plan \(2023\)](#)

⁶ [Perspectives de ménages 2023-2070, Bureau Fédéral du Plan \(2024\)](#)

⁷ [Space Cooling Technology in Europe, Heat Roadmap Europe \(2017\)](#)

⁸ [Baseline scenario of the heating and cooling demand in buildings and industry in the 14 MSs until 2050, Heat Roadmap Europe \(2017\)](#)

2. Méthodologie suivie pour les projections de la demande de chaleur du secteur résidentiel

2.1. Méthodologie

Les projections de la demande de chaleur résidentielle sont déterminées par trois paramètres principaux. Ils sont en gras dans le schéma ci-dessous (Figure 1) et détaillés dans la section “Paramètres” ci-dessous. Par ailleurs, la surface de plancher totale et la surface de plancher moyenne des logements à partir de 2021 sont prises en compte dans les calculs et dérivées du bilan énergétique wallon.

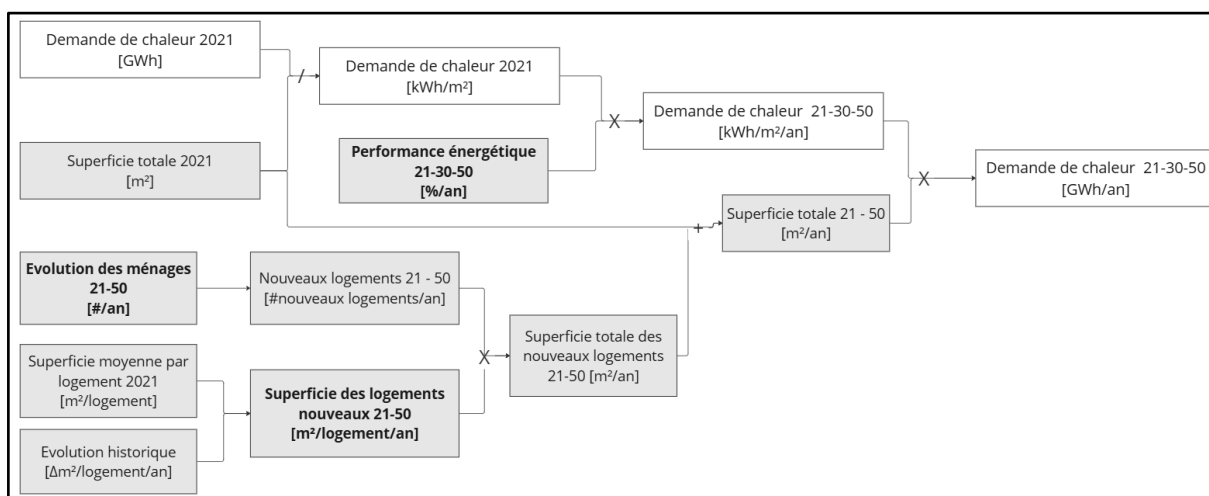


Figure 1 : Schéma de la logique du modèle de chaleur résidentielle

2.2. Paramètres

Estimation de l'évolution des performances énergétiques

L'évolution temporelle de la performance énergétique des logements, exprimée en besoins énergétiques nets (c'est-à-dire en énergie utile), est déduite de la stratégie wallonne de rénovation à long terme (SRLT) à l'horizon 2020. Elle est déterminée par les hypothèses de la SLTR sur l'activité de rénovation énergétique. L'évolution relative (Figure 2) fournie par la SLTR est appliquée à la valeur de 2021 (issue du bilan énergétique).

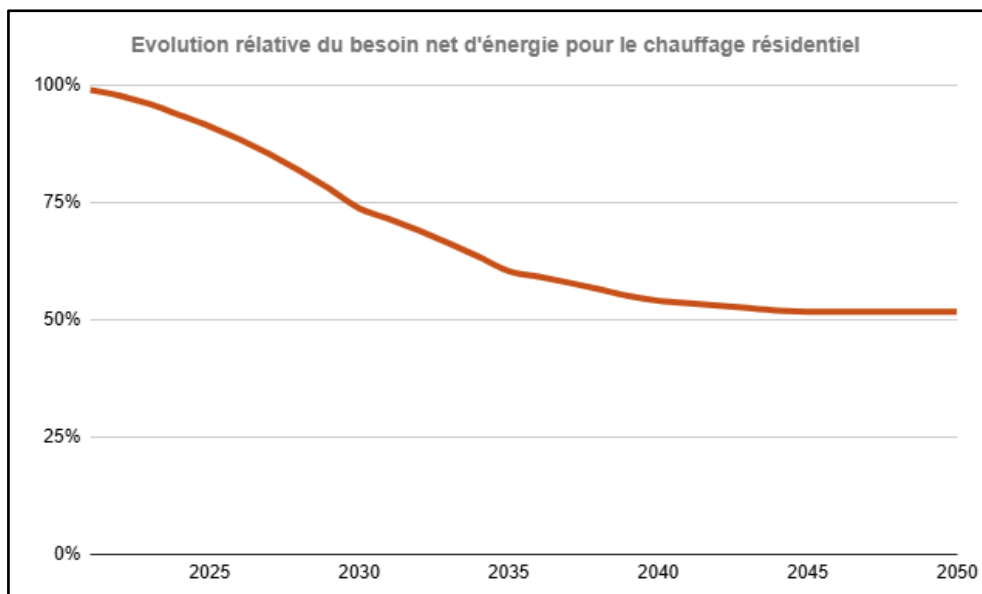


Figure 2 : Evolution relative du besoin net d'énergie pour le chauffage résidentiel

Estimation de l'évolution de la superficie moyenne des logements

L'évolution de la surface de plancher moyenne des nouveaux logements est projetée sur la base de l'extrapolation de la tendance linéaire observée entre 2011 et 2020 (indiquée dans la SLTR 2020 de la Wallonie), qui est égale à $-0,38 \text{ m}^2/\text{logement}/\text{an}$. Le Bilan énergétique wallon 2020 indiquant une surface moyenne de $99 \text{ m}^2/\text{logement}$, l'évolution à partir de 2021 est la suivante (Figure 3) :

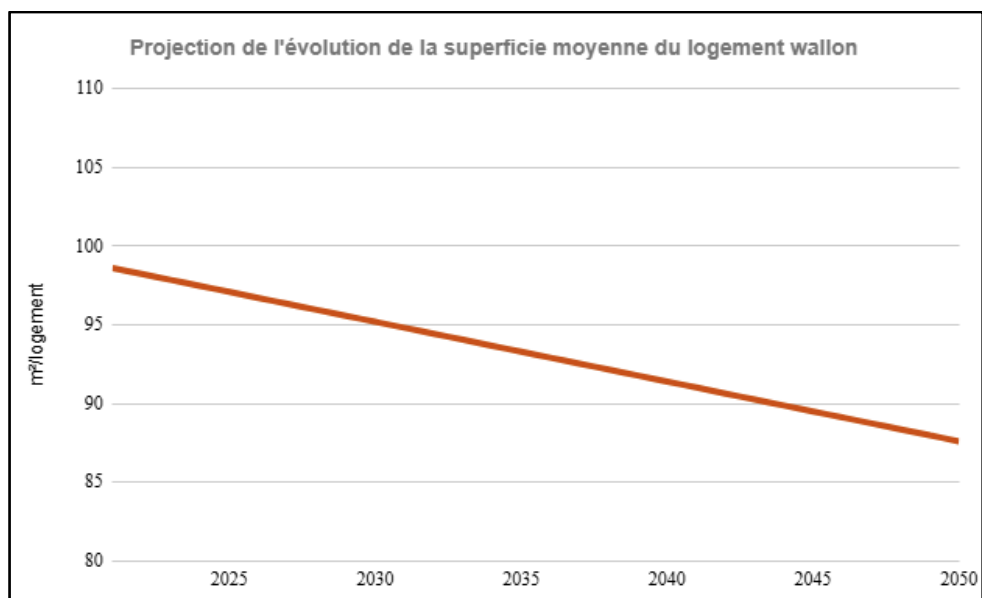


Figure 3 : Projection de l'évolution de la superficie moyenne du logement wallon

Il est important de noter que la surface moyenne des nouveaux logements diminue avec le temps, entraînant une diminution de la surface moyenne globale des logements (existants et nouveaux). Par conséquent, une densité croissante du parc immobilier actuel (c'est-à-dire une diminution de la surface

de plancher des logements existants) n'est pas prise en compte. Cela constitue une simplification qui devrait être améliorée dans les versions futures de cette étude.

Estimation de l'évolution du nombre de logements

L'évolution du nombre de logements est liée à celle du nombre de ménages, dont les prévisions sont fournies par le Bureau fédéral du Plan (Figure 4).

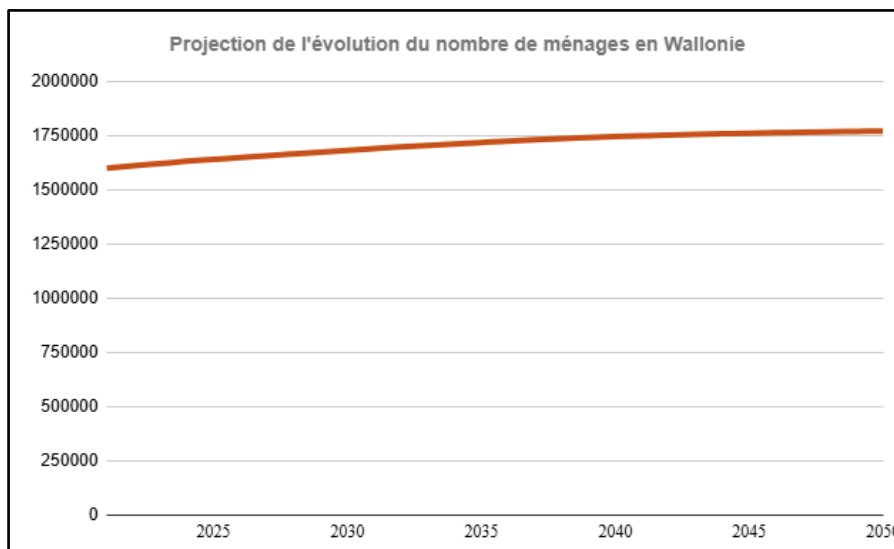


Figure 4 : Projection de l'évolution du nombre de ménages en Wallonie

2.3. Différences avec le rapport 2020

La différence méthodologique par rapport à la version 2020 de ce rapport réside dans l'utilisation de la tendance des besoins énergétiques nets pour l'évolution de la performance énergétique des logements, au lieu de l'évolution de l'énergie primaire. Cela permet de s'aligner sur les résultats exprimés en énergie utile.

3. Méthodologie suivie pour les projections de la demande de froid du secteur résidentiel

3.1. Méthodologie

La demande de froid pour le secteur résidentiel comprend la réfrigération et la climatisation. Deux scénarios différents sont envisagés pour les projections (Figure 5) : le scénario optimiste, dans lequel les améliorations de la performance énergétique des bâtiments (suite à la rénovation) pour réduire les besoins de production de chaleur sont également prises en compte pour la climatisation, et le scénario réaliste, dans lequel ce paramètre n'est pas pris en compte. Les deux autres paramètres pour la climatisation sont l'évolution des ménages et la pénétration de la climatisation. La projection pour la réfrigération est la même dans les deux scénarios et dépend de l'évolution des ménages.

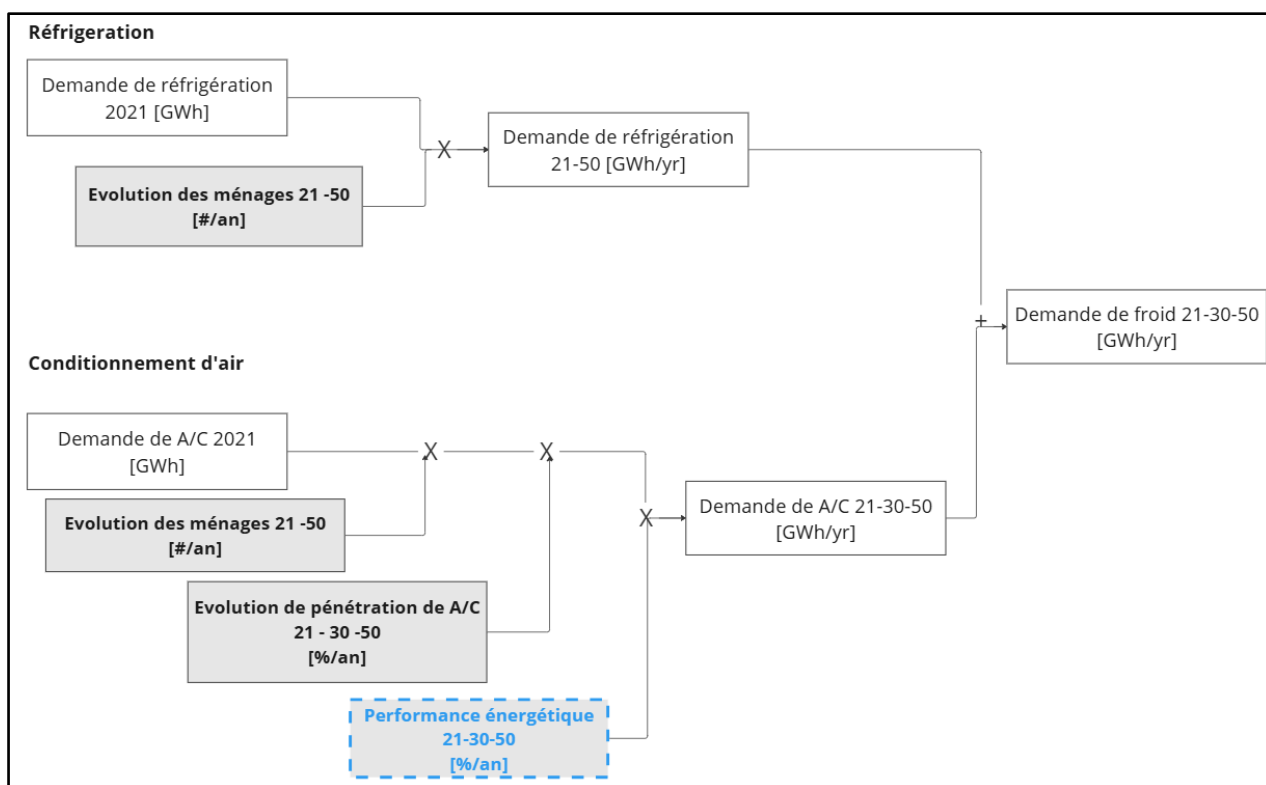


Figure 5 : Schéma de la logique du modèle de froid résidentiel, le bloc bleu n'est pris en compte que dans le scénario optimiste.

3.2. Paramètres

Estimation de l'évolution de la demande « Conditionnement d'air »

Scénario réaliste

Dans le scénario réaliste, deux aspects déterminent l'évolution de la climatisation. Premièrement, l'évolution du nombre total de logements, qui est liée à l'évolution des ménages (voir ci-dessus). Deuxièmement, la tendance attendue de la pénétration de la climatisation entre 2021, 2030 et 2050 est appliquée à la demande totale d'énergie pour la climatisation en 2021. Cette pénétration passe de 2,0 %

en 2021 à 2,7 % en 2030 et 3,1 % en 2050⁹. Ainsi, avec cette tendance, l'énergie totale pour la climatisation devrait augmenter de 55% d'ici 2050 (par rapport à 2021).

L'impact des améliorations de la performance énergétique des logements grâce à la rénovation n'est pas pris en compte dans ce scénario car il n'y a pas de relation directe.

Scénario optimiste

Dans le scénario optimiste, les deux facteurs du scénario réaliste sont également pris en compte, avec un troisième facteur supplémentaire : la performance énergétique des logements grâce à la rénovation. L'hypothèse (optimiste) est que les mêmes réductions que pour la demande de chaleur peuvent être atteintes pour la demande de refroidissement grâce à la rénovation. Par conséquent, la même tendance de réduction que pour la demande de chauffage résidentiel est appliquée (voir ci-dessus).

Estimation de l'évolution de la demande « Réfrigération »

L'évolution de la demande de froid suit directement la tendance du nombre de ménages, comme indiqué ci-dessus. Aucune différence n'est observée entre le scénario réaliste et le scénario optimiste.

3.3. Différences avec le rapport 2020

Dans la version 2020 de ce rapport, un seul scénario a été envisagé pour la demande de refroidissement résidentiel, correspondant au scénario optimiste de cette version. Compte tenu de l'incertitude quant à l'évolution future de la demande de refroidissement et du lien non univoque entre les rénovations et la réduction de cette demande, il a semblé approprié de concevoir deux scénarios distincts fournissant une fourchette d'évolutions possibles pour la demande de refroidissement.

Un autre changement concerne la source des données pour l'évolution de la climatisation. Dans cette version, une étude de *Heat Roadmap Europe* a été utilisée, fournissant des données de pénétration spécifiques pour les États membres de l'UE, y compris la Belgique. La source de la version 2020 (étude de l'Agence Internationale de l'Energie) fournissait une valeur générale pour l'ensemble de l'Europe, à partir de laquelle la valeur pour la Wallonie a été déduite. Il a semblé plus approprié d'utiliser une valeur spécifique à chaque pays, car le taux de pénétration projeté dépend fortement des conditions météorologiques, qui varient dans de nombreuses régions d'Europe.

Enfin, la méthodologie utilisée pour calculer l'évolution de la climatisation a changé. Dans la version 2020, la demande était exprimée en énergie finale ; le taux de pénétration de l'année de départ était lié au nombre d'installations de climatisation avec une certaine consommation et le taux de pénétration en 2050 déterminait le nombre d'installations de climatisation, avec une consommation améliorée (en raison des améliorations du COP). Dans cette version, comme nous exprimons la demande en énergie utile, les améliorations du COP sont hors champ et l'évolution du taux de pénétration de la climatisation influence directement la demande de climatisation (exprimée en énergie utile).

⁹ Heat Roadmap Europe, Space Cooling Technology in Europe, (2017).

4. Méthodologie suivie pour les projections de la demande de chaleur du secteur tertiaire

4.1. Méthodologie

Les projections pour la chaleur tertiaire dépendent de deux paramètres principaux, indiqués en gras dans le schéma ci-dessous (Figure 6). Ceux-ci sont également détaillés dans la section Paramètres.

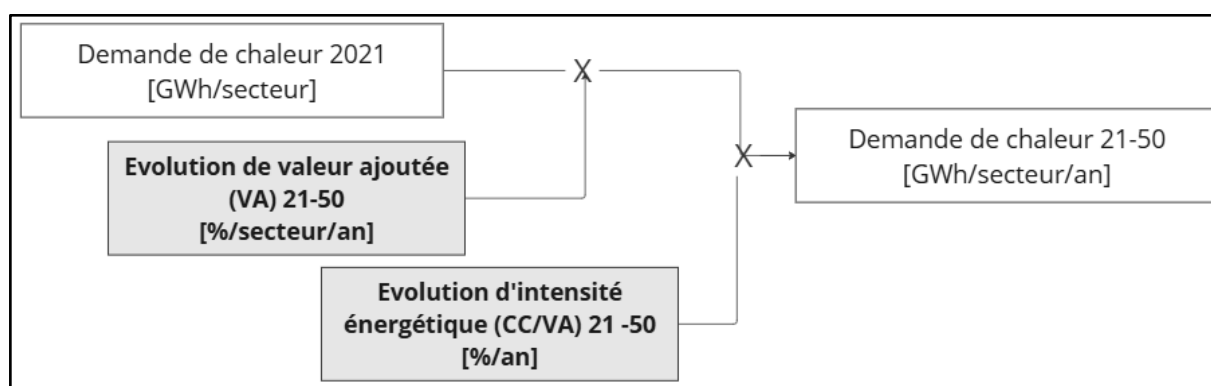


Figure 6 : Schéma de la logique du modèle de chaleur tertiaire

4.2. Paramètres

Estimation de l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée

En vue de pouvoir appréhender l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée du secteur tertiaire, les projections de l'évolution de l'intensité énergétique tertiaire (rapport entre la consommation d'énergie et la valeur ajoutée) qui sont réalisées par le Bureau Fédéral du Plan (BFP, octobre 2017)¹⁰ sont utilisées. Entre 2015 et 2050, le Bureau fédéral du Plan considère que l'intensité énergétique au sein du secteur tertiaire va s'améliorer de 1,3% par an en Belgique.

Les améliorations du facteur d'intensité énergétique impliquent à la fois des améliorations de la performance énergétique des bâtiments (ayant un impact sur la demande d'énergie utile et finale) et des améliorations technologiques (impactant uniquement l'énergie finale). Ce paramètre n'est donc pas le plus approprié pour projeter l'évolution de la demande de chaleur exprimée en énergie utile. Toutefois, en l'absence d'une alternative plus adéquate, il a tout de même été pris en compte, comme il l'a été dans le rapport 2020. Dans les futures mises à jour de cette étude, un paramètre plus approprié devrait être utilisé.

Estimation de l'évolution de la valeur ajoutée

L'estimation de l'évolution de la valeur ajoutée se base sur des chiffres publiés par le Bureau Fédéral du Plan¹¹. Ces projections ont été réalisées jusqu'en 2028 pour chacun des secteurs tertiaires (Transports & communication, commerce & HoReCa, Crédit & assurance, Santé & action sociale,

¹⁰ Bureau Fédéral du Plan, Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050, p.38.

¹¹ Bureau Fédéral du Plan, Perspectives économiques régionales 2023-2028.

Autres services marchands, Administration publique et éducation). La tendance moyenne de 2022-2028 est extrapolée jusqu'en 2050 (Tableau 1).

Secteur	Valeur ajoutée 2021 - 2050 (%/an)
Commerce	1,8
Transport & Communication	2
Banques & Assurance	0,9
Enseignement	1,8
Administration	1,8
Santé	1,8
Culture & Sport	1,8
Autres services	2,6
Divers	2,6

Tableau 1 : Projection de l'évolution annuelle de la valeur ajoutée entre 2021 et 2050 dans les sous-secteurs tertiaires

4.3. Différences avec le rapport 2020

Il n'y a pas de changement dans la méthodologie par rapport à la version 2020 de ce rapport. La seule évolution par rapport à la version 2020 de ce rapport est liée aux nouveaux chiffres fournis par le BFP pour les projections de la valeur ajoutée, qui ont été mis à jour.

5. Méthodologie suivie pour les projections de la demande de froid du secteur tertiaire

5.1. Méthodologie

Deux scénarios différents sont envisagés pour le froid tertiaire. Dans le scénario optimiste, la demande totale de froid est projetée sur la base de deux paramètres (Figure 7). Dans le scénario réaliste, la demande de réfrigération et de climatisation est projetée séparément. Cette subdivision plus granulaire dans le scénario réaliste permet de prendre en compte l'évolution spécifique de la pénétration de la climatisation.

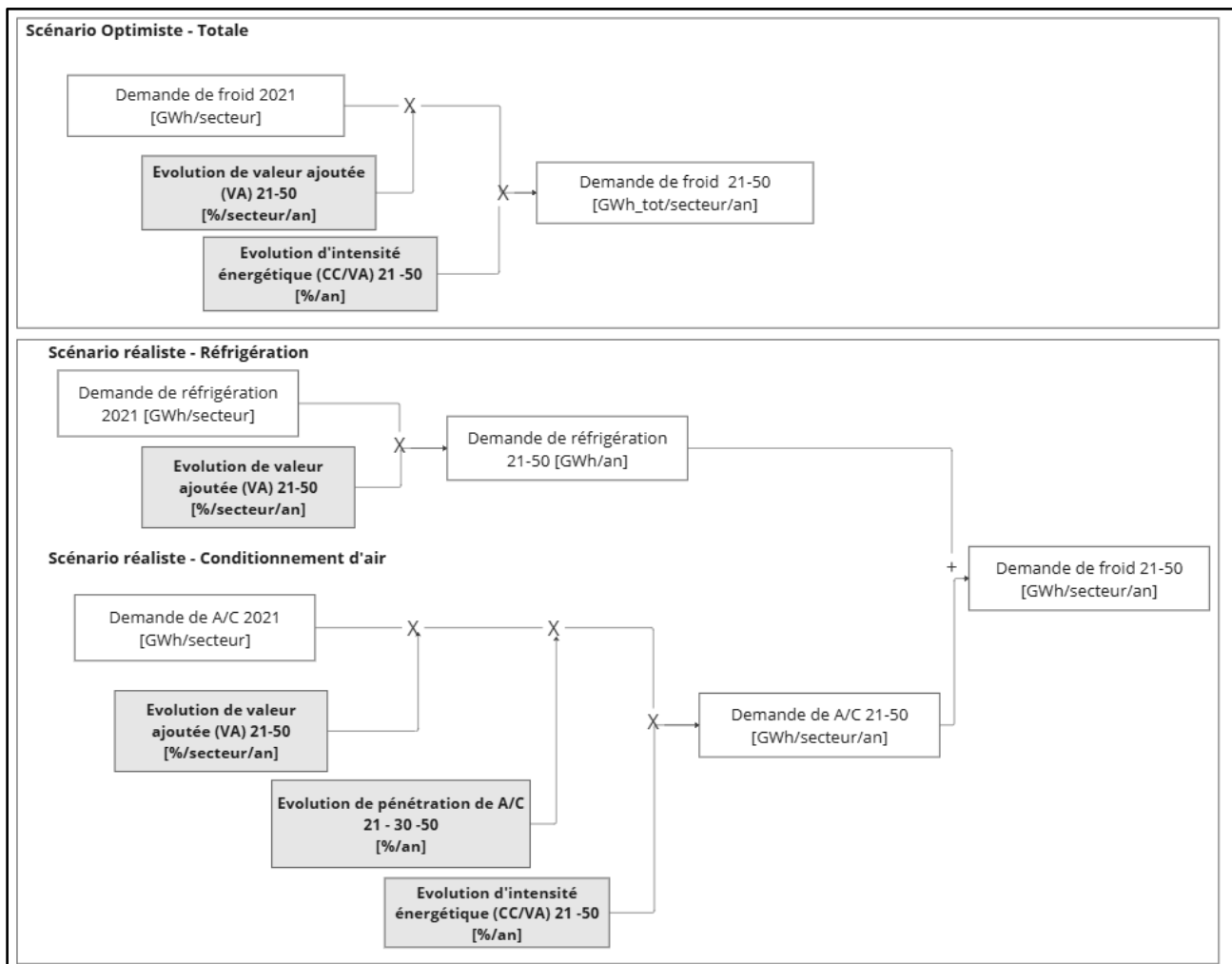


Figure 7 : Schéma de la logique du modèle de froid tertiaire, pour les deux scénarios

5.2. Paramètres

Scénario optimiste

Dans le scénario optimiste, l'évolution de la demande de refroidissement est calculée dans son ensemble, sans différenciation entre la climatisation et le refroidissement. Elle suit la méthodologie des projections de la demande de chauffage. Les deux moteurs de la projection sont : (i) l'évolution de la consommation d'énergie par unité de valeur ajoutée (améliorations de l'intensité énergétique) et (ii) l'évolution de la valeur ajoutée. Les deux paramètres sont tirés des mêmes sources que celles mentionnées ci-dessus.

Scénario réaliste

Dans le scénario réaliste, la demande de refroidissement est divisée en demande de climatisation et demande de réfrigération. Des facteurs spécifiques sont utilisés pour calculer les projections dans les deux cas.

Estimation de l'évolution de la consommation « Conditionnement d'air »

La projection de la demande de climatisation repose sur trois facteurs :

- L'évolution de la valeur ajoutée (tableau 1) ;
- L'évolution de la consommation d'énergie par unité de valeur ajoutée (même valeur que pour la chaleur, soit 1,3%) ;
- La pénétration de la climatisation passant de 27,6% en 2021¹² à 33,3% en 2030 et 50,3% en 2050. <Ainsi, avec cette tendance, la pénétration totale de l'air conditionné devrait augmenter de +82% d'ici 2050 (par rapport à 2021).

Estimation de l'évolution de la consommation « Réfrigération »

L'évolution de la demande de réfrigération suit directement la tendance de l'évolution de la valeur ajoutée projetée (tableau 1 ci-dessus).

5.3. Différences avec le rapport 2020

Il n'y a pas de changement dans la méthodologie par rapport à la version 2020 de ce rapport, mais il y a deux modifications au niveau des sources.

Premièrement, les projections de la valeur ajoutée ont été mises à jour avec de nouveaux chiffres fournis par le BFP par rapport à la version 2020.

Deuxièmement, la source concernant l'évolution de la climatisation a été mise à jour avec l'étude de *Heat Roadmap Europe*, avec les motivations détaillées ci-dessus dans la présentation de la méthodologie du secteur résidentiel.

¹² Basé sur une interpolation linéaire entre les chiffres disponibles pour 2015 et 2030 dans le document *Space Cooling Technology in Europe* de *Heat Roadmap Europe* (2016).

6. Méthodologie suivie pour les projections de la demande de chaleur du secteur industriel

6.1. Méthodologie

Les projections pour la chaleur tertiaire dépendent de deux paramètres principaux, indiqués en gras dans le schéma ci-dessous (Figure 8). Ils sont également détaillés dans la section Paramètres.

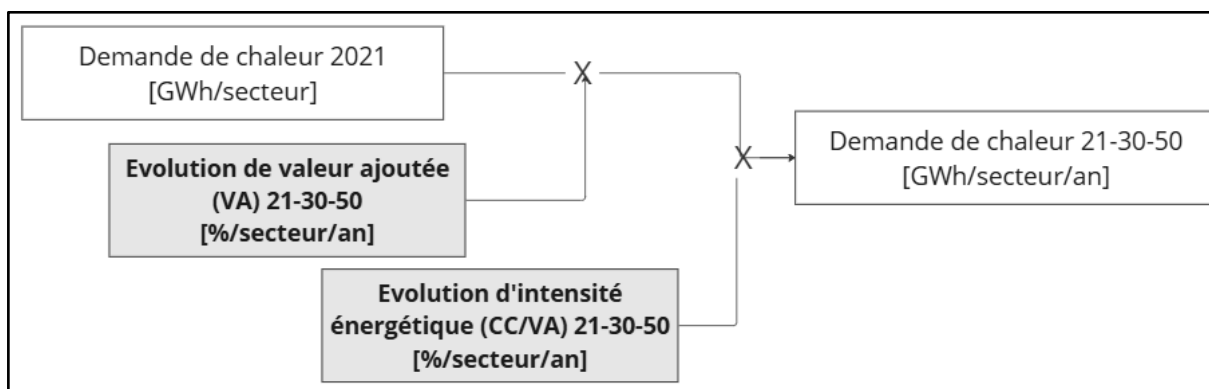


Figure 8 : Schéma de la logique du modèle de chaleur industrielle

6.2. Paramètres

Estimation de l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée

En vue de pouvoir appréhender l'évolution de la consommation de chaleur par unité de valeur ajoutée du secteur industriel, les projections de l'évolution de l'intensité énergétique industrielle par sous-secteur (rapport entre la consommation d'énergie et la valeur ajoutée) réalisés par le Bureau Fédéral du Plan (BFP, octobre 2017)¹³ sont utilisées. Les valeurs diffèrent pour les périodes 2021-2030 et 2030-2050 et sont présentées dans le Tableau 2.

Secteur	Intensité énergétique 2021 - 2030 (%/an)	Intensité énergétique 2030 - 2050 (%/an)
Sidérurgie	-0,71	-0,71
Non ferreux	-0,71	-0,71
Chimie	-1,07	-1,61
Minéraux non métalliques	-0,79	-1,25
Alimentation	-1,18	-1,79
Textile	-1,43	-1,43
Papier	-1,43	-1,96
Fabrication métalliques	-1,43	-1,43
Autres industries	-1,43	-1,43

Tableau 2 : Projections de l'évolution annuelle de l'intensité énergétique par sous-secteur industriel

Comme expliqué ci-dessus dans la méthodologie du secteur tertiaire, les améliorations du facteur d'intensité énergétique impliquent à la fois des améliorations de la performance énergétique des

¹³ Bureau Fédéral du Plan, Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050, p.38.

bâtiments (ayant un impact sur la demande d'énergie utile et finale) et des améliorations technologiques (impactant uniquement l'énergie finale). Ce paramètre n'est donc pas le plus approprié pour projeter l'évolution de la demande de chaleur exprimée en énergie utile. Toutefois, en l'absence d'une alternative plus adéquate, il a tout de même été pris en compte, comme il l'a été dans le rapport 2020. Dans les futures mises à jour de cette étude, un paramètre plus approprié devrait être utilisé.

Estimation de l'évolution de la valeur ajoutée

L'estimation de l'évolution de la valeur ajoutée se base sur des chiffres publiés par le Bureau Fédéral du Plan¹⁴. Ces projections ont été réalisées jusqu'en 2028 pour chacun des secteurs industriels. La tendance moyenne de 2022-2028 est extrapolée jusqu'en 2050 (Tableau 3).

Secteur	Valeur ajoutée 2021 - 2030 (%/an)	Valeur ajoutée 2030 - 2050 (%/an)
Sidérurgie	0,4	0,1
Non ferreux	0,4	0,5
Chimie	0,4	0,8
Minéraux non métalliques	0,4	1,1
Alimentation	0,8	1,4
Textile	0,8	-1,1
Papier	0,8	1,3
Fabrication métalliques	2,2	1,9
Autres industries	0,8	1,2

Tableau 3 : Projection de l'évolution annuelle de la valeur ajoutée sous-secteur industriel

6.3. Différences avec le rapport 2020

Il n'y a pas de changement dans la méthodologie par rapport à la version 2020 de ce rapport. La seule évolution par rapport à la version 2020 de ce rapport est liée aux nouveaux chiffres fournis par le BFP pour les projections de la valeur ajoutée, qui ont été mis à jour.

¹⁴ [VOORUITZICHTEN \(plan.be\)](https://www.plan.be)

7. Méthodologie suivie pour les projections de la demande de froid du secteur industriel

7.1. Méthodologie

Deux scénarios différents sont envisagés pour le froid industriel. Dans le scénario optimiste, la demande totale de froid est projetée sur la base de deux paramètres (Figure 9), tandis que dans le scénario réaliste, la demande de froid industriel et de climatisation est projetée séparément, permettant de prendre en compte la pénétration de la climatisation.

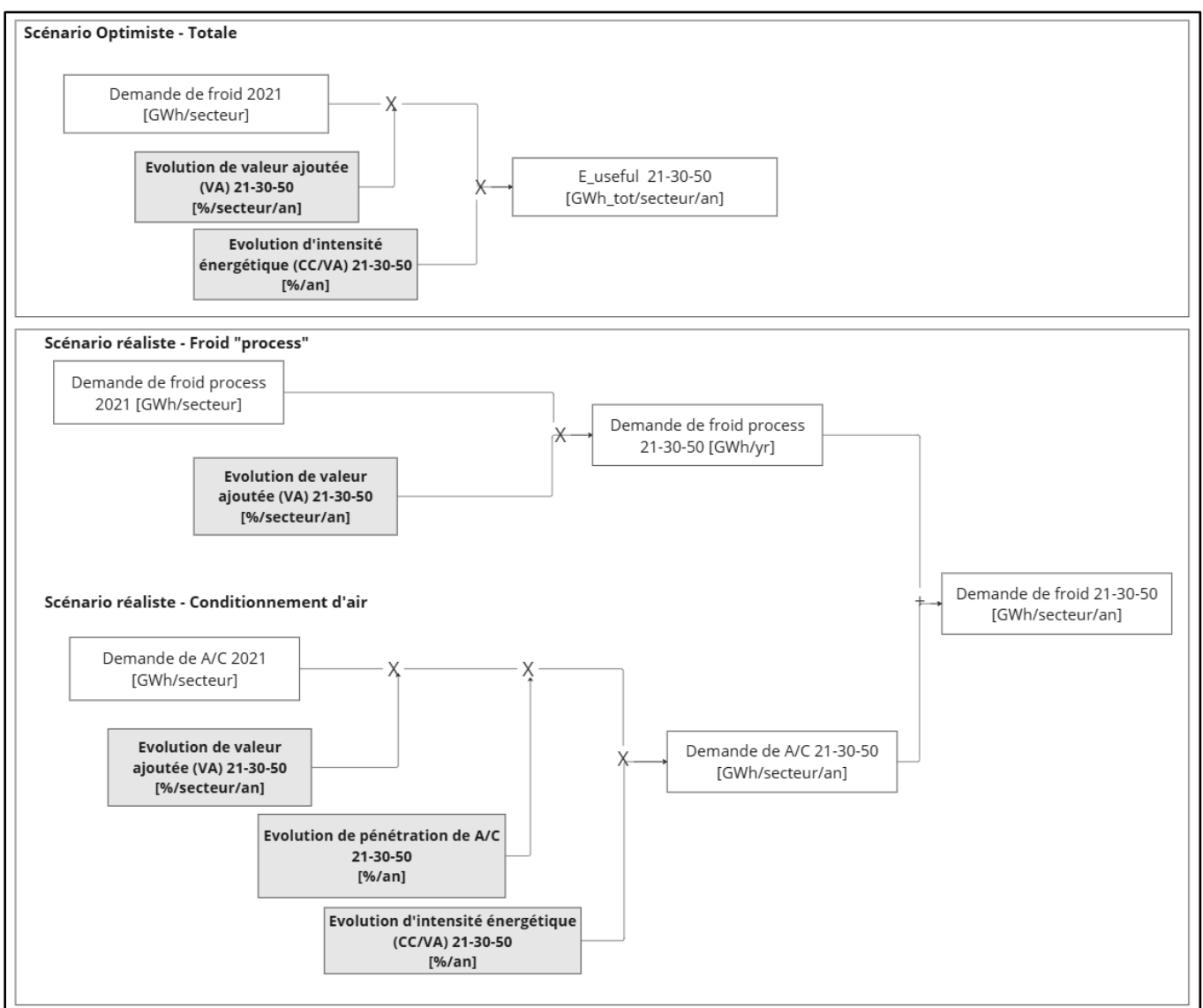


Figure 9 : Schéma de la logique du modèle de froid industriel

7.2. Paramètres

Scénario optimiste

Dans le scénario optimiste, l'évolution de la demande de refroidissement est calculée dans son ensemble (sans différenciation entre la climatisation et le refroidissement). Elle suit la méthodologie des projections de la demande de chauffage. Les deux facteurs à l'origine de la projection sont les suivants :

- L'évolution de la consommation d'énergie par unité de valeur ajoutée (c'est-à-dire l'intensité énergétique, cfr le Tableau 2 ci-dessus).
- L'évolution de la valeur ajoutée (Tableau 3 ci-dessus).

Scénario réaliste

Dans le scénario réaliste, la demande de refroidissement est divisée en demande de climatisation et demande de réfrigération. Des facteurs spécifiques sont utilisés pour calculer les projections dans les deux cas.

Estimation de l'évolution de la consommation « Conditionnement d'air »

La projection de la demande de climatisation repose sur trois facteurs :

- L'évolution de la valeur ajoutée (Tableau 3 ci-dessus)
- L'évolution de la consommation d'énergie par unité de valeur ajoutée (Tableau 2 ci-dessus).
- La tendance projetée de la pénétration de la climatisation entre 2021, 2030 et 2050, qui est appliquée à la demande totale de climatisation en 2021. Pour l'industrie, aucune évolution spécifique de la pénétration de la climatisation n'est disponible, de sorte que la tendance générale projetée pour la climatisation dans le secteur industriel de la feuille de route sur la chaleur Europe¹⁵ est appliquée. Ainsi, la pénétration de la climatisation devrait augmenter de 4% et 22% d'ici 2030 et 2050, respectivement.

Estimation de l'évolution de la consommation « froid process »

Comme pour la réfrigération dans le secteur tertiaire, la projection de la demande de froid industriel est basée sur un facteur : les projections de valeur ajoutée à l'horizon 2050 (Tableau 3 ci-dessus).

7.3. Différences avec le rapport 2020

Il n'y a pas de changement dans la méthodologie par rapport à la version 2020 de ce rapport, mais il y a deux modifications au niveau des sources.

Premièrement, les projections de la valeur ajoutée ont été mises à jour avec de nouveaux chiffres fournis par le BFP.

Deuxièmement, la source concernant l'évolution de la climatisation a été modifiée : cette version utilise une étude de *Heat Roadmap Europe*, qui fournit des données de pénétration spécifiques par État membre de l'UE, comme détaillé plus haut dans cette annexe.

¹⁵ Baseline scenario of the heating and cooling demand in buildings and industry in the 14 MSs until 2050 (2015), p41.