

DIRECTIVES POUR UN MODÈLE DE RÉGLEMENTATION
—
INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

SEPTEMBRE 2019

DES RÉFRIGÉRATEURS ÉCOÉNERGÉTIQUES ET RESPECTUEUX DU CLIMAT



Remerciements

Les principaux auteurs, Brian Holuj de l'initiative Unis pour l'Efficacité du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), Won Young Park et Nihar Shah du Lawrence Berkeley National Laboratory, ainsi que Noah Horowitz et Alex Hillbrand du Conseil de défense des ressources naturelles souhaitent remercier Daikin, Institut International du Froid, BSH Home Appliances, Electrolux et LBNL pour leur aide à la traduction en français et les personnes suivantes pour leur précieuses contributions en tant qu'examineurs :

Rashid Ali Abdallah Commission de l'Energie Africaine

Atef Marzouk Commission de l'Union Africaine - Division de l'énergie

Tolga Apaydin Arçelik A.Ş.

Jochen Härten BSH Home Appliances

Marcello Padilla Ministère de l'Énergie du Chili

Li Pengcheng Institut National Chinois de Normalisation

Marie Baton CLASP

Naomi Wagura CLASP

Philipp Munzinger GIZ

Miriam Frisch GIZ

Fred Ishugah Centre d'Excellence Est-Africain pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique

Michael Kiza Centre d'Excellence Est-Africain pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique

Charles Diarra Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)

Viktor Sundberg Electrolux

S.P. Garnaik Energy Efficiency Services Limited

Han Wei Energy Foundation China

Antoine Durand Institut Fraunhofer pour la recherche sur les systèmes et l'innovation

Nora Steurer Alliance mondiale pour les bâtiments et la construction

Miquel Pitarch HEAT

Anett Matbadal Consultante indépendante

James Wolf Consultant indépendant

Frank Gao Association Internationale du Cuivre

Hal Stillman Association Internationale du Cuivre

Kerry Song Association Internationale du Cuivre

Kevin Lane Agence Internationale de l'Energie

John Dulac Agence Internationale de l'Energie

Chiara Delmastro Agence Internationale de l'Energie

Somma Phon-Amnuaisuk Institut International pour la Conservation de l'Energie

Didier Coulomb Institut International du Froid

Gabrielle Dreyfus Programme de Kigali pour l'Efficacité des dispositifs de refroidissement

Dae Hoon Kim Centre Coréen d'Evaluation de la Réfrigération et de la Climatisation

Hee Jeong Kang Centre Coréen d'Evaluation de la Réfrigération et de la Climatisation

Jinho Yoo Centre Coréen d'Evaluation de la Réfrigération et de la Climatisation

Jun Young Choi Korea Testing Laboratory

Hyunho Choi LG Electronics

Juan Rosales Mabe

Fabio García Organisation Latino-Américaine de l'Energie (Organización Latinoamericana de Energía, OLADE)

Jaime Guillén Organisation Latino-Américaine de l'Energie (OLADE)

Asad Mahmood Autorité Nationale Pakistanaise pour la Conservation de l'Energie et l'Efficacité Energétique

Sara Ibrahim Centre Régional pour l'Energie Renouvelable et l'Efficacité énergétique

Maged Mahmoud Centre Régional pour l'Energie Renouvelable et l'Efficacité énergétique

Kudakwashe Ndhlukula Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique de la Communauté de Développement d'Afrique Australe (CDAA)

Eunsung Kwon Samsung Electronics

Yongsik Cho Samsung Electronics
Li Jiong Sanhua Holding Group
Lin-Jie Huang Sanhua Holding Group
Ousmane Sy Association Sénégalaise des
Ingénieurs et Techniciens du Froid
Stephen Cowperthwaite Département
Britannique de l'Environnement, de
l'Alimentation et des Affaires rurales
Helena Rey De Assis Tourisme durable du
PNUE
Madeleine Edl U4E du PNUE
Marco Duran U4E du PNUE

Patrick Blake U4E du PNUE
Paul Kellett U4E du PNUE
Souhir Hammami U4E du PNUE
Eric Antwi-Agyei U4E du PNUE - Initiative de
la CEDEAO pour les réfrigérateurs et les
climatiseurs
Morris Kayitare U4E du PNUE - Initiative
Rwandaise pour le refroidissement
Toby Peters Université de Birmingham
Paul Waide Waide Strategic Efficiency
Marco Spuri Whirlpool
Ashok Sarkar Groupe de la Banque mondiale

Avant-propos

Ce document contextualise les raisons qui sous-tendent les directives pour le modèle de réglementation pour les appareils frigorifiques respectueux du climat et écoénergétiques. Il explique brièvement la portée, les catégories de produits, ainsi que les tendances du marché et des politiques concernant l'efficacité énergétique et les frigorigènes. Les lignes directrices pour la réglementation type font référence à la norme CEI 62552:2015 de la Commission électrotechnique internationale pour les essais et les mesures de la consommation d'énergie. Les pays doivent connaître cette norme ou bien d'autres approches qu'ils ont l'intention d'adopter pour leurs cadres réglementaires.

Les appareils frigorifiques consomment une quantité considérable d'électricité dans des conditions normales d'utilisation, ce qui représente une occasion importante d'améliorer de façon rentable l'efficacité énergétique et la transition vers des frigorigènes à plus faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP). Les appareils frigorifiques écoénergétiques ont tendance à être mieux isolés et donc mieux à même de maintenir les températures dans les situations d'approvisionnement instable en électricité, par rapport aux modèles peu performants. United for Efficiency (U4E) a réalisé des évaluations des économies (mises à jour à partir de septembre 2019) pour 150 pays émergents et en développement, qui prévoient des économies annuelles d'électricité, des réductions des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que des économies sur les factures d'électricité des consommateurs si les pays adoptent les directives pour le modèle de réglementation.¹

Le tableau ci-dessous s'appuie sur les évaluations pour fournir des exemples des impacts annuels estimés en 2030 si tous les pays des régions étudiées se conformaient aux exigences minimales proposées concernant l'efficacité énergétique et les frigorigènes. Différents groupements de pays, au-delà de la liste simplifiée ci-dessous, peuvent être prises en considération en passant en revue l'ensemble des évaluations des économies par pays

Économies annuelles estimées à partir de 2030, selon le scénario d'ambition minimale (NPEM)				
Région	Électricité (TWh)	Centrales électriques (500 MW chacune)	CO2 (en millions de tonnes)	Financier - Facture d'électricité (en millions d'USD)
Afrique	11,3	5	7,8	910,2
Amérique centrale	5,9	3	3,5	478,3
Asie du Sud-Est ²	9,1	4	6,2	979,9
Asie de l'Ouest ³	7,4	3	6,5	604,8

¹ Les évaluations des économies par pays sont disponibles à l'adresse suivante : <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments>.

² Brunei Darussalam, Cambodge, Indonésie, République démocratique populaire lao, Malaisie, Myanmar, Philippines, Singapour, Thaïlande, Timor oriental, Viêt Nam

³ Arménie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Géorgie, Irak, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Palestine, Qatar, Arabie saoudite, République arabe syrienne, Turquie, Émirats arabes unis, Yémen

Avertissement

Les appellations employées et la présentation du contenu de cette publication n'impliquent l'expression d'aucune opinion de la part du Programme des Nations Unies pour l'environnement quant au statut juridique des pays, territoires, villes, régions, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. De plus, les avis exprimés ne représentent pas nécessairement la décision ou la politique défendue par le Programme des Nations Unies pour l'environnement, de même que la mention de marques de fabrique ou de procédés commerciaux ne constitue pas une approbation de notre part.

Les informations contenues dans cette publication peuvent être modifiées sans préavis. Bien que les auteurs aient pris soin d'obtenir ces informations auprès de sources fiables, le Programme des Nations Unies pour l'environnement ne saurait être tenu responsable de toute erreur, omission ou résultat obtenu à la suite de l'utilisation de ces informations. Toutes les informations sont fournies telles quelles, sans aucune garantie quant à leur intégralité, leur exactitude, leur actualité ou aux résultats obtenus à la suite de leur utilisation, et sans aucune garantie de quelque sorte que ce soit, expresse ou tacite, quant à la performance, la qualité marchande ou la convenance à un usage particulier.

En aucun cas, le Programme des Nations Unies pour l'environnement, ses sociétés associées, contributeurs, ou les partenaires, agents ou leurs employés respectifs, ne pourront être tenus responsables envers vous ou d'autres, de tout acte ou comportement lié ou en rapport avec les informations présentées. Cet avertissement s'applique à tout dommage ou préjudice et, en aucun cas, le Programme des Nations Unies pour l'environnement ne sera tenu responsable envers vous de tout dommage indirect, consécutif, exemplaire, accidentel ou punitif, y compris le manque à gagner, même si nous avons été informés de la probabilité de tels dommages.

Pour en savoir plus, veuillez contacter :

United Nations Environment Programme–

United for Efficiency Initiative

Economy Division

Energy, Climate, and Technology Branch

1 Rue Miollis, Bâtiment VII

75015, Paris

FRANCE

Tél : +33 (0)1 44 37 14 50

Télécopie : +33 (0)1 44 37 14 74

E-mail : u4e@un.org

<http://united4efficiency.org/>

Table des matières

Remerciements.....	i
Avant-propos	iii
Avertissement.....	iv
1. Portée des directives pour le modèle de réglementation et catégories de produits	1
2. Tendances de la consommation d'énergie et des exigences de performance des appareils frigorifiques	3
3. Seuil d'efficacité énergétique : analyse comparative et niveau pour les directives pour le modèle de réglementation.....	5
4. Reconnaissance des appareils frigorifiques écoénergétiques.....	11
Références	15
Annexe 1. Catégories de produits pour les appareils frigorifiques	17

Liste des tableaux

Table 1 : Paramètres utilisés pour définir les catégories de produits dans les normes relatives à l'efficacité énergétique des appareils frigorifiques.....	2
Table 2 : Comparaison des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes – réfrigérateurs	6
Table 3 : Comparaison des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes – réfrigérateurs-congérateurs	7
Table 4 : Comparaison des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes – congérateurs.....	8
Table 5 : Catégories de produits pour les appareils frigorifiques dans certaines économies	17
Table 6 : Approche de la nouvelle réglementation européenne, en fonction du nombre de compartiments	17
Table 7 : Catégories de produits pour les appareils frigorifiques aux États-Unis, au Canada et au Mexique	18

Liste des figures

Figure 1 : Consommation d'énergie moyenne normalisée par unité des nouveaux réfrigérateurs-congérateurs	4
Figure 2 : Exigences de consommation d'énergie annuelle des réfrigérateurs sans givre en Inde.....	5
Figure 3 : Comparaison des exigences de consommation énergétique maximale pour les réfrigérateurs-congérateur (25 °C).....	9
Figure 4 : Comparaison des exigences de consommation énergétique maximale pour les réfrigérateurs (25 °C).....	10
Figure 5 : Classes d'efficacité des produits sans givre en Inde	11
Figure 6 : Classes d'efficacité des réfrigérateurs équipés d'un système de refroidissement direct en Inde.....	12
Figure 7 : Distribution réelle (2010–2016) et prévisionnelle (2017–2030) des ventes de réfrigérateurs dans l'UE par classe d'efficacité.....	13
Figure 8 : Tendances de la consommation d'énergie et des prix réels des réfrigérateurs aux États-Unis.....	14
Figure 9 : Tendances de la consommation d'énergie et des prix réels des réfrigérateurs en Australie	14

Acronymes

DA	Dégivrage automatique
CEAmax	Consommation d'énergie annuelle maximale
AHAM	Association des fabricants d'appareils électroménagers domestiques (Association of Home Appliance Manufacturers)
ANSI	Institut national de normalisation américain (American National Standards Institute)
VC	Volume corrigé
BEE	Bureau de l'efficacité énergétique (Bureau of Energy Efficiency)
CA	Californie
comp	compartiment
DOE	Département de l'Énergie des États-Unis (U.S. Department of Energy)
CÉ	Conception écologique (écoconception)
ÉE	Étiquetage énergétique
UE	Union européenne
CGL	Congélateur
PRP	Potentiel de réchauffement Planétaire
HC	Hydrocarbures
CEI	Commission électrotechnique internationale
ISO	Organisation internationale de normalisation (International Organization for Standardization)
LBNL	Lawrence Berkeley National Laboratory
DM	Dégivrage manuel
NMPE	Normes minimales de performance énergétique
NAECA	Loi nationale sur la conservation de l'énergie des appareils ménagers (National Appliance Energy Conservation Act)
DAP	Dégivrage automatique partiel
RE	Réfrigérateur
RE-CGL	Réfrigérateur-congélateur
N&E	Normes et étiquetage
DGP	Distributeur de glaçons intégrés à la porte
U4E	United for Efficiency

1. Portée des directives pour le modèle de réglementation et catégories de produits

Les normes et l'étiquetage (N&L) relatifs à l'efficacité énergétique s'appuient sur les valeurs de la consommation d'énergie obtenues à partir des normes d'essai. Bien que les normes pour mesurer la consommation d'énergie des réfrigérateurs soient très similaires d'un pays à un autre, plusieurs facteurs peuvent entraîner des différences au niveau des valeurs de consommation d'énergie (c'est-à-dire Wh/jour ou kWh/an) entre les pays, notamment en raison de spécifications différentes pour la température ambiante, de la température interne des compartiments et de fonctionnalités supplémentaires dans la procédure d'essai. Par conséquent, les catégories de produits des appareils frigorifiques varient en fonction des caractéristiques du marché et des perspectives en matière de réglementation. Les différences de conditions des essais et/ou d'utilisation des résultats des essais génèrent des valeurs de consommation d'énergie différentes, ce qui rend toute comparaison difficile d'une région à l'autre.

Le Tableau 1 montre les paramètres clés pris en considération dans les normes d'efficacité énergétique pour les appareils frigorifiques. Les Tableaux 5, 6 et 7 de l'Annexe 1 montrent des exemples de catégories de produits définies dans les normes régionales. Les États-Unis utilisent 18 catégories de produits, l'Union européenne (UE) en utilise actuellement 10 et d'autres pays utilisent souvent une gamme elle aussi différente. Toutefois, la norme européenne est en cours de révision au moment de la rédaction du présent document et ne contiendra pas ces catégories. Une approche rationalisée est un point de départ raisonnable pour les pays qui envisagent de suivre les directives pour le modèle de réglementation. Par conséquent, les exigences relatives à la consommation d'énergie annuelle maximale sont stipulées pour les appareils frigorifiques dans trois grandes catégories de produits qui peuvent être adaptées selon les caractéristiques de marché spécifiques à un pays ou à une région et les perspectives en matière de réglementation.

Tableau 1 : Paramètres utilisés pour définir les catégories de produits dans les normes relatives à l'efficacité énergétique des appareils frigorifiques

Structure ou type		Classes climatiques	Encastré ou en pose libre	Dégivrage	Machine à glaçons	Taille
Réfrigérateur	Réfrigérateur uniquement, réfrigérateur avec compartiment congélation	Subtropicale (ST), tropicale (T), tempérée élargie (SN), tempérée (N)	En pose libre, encastré	Manuel, automatique, automatique partiel	Distributeur de glaçons intégré à la porte	Par exemple, une catégorie de produits avec un volume corrigé inférieur à 300 L
Réfrigérateur-congélateur	Congélateur situé en haut, en bas ou latéral					
Congélateur	Coffre (horizontal), armoire (vertical)					
Par compartiment*						

*Les exigences de consommation d'énergie dans la nouvelle norme européenne sont spécifiques à chaque compartiment.

Trois normes sont habituellement adoptées pour les appareils frigorifiques dans les pays. De nombreux pays adoptent les normes CEI 62552 ou s'y réfèrent. Par exemple, les normes du Brésil, de la Chine, de la république de Corée,⁴ de l'Afrique du Sud et des réglementations européennes de 2009 sont ou étaient basées sur la norme CEI 62552:2007, qui utilise une température ambiante de 25 °C. La norme CEI 62552:2015 a été récemment élaborée afin d'harmoniser les mesures internationales d'essai et d'efficacité des appareils frigorifiques résidentiels. La Chine, Taïwan, l'UE (en cours de révision), l'Indonésie, le Kenya, la Malaisie et la Thaïlande ont déjà adopté ou envisagent d'adopter la norme CEI 62552 qui mesure la consommation d'énergie à la fois à 16 °C et à 32 °C, fournissant ainsi de meilleures informations sur la performance probable en exploitation des appareils frigorifiques.

L'Australie et la Nouvelle-Zélande appliquent la norme d'essai harmonisée AS/NZS 4474:2018 qui utilise une température ambiante de 32 °C pour les normes de performance énergétique minimale (NPEM) et de 22 °C pour l'étiquetage. La norme d'essai indienne est en grande partie compatible avec la précédente norme AS/NZS 4474.1 qui se basait sur une température ambiante de 32 °C.

Les normes au Canada, au Mexique et aux États-Unis s'appuient sur la norme d'essai de l'Institut national de normalisation américain/Association des fabricants d'appareils électroménagers domestiques (ANSI/AHAM). La norme d'essai se base sur une température ambiante de 32,2 °C (90 °F) pour tenir compte de l'impact des ouvertures de porte et de l'introduction d'aliments chauds sur la consommation d'énergie.

⁴ Également appelée Corée du Sud.

Les appareils frigorifiques à usage domestique sont habituellement conçus pour une température ambiante de 16 °C ou plus. Toutefois, certains appareils sont installés dans des environnements où la température ambiante est inférieure ou supérieure. Les normes basées sur une température de 32 °C et de 24 °C (ou de 25 °C) sont compatibles avec de nombreuses normes régionales existantes. La consommation d'énergie des appareils frigorifiques n'augmente pas de façon proportionnelle entre 16 °C et 32 °C (voir Harrington 2015 pour plus de détails). La performance réelle à 25 °C est plus proche de la performance (interpolée de façon linéaire par la performance mesurée à 16 °C et 32 °C) à 24 °C que de celle enregistrée à 25 °C. Bien que 0,5 et 0,5 soient mathématiquement les facteurs pour 24 °C, ils représentent mieux la performance réelle à 25 °C. Par conséquent, les directives pour le modèle de réglementation utilisent la température de référence de 24 °C (performance déterminée par la performance mesurée à 16 °C et 32 °C) pour s'aligner sur la version préliminaire de la norme européenne.

2. Tendances de la consommation d'énergie et des exigences de performance des appareils frigorifiques

En 2012, environ 1,4 milliard de réfrigérateurs et de congélateurs étaient utilisés dans le monde, avec une consommation d'électricité annuelle moyenne de 450 kWh par unité (Barthel et Götz, 2012). La consommation d'énergie moyenne par unité des réfrigérateurs domestiques a diminué, permettant de réaliser d'importantes économies (Figure 1) en consommant moins de 400 kWh par an (AIE 4E 2014). Une étude portant sur un marché africain montre qu'un réfrigérateur-congélateur typique (volume net de 280 L) consommant 700 kWh par an avant adoption des réglementations peut être amélioré avec les NPEM appropriées (U4E 2017) pour consommer entre 350 et 450 kWh par an ou moins, et être considérablement plus efficace au moment où les directives pour le modèle de réglementation entreront en vigueur. Par exemple, les exigences de consommation d'énergie en Inde pour les réfrigérateurs sans givre sont devenues plus strictes d'environ 60 % pour la période 2016–2019 par rapport à 2010–2011 (Figure 2). En 2018, le Mexique a présenté ses normes révisées pour les appareils frigorifiques, alignées sur les normes actuelles du Canada et des États-Unis. Une réduction de 35 % de la consommation d'énergie est attendue par rapport à la version antérieure (Commission nationale pour l'utilisation efficace de l'énergie du Mexique 2018). L'entrée en vigueur de la révision sera échelonnée sur trois ans : 2018 pour les produits ayant une capacité supérieure ou égale à 550 L, 2019 pour ceux ayant une capacité comprise entre 400 L et 550 L, et 2020 pour ceux d'une capacité inférieure à 400 L.

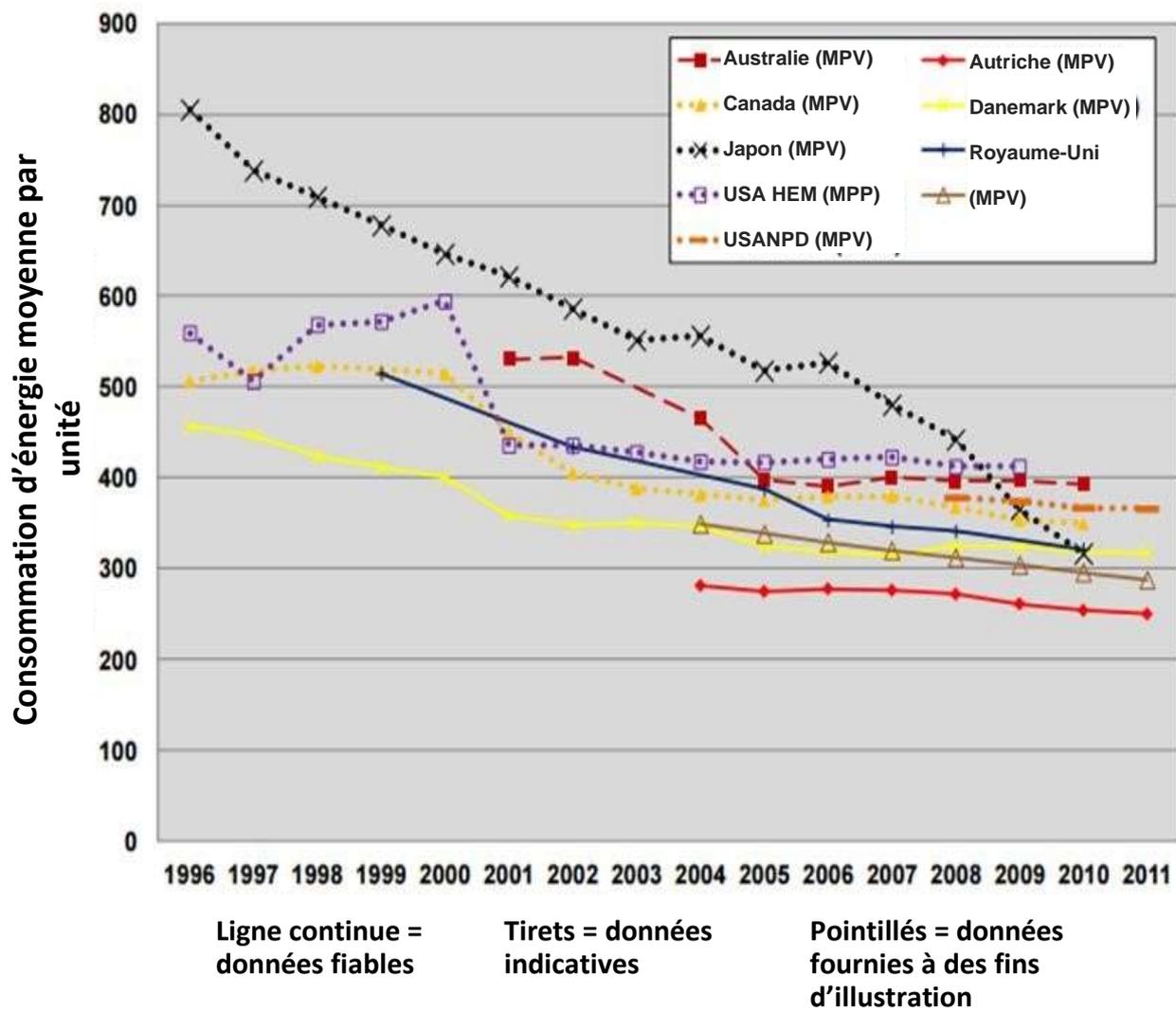


Figure 1 : Consommation d'énergie moyenne normalisée par unité des nouveaux réfrigérateurs-congérateurs

MPV = moyenne pondérée des ventes ; MPP = moyenne pondérée des produits ; USA HEM : données issues du magazine Home Energy ; USA NPD : données issues du service « retail tracking » (suivi des ventes au détail) du groupe NPD

Source : Agence internationale de l'énergie—Équipements de consommation écoénergétiques [AIE 4E] 2014

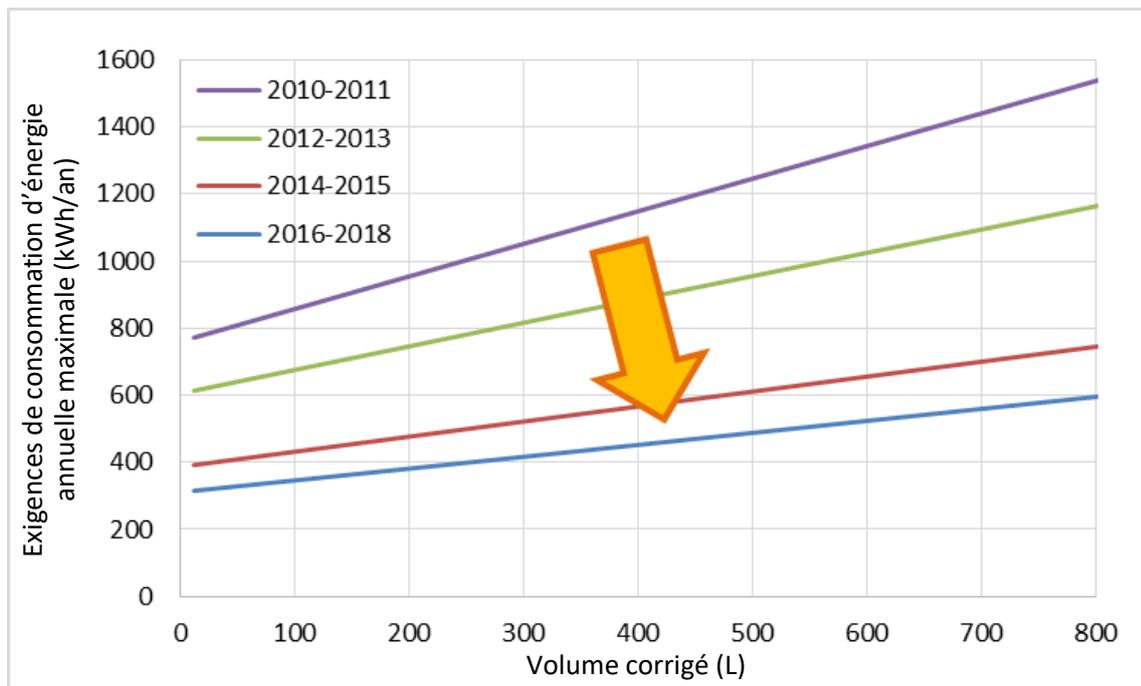


Figure 2 : Exigences de consommation d'énergie annuelle des réfrigérateurs sans givre en Inde

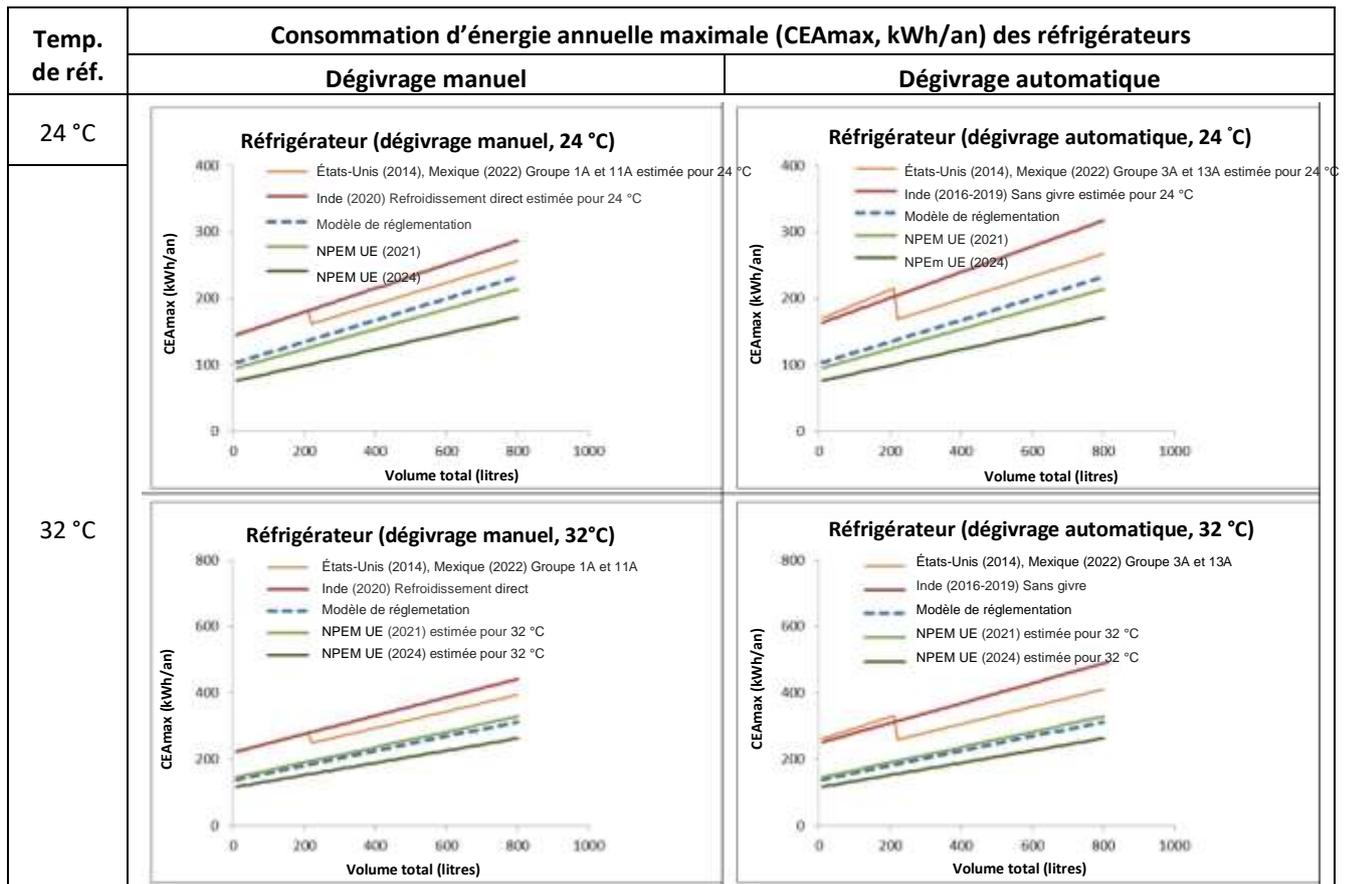
Source : BEE (2015)

Les exigences de consommation énergétique sont habituellement définies par les volumes corrigés de chaque produit, la température ambiante, les températures des compartiments concernés, etc. Les exigences des normes existantes ne sont pas directement comparables en raison des différents paramètres et approches pris en compte, créant une certaine complexité et diversité dans la façon dont ces produits sont réglementés.

3. Seuil d'efficacité énergétique : Analyse Comparative et Niveau pour les Directives pour le Modèle de Réglementation

Établir des exigences compatibles avec la transition attendue du marché dans les principales économies émergentes ayant des politiques fiables constitue un signal politique fort pour les fabricants qui vendent également aux marchés visés par les directives pour le modèle de réglementation : ceux dont les NPEM et l'étiquetage sont dépassés, sont mal appliqués ou ne sont pas obligatoires. Un ensemble d'exigences communes ou comparables aidera les fabricants à se préparer à offrir des produits qui pourront être vendus plus largement, dans le but de réaliser des économies d'échelle plus importantes et ainsi de rendre les solutions écoénergétiques plus largement accessibles. Associer la transition vers une plus grande efficacité énergétique à la transition vers des frigorigènes ayant un PRP plus faible permettrait au secteur d'exploiter les synergies en repensant les équipements et en modernisant les lignes de fabrication, afin de chercher à saisir simultanément ces deux opportunités. Les Tableaux 2, 3 et 4 montrent des comparaisons, données à titre d'illustration, des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes pour les températures de référence de 24 °C et 32 °C.

Tableau 2 : comparaison des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes – réfrigérateurs⁵



Remarques :

1. Pour les réfrigérateurs, la consommation d'énergie à 24 °C d'après les normes indiennes et mexicaines est supposée être inférieure de 35 % à celle à 32 °C. La consommation d'énergie à 32 °C d'après la norme européenne est supposée être supérieure de 35 % à celle à 24 °C.
2. Basé sur des réfrigérateurs équipés uniquement d'un seul compartiment denrées fraîches..

⁵ La norme américaine a différentes exigences pour les appareils de moins de 220 L.

Tableau 3 : comparaison des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes – réfrigérateurs-congérateurs

Temp. de réf.	Consommation d'énergie annuelle maximale (kWh/an) des réfrigérateurs-congérateurs	
	Dégivrage manuel	Dégivrage automatique
24 °C	<p>Réfrigérateur-congérateur (dégivrage manuel, 24 °C)</p>	<p>Réfrigérateur-congérateur (dégivrage automatique, 24 °C)</p>
	<p>Réfrigérateur-congérateur (dégivrage manuel, 32 °C)</p>	<p>Réfrigérateur-congérateur (dégivrage automatique, 32 °C)</p>

Remarques :

1. Pour les réfrigérateurs-congérateurs, la consommation d'énergie à 24 °C d'après les normes indiennes et mexicaines est supposée être inférieure de 25 % à celle à 32 °C. La consommation d'énergie à 32 °C d'après la norme européenne est supposée être supérieure de 25 % à celle à 24 °C.
2. Basé sur des réfrigérateurs sans givre à deux portes dont le volume du compartiment de denrées fraîches représente 70 % du volume de stockage total.

Tableau 4 : Comparaison des directives pour le modèle de réglementation avec certaines normes – congélateurs

Temp. de réf.	Consommation d'énergie annuelle maximale (kWh/an) des congélateurs	
	Dégivrage manuel	Dégivrage automatique
24 °C	<p>Congélateur (dégivrage manuel, 24 °C)</p> <p>États-Unis (2014), Mexique (2018-2020) Congélateur armoire/Groupe 8 et 16 estimée pour 24 °C États-Unis (2014), Mexique (2018-2020) Congélateur coffre/Groupe 10 et 18 estimée pour 24 °C Modèle de réglementation NPEM UE (2021) NPEM UE (2024)</p>	<p>Congélateur (dégivrage automatique, 24 °C)</p> <p>États-Unis (2014), Mexique (2018-2020) Congélateur armoire/Groupe 9 et 17 estimée pour 24 °C É.-U. (2014), Mexique (2018-2020) Congélateur coffre/Groupe 10A estimée pour 24 °C Modèle de réglementation NPEM UE (2021) NPEM UE (2024)</p>
	<p>Congélateur (dégivrage manuel, 32 °C)</p> <p>États-Unis (2014), Mexique (2018-2020) Congélateur armoire/Groupe 8 et 16 États-Unis (2014), Mexique (2018-2020) Congélateur coffre/Groupe 10 et 18 Modèle de réglementation NPEM UE (2021) estimée pour 32 °C NPEM UE (2024) estimée pour 32 °C</p>	<p>Congélateur (dégivrage automatique, 32 °C)</p> <p>États-Unis (2014), Mexique (2022) Congélateur armoire/Groupe 9 et 17 États-Unis (2014), Mexique (2022) Congélateur coffre/Groupe 10A Modèle de réglementation NPEM UE (2021) estimée pour 32 °C NPEM UE (2024) estimée pour 32 °C</p>

Remarques :

1. Pour les congélateurs, la consommation d'énergie à 24 °C d'après les normes indiennes et mexicaines est supposée être inférieure de 30 % à celle à 32 °C. La consommation d'énergie à 32 °C d'après la norme européenne est supposée être supérieure de 20 % à celle à 24 °C.
2. Selon la norme américaine, il existe un facteur correctif sans dimension de 0,7 pour la consommation d'énergie des congélateurs coffres et de 0,85 pour la consommation d'énergie des congélateurs armoires. Ces facteurs de correction sont appliqués dans la comparaison.
3. Dans la mesure où les congélateurs équipés de la fonction de dégivrage automatique tendent à consommer davantage d'énergie que ceux pour lesquels le dégivrage doit être effectué manuellement, les directives pour le modèle de réglementation alignent encore davantage les exigences sur le type de congélateur à dégivrage automatique.

Les Figures 3 et 4 montrent les comparaisons des exigences de consommation énergétique maximale pour les réfrigérateurs et les réfrigérateurs-congérateurs dans plusieurs pays, indiquant une tendance similaire aux conclusions abordées plus haut. Par exemple, un réfrigérateur-congérateur typique (volume net de 300 L) est autorisé à consommer entre 240 et 640 kWh par an en fonction des NPEM. Les exigences des directives pour le modèle de réglementation sont similaires à celles des normes américaines actuelles et de la version préliminaire de la norme européenne. L'application des directives pour le modèle de réglementation devrait s'avérer rentable dans de nombreux pays, principalement en raison du fait que les États-Unis et l'Union européenne fixent de telles exigences en fonction d'analyses techniques et économiques fiables. Il s'agit en outre de vastes marchés qui influencent plus largement le coût et la disponibilité de ces produits.

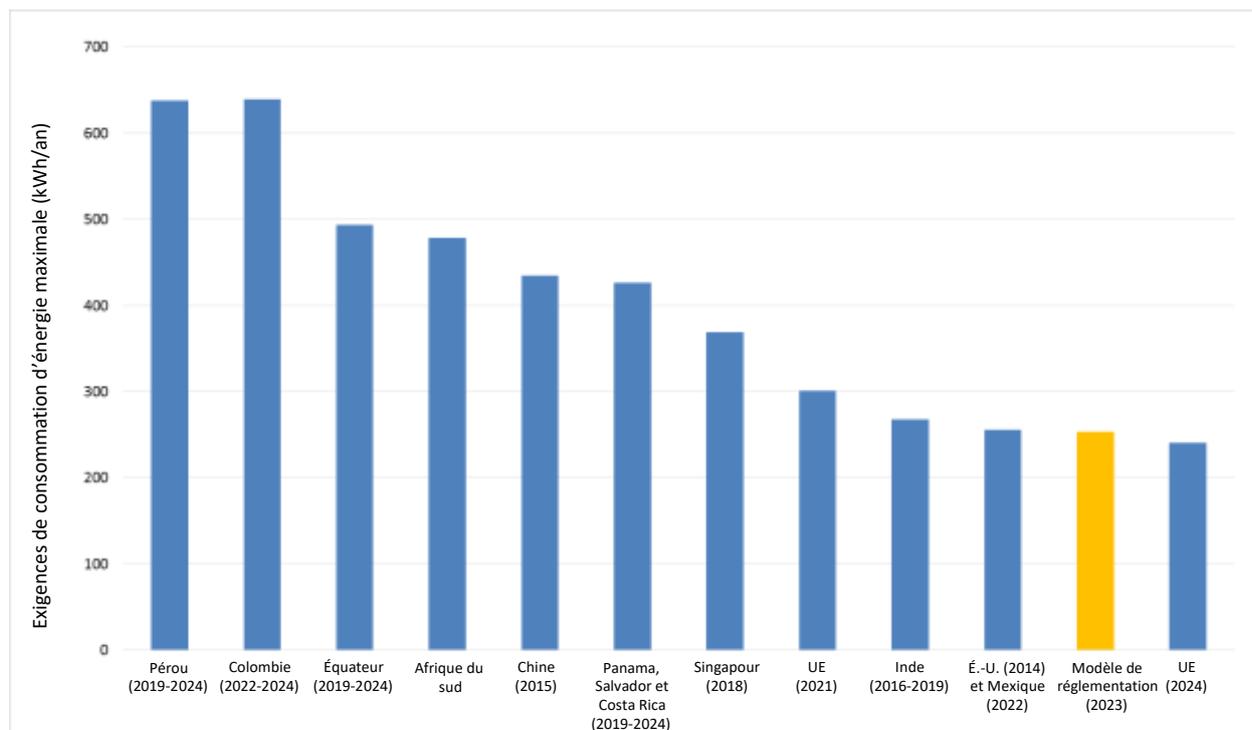


Figure 3 : comparaison des exigences de consommation énergétique maximale pour les réfrigérateurs-congérateurs (25 °C)

Source : Analyse du Lawrence Berkeley National Laboratory [LBNL]

Remarques :

1. Pour les réfrigérateurs-congérateurs, la consommation d'énergie à 25 °C d'après les normes en vigueur en Colombie, au Panama, au Salvador, au Costa Rica, en Inde, au Mexique, à Singapour et aux États-Unis est supposée être inférieure de 25 % à celle à 32 °C. La consommation d'énergie à 32 °C d'après la norme européenne est supposée être supérieure de 25 % à celle à 25 °C. Les exigences en vigueur en Afrique du Sud sont équivalentes à la classe B européenne.
2. L'exigence de consommation énergétique maximale pour l'Inde, les États-Unis/le Mexique et d'autres pays s'applique aux appareils sans givre, aux réfrigérateurs-congérateurs avec dégivrage automatique et congélateur en haut sans distributeur automatique de glaçons, et aux réfrigérateurs-congérateurs, respectivement, tels que les normes les définissent.
3. La comparaison repose sur des calculs pour un réfrigérateur-congérateur sans givre à deux portes, doté d'un volume de stockage de 300 L et d'un compartiment de congélation représentant 30 % du volume total.

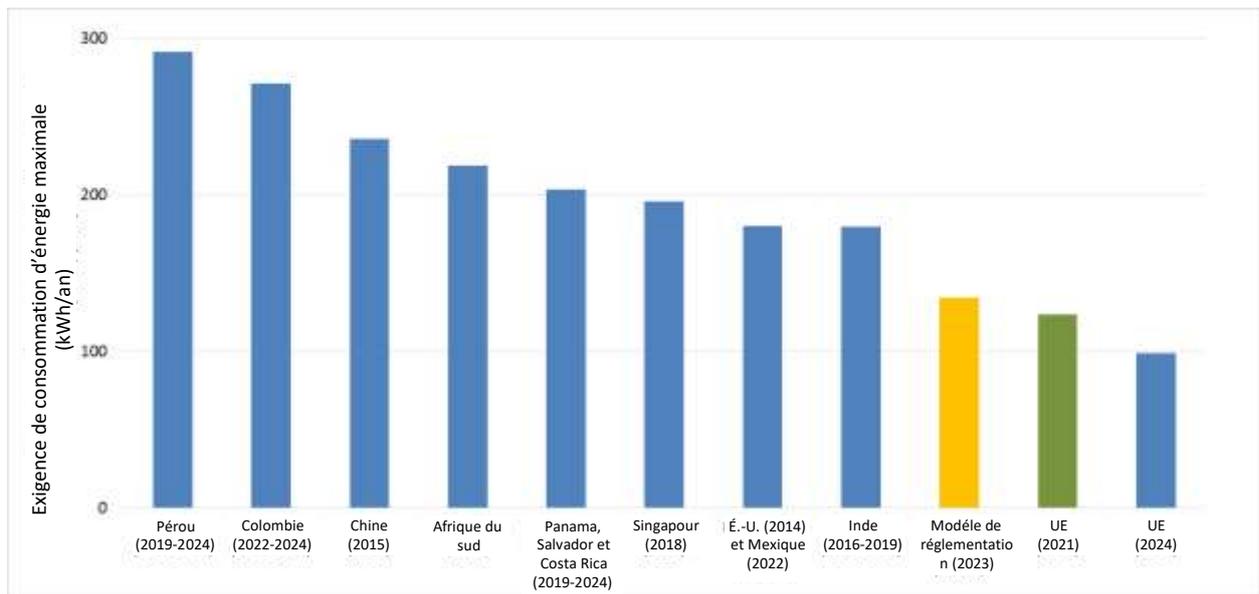


Figure 4 : comparaison des exigences de consommation énergétique maximale pour les réfrigérateurs (25 °C)

Source : analyse du LBNL

- Pour les réfrigérateurs (de petite dimension principalement), la consommation d'énergie à 25 °C d'après les normes en vigueur en Colombie, au Panama, au Salvador, au Costa Rica, en Inde, au Mexique, à Singapour et aux États-Unis est supposée être inférieure de 35 % à celle à 32 °C. La consommation d'énergie à 32 °C d'après la norme européenne est supposée être supérieure de 35 % à celle à 25 °C. Les exigences en vigueur en Afrique du Sud sont équivalentes à la classe B européenne.
- L'exigence de consommation énergétique maximale pour l'Inde, les États-Unis/le Mexique et d'autres pays s'applique aux réfrigérateurs équipés d'un système de refroidissement direct, aux réfrigérateurs compacts à dégivrage manuel, et aux réfrigérateurs sans compartiment congélateur, respectivement, tels que les normes les définissent.
- La comparaison repose sur les calculs effectués pour un réfrigérateur mono-porte d'un volume de stockage de 200 L.

La norme CEI 62552:2015 spécifie les méthodes d'essai permettant de déterminer l'efficacité de refroidissement du contenu de l'appareil et la consommation d'énergie supplémentaire spécifiée (dispositifs de chauffage anti condensation régulés par les conditions ambiantes et machines à glaçons automatiques). Certaines normes régionales ajoutent l'efficacité de refroidissement du contenu de l'appareil et/ou la consommation d'énergie supplémentaire pour fixer les exigences de consommation d'énergie annuelle maximale. Par exemple, la version préliminaire de la norme européenne ajoute la consommation d'énergie supplémentaire pour les appareils frigorifiques équipés de dispositifs de chauffage anti-condensation régulés par les conditions ambiantes. Une mesure de l'efficacité de refroidissement du contenu de l'appareil sert à estimer de façon réaliste la consommation d'énergie due aux interactions avec l'utilisateur (par exemple, quelle quantité d'énergie supplémentaire est utilisée pour évacuer la chaleur qui pénètre dans le réfrigérateur lors des ouvertures de porte et pour refroidir des boissons et aliments chauds). Par exemple, l'efficacité de refroidissement du contenu de l'appareil à 24 °C pour l'étiquetage énergétique en Australie (en vigueur à partir de 2021) est calculée d'après l'efficacité de refroidissement du contenu de l'appareil mesurée à 32 °C et 16 °C (Harrington, 2018).

La plupart des normes relatives à l'efficacité énergétique pour les appareils frigorifiques se sont concentrées sur la consommation d'énergie à une température ambiante, en accordant peu d'attention à l'efficacité de refroidissement du contenu de l'appareil à n'importe quelle température ambiante ou à la consommation d'énergie à d'autres températures ambiantes (Harrington, 2015). Ces nouvelles mesures de la consommation d'énergie pourraient encourager les fabricants à optimiser la performance énergétique de leurs produits dans des conditions réelles mais les coûts de mise en conformité pourraient également augmenter. La réalisation de ces mesures de la consommation d'énergie mérite d'être davantage approfondie et discutée.

4. Reconnaissance des appareils frigorifiques écoénergétiques

Le niveau d'efficacité énergétique élevée dans les directives pour le modèle de réglementation est 1,5 fois supérieur à celui de faible efficacité (c.-à-d. la consommation énergétique maximale), mais il est inférieur ou égal aux niveaux d'efficacité des meilleures technologies actuellement disponibles. Par exemple, on estime que 54 des 315 modèles de réfrigérateurs sans givre (200 à 620 L) en Inde satisfont aux exigences d'efficacité énergétique élevée des lignes directrices pour la réglementation type (Figure 5). On estime que seuls quelques-uns des 366 modèles de réfrigérateurs dotés d'un système de refroidissement direct (40 à 260 L) vendus en Inde satisfont aux exigences d'efficacité énergétique élevée des directives pour le modèle de réglementation (Figure 6).

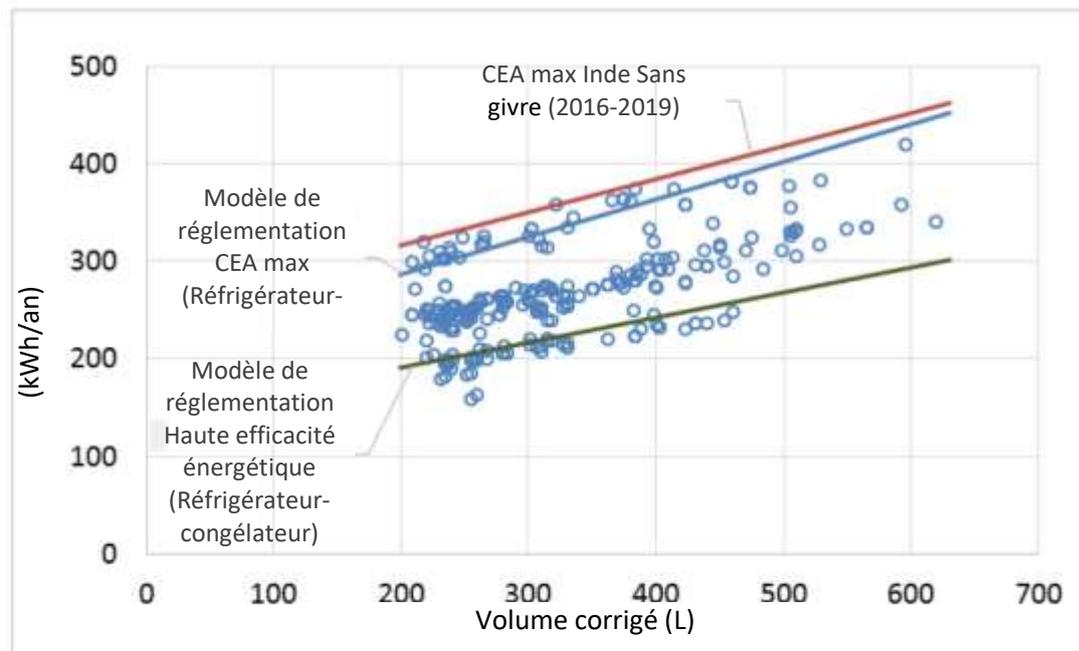


Figure 5 : classes d'efficacité des produits sans givre en Inde

Source : travail des auteurs réalisé d'après la base de données du Bureau de l'efficacité énergétique (BEE)

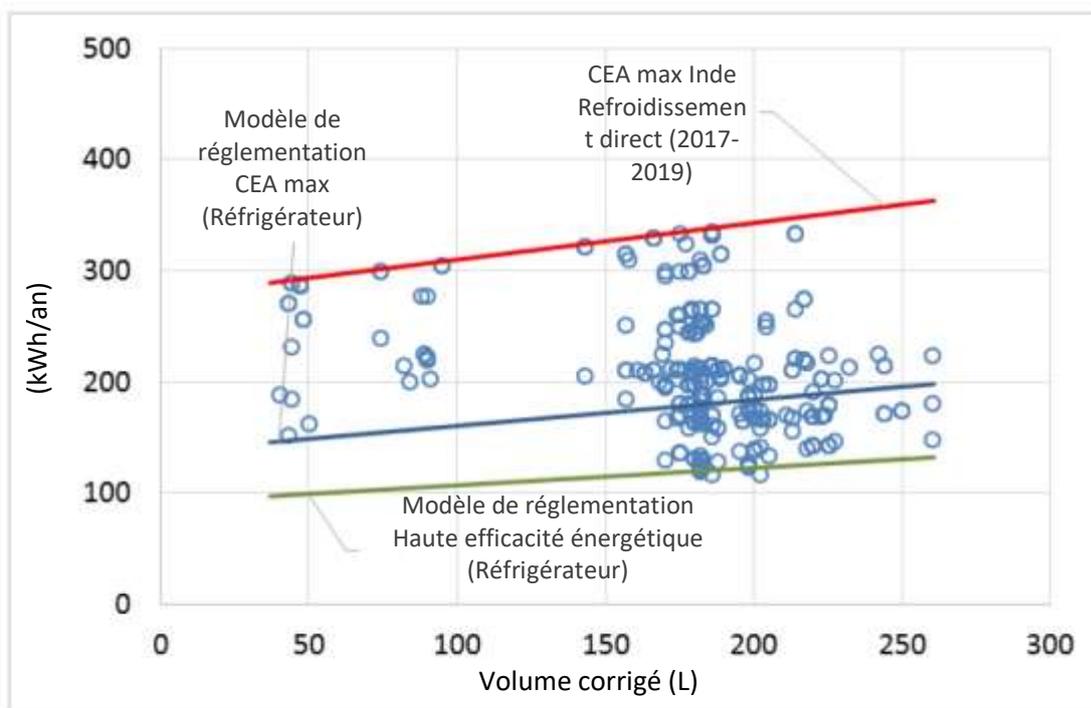


Figure 6 : Classes d'efficacité des réfrigérateurs équipés d'un système de refroidissement direct en Inde

Source : travail des auteurs réalisé d'après la base de données du BEE

On estime que 25 des 32 modèles de réfrigérateurs mono-porte les plus écoénergétiques (A+++) vendus dans l'UE satisfont aux exigences d'efficacité énergétique élevée des directives pour le modèle de réglementation, et que 25 des 55 modèles de réfrigérateurs-congérateurs deux portes les plus écoénergétiques vendus dans l'UE satisfont eux aussi à ces exigences. On estime que l'ensemble (71 sur 71) des modèles de congélateurs les plus efficaces vendus dans l'UE satisfont aux exigences d'efficacité énergétique élevée des directives pour le modèle de réglementation.

Plus de 500 millions de réfrigérateurs domestiques fonctionnant avec des hydrocarbures à faible PRP comme frigorigènes sont déjà utilisés dans le monde entier (Programme des Nations Unies pour l'environnement 2015), ce qui permet également un fonctionnement plus écoénergétique du compresseur par rapport aux précédents frigorigènes. Des appareils frigorifiques très efficaces utilisant ces frigorigènes à faible PRP sont actuellement disponibles à la vente et leur part de marché augmente dans le monde entier.

Le R-600a (HC-600a) est le frigorigène utilisé traditionnellement pour les réfrigérateurs et congélateurs domestiques européens. Les rapports de Topten EU (2018) et de l'UE (2019) montrent que l'efficacité moyenne des appareils frigorifiques dans l'UE s'est améliorée de 37 % au cours de la période 2004–2015. Presque tous les produits ont été classés dans la catégorie A+ ou supérieure depuis 2012 (Figure 7). La réglementation européenne reviendra à une échelle allant de A à G, ce qui exige la mise en place d'un mécanisme d'adaptation entre l'étiquetage actuel et futur. La nouvelle classe G est globalement comparable à la classe A+ actuelle, voire aux classes supérieures.

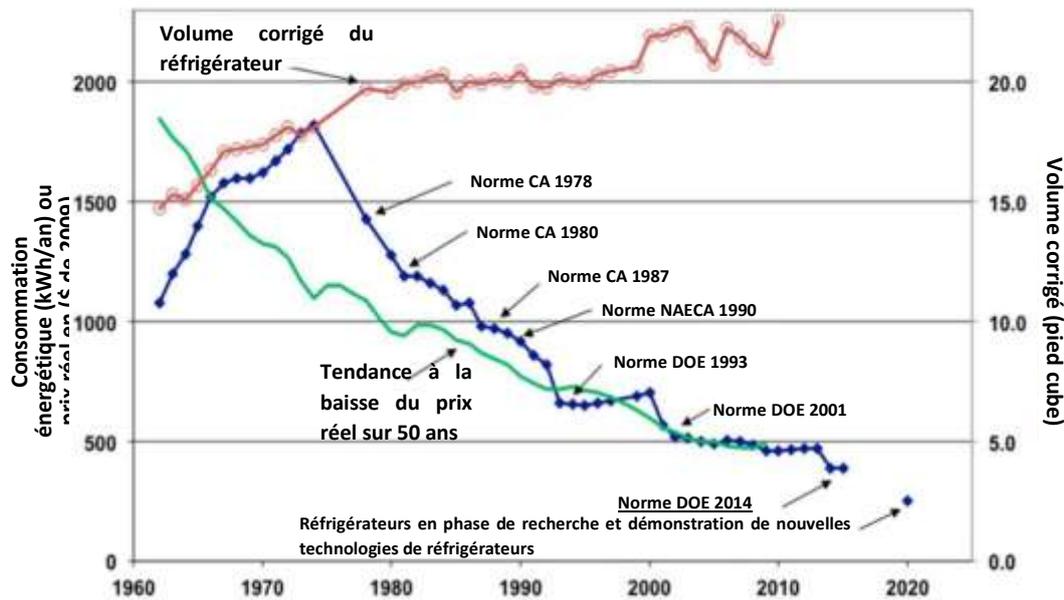


Figure 8 : tendances de la consommation d'énergie et des prix réels des réfrigérateurs aux États-Unis

Source : LBNL

CA = Californie, DOE = Département de l'Énergie des États-Unis (U.S. Department of Energy), NAECA = Loi nationale sur la conservation de l'énergie des appareils ménagers (National Appliance Energy Conservation Act)

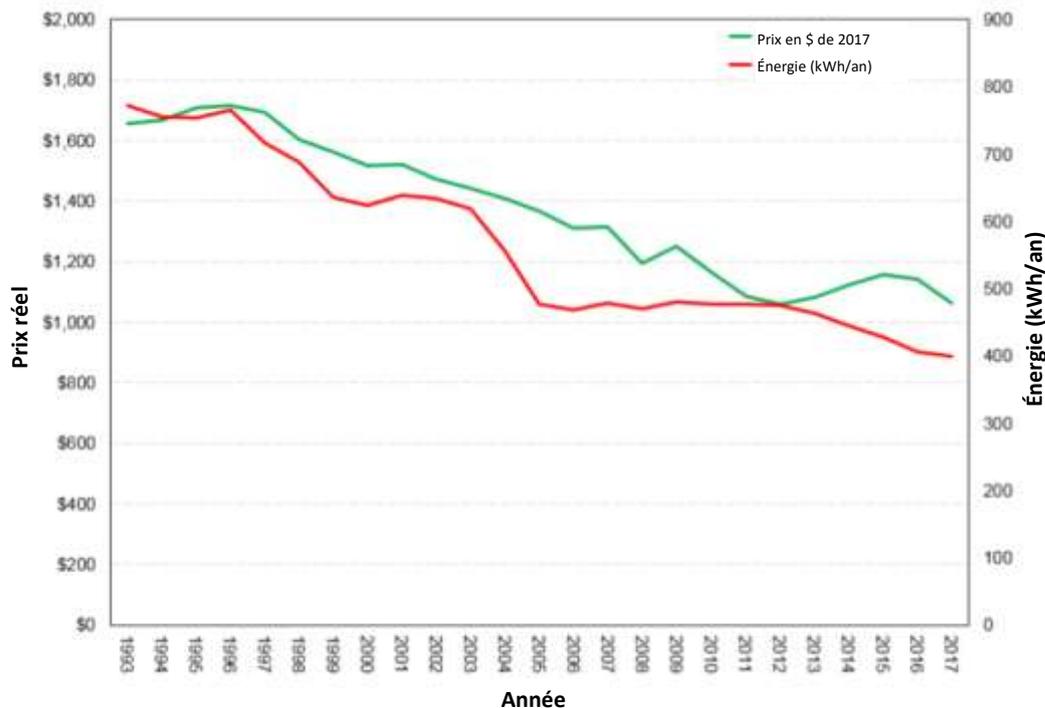


Figure 9 : tendances de la consommation d'énergie et des prix réels des réfrigérateurs en Australie

Source : Commonwealth d'Australie, Département de l'Environnement et de l'Énergie, 2017

Références

- Bureau de l'efficacité énergétique. (2015). Schedule – 1 Frost Free (No-Frost) Refrigerator. Revision No. 4, 17 décembre 2015. Inde.
- Barthel, C. et Götz, T. (2012). *The Overall Worldwide Saving Potential from Domestic Refrigerators and Freezers with Results Detailed for 11 World Regions*. Institut de Wuppertal pour le climat, l'environnement et l'énergie.
http://www.bigee.net/media/filer_public/2012/12/04/bigee_doc_2_refrigerators_freezers_worldwide_potential_20121130.pdf.
- Commonwealth d'Australie, Département de l'Environnement et de l'Énergie (2017). *Decision Regulation Impact Statement – Household Refrigerators and Freezers*. Une initiative commune du gouvernement, des États et des territoires de l'Australie et du gouvernement néo-zélandais.
<http://www.energyrating.gov.au/sites/new.energyrating/files/documents/Decision-RIS-Household-Refrigerators-Freezers.pdf>.
- Union européenne (2019). Commission Delegated Regulation (EU) .../... of 11.3.2019 supplementing Regulation (EU) 2017/1369 of the European Parliament and of the Council with regard to energy labelling of refrigerating appliances and repealing Commission Delegated Regulation (EU) No 1060/2010.
- Harrington, L. (2018). *Household Refrigerators: Energy Modelling Methodology for MEPS 2021 Compliance*. <http://energyrating.gov.au/document/technical-paper-household-refrigerators-energy-modelling-methodology-meps-2021-compliance>.
- Harrington, L. (2015). *Household Refrigeration Appliances: New Star Rating Algorithm Proposal for the IEC Test Method – Development of a New Star Rating System for Household Refrigerators and Freezers in Australia and New Zealand Using Test Method IEC62552-3*. <http://energyrating.gov.au/document/report-household-refrigeration-appliances-new-star-rating-algorithm-proposal-iec-test>.
- Agence internationale de l'énergie—Équipements de consommation écoénergétiques (2014). *Mapping and Benchmarking for Domestic Refrigerated Appliances*.
- Commission nationale pour l'utilisation efficace de l'énergie du Mexique (2018). *Mejora en 35 per cent la Eficiencia de los Refrigeradores Domésticos en México*. 2 juillet.
<https://www.gob.mx/conuee/articulos/mejora-en-35-la-eficiencia-de-los-refrigeradores-domesticos-en-mexico>. Consulté le 16 juillet 2019.
- Topten EU (2018). *Household Refrigerators and Freezers: Recommendations for Policy Design*.
http://www.topten.eu/uploads/File/20180124_Domestic_refrigeration_PolicyRecommendations.pdf

United for Efficiency et le Fonds pour l'environnement mondial (2017). *Accelerating the Global Adoption of Climate-Friendly and Energy-Efficient Refrigerators*.
<https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/11/U4E-RefrigerationGuide-201801-Final-R1-1.pdf>.

Programme des Nations Unies pour l'environnement (2015). *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Report of the UNEP Technology and Economic Assessment*. Nairobi.
http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-27/presession/Background_per_cent20Documents_per_cent20are_per_cent20available_per_cent20in_per_cent20English_per_cent20only/TEAP_Task-Force-XXVI-9_Update-Report_September-2015.pdf.

Van Buskirk, R.D., Kantner, C.L.S., Gerke, B.F. et Chu, S. (2014). « A Retrospective Investigation of Energy Efficiency Standards: Policies May Have Accelerated Long Term Declines in Appliance Costs. » *Environmental Research Letters* 9 (114010).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/11/114010/pdf>.

Annexe 1. Catégories de produits pour les appareils frigorifiques

Tableau 5 : catégories de produits pour les appareils frigorifiques dans certaines économies

Inde	Singapour	République de Corée	UE (anciennes) et plusieurs pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine	Australie, Nouvelle-Zélande
1. RE avec refroidissement direct 2. RE sans givre	1. RE sans CGL (VC ≤ 900 L) 2. RE avec CGL (VC ≤ 300 L) 3. RE avec CGL (300 L ≤ VC ≤ 900 L) 4. RE avec CGL et DGP (VC ≤ 900 L)	1. RE 2. RE-CGL (VC < 500 L) 3. RE-CGL (500 L ≤ VC < 1 000 L sans DGP) 4. RE-CGL (500 L ≤ VC < 1 000 L avec DGP) 5. RE-CGL (VC ≥ 1 000 L sans DGP) 6. RE-CGL (VC ≥ 1 000 L avec DGP) Appareil de type congélateur uniquement non inclus	1. RE avec un ou plusieurs comp de réfrigération 2. RE-cave à vin, cave à vin et appareil de stockage du vin avec un comp sans étoile 3. Vitrine réfrigérante et RE avec comp sans étoile 4. RE avec comp 1 étoile 5. RE avec comp 2 étoiles 6. RE avec comp 3 étoiles 7. RE-CGL 8. CGL armoire 9. CGL coffre 10. Appareils polyvalents et autres appareils frigorifiques	1. RE sans comp basse température, DA 2. RE avec ou sans comp de production de glace, DM (réfrigérateurs de bar) 3. RE avec ou sans comp de production de glace, équipé d'un comp congélation pour conservation à court terme 4. RE-CGL, RE avec DA, CGL avec DM 5B. RE-CGL, DA, CGL en bas 5S. RE-CGL, DA, côte à côte 5T. RE-CGL, DA, CGL en haut 6C. CGL coffre, tous les types avec fonction de dégivrage 6U. CGL vertical, DM 7. CGL vertical, DA

DA = dégivrage automatique, VC = volume corrigé, comp = compartiment, CGL = congélateur, DM = dégivrage manuel, RE = réfrigérateur, RE-CGL = réfrigérateur-congélateur, DGP = distributeur de glaçons sur la porte

Tableau 6 : approche de la nouvelle réglementation européenne, en fonction du nombre de compartiments

Type de compartiment	Paramètres de	Facteurs de correction		
Garde-manger Stockage du vin Cave à vin Produits frais Réfrigération Aucune étoile et distribution de glaçons 1 étoile 2 étoiles 3 étoiles Congélateur (4 étoiles)	<ul style="list-style-type: none"> Facteur Volume corrigé Facteur Combinaison réfrigérateur-congélateur Paramètre Consommation d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> Dégivrage manuel Dégivrage automatique 	<ul style="list-style-type: none"> En pose libre Encastré 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre de portes ou de compartiments, le plus bas étant retenu

Tableau 7 : catégories de produits pour les appareils frigorifiques aux États-Unis, au Canada et au Mexique

États-Unis, Canada et Mexique	
1	RE-CGL et RE autres que RE uniquement avec DM
1A	RE uniquement—DM
2	RE-CGL—DAP
3	RE-CGL—DA avec CGL en haut sans machine à glaçons automatique
3-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL en haut sans machine à glaçons automatique
3I	RE-CGL—DA avec CGL en haut et machine à glaçons automatique, sans DGP
3I-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL en haut et machine à glaçons automatique, sans DGP
3A	RE uniquement—DA
3A-BI	RE uniquement encastré—DA
4	RE-CGL—DA avec CGL latéral sans machine à glaçons automatique
4-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL latéral sans machine à glaçons automatique
4I	RE-CGL—DA avec CGL latéral et machine à glaçons automatique, sans DGP
4I-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL latéral et machine à glaçons automatique, sans DGP
5	RE-CGL—DA avec CGL en bas sans machine à glaçons automatique
5-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL en bas sans machine à glaçons automatique
5I	RE-CGL—DA avec CGL en bas et machine à glaçons automatique, sans DGP
5I-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL en bas et machine à glaçons automatique, sans DGP
5A	RE-CGL—DA avec CGL en bas et DGP
5A-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL en bas et DGP
6	RE-CGL—DA avec CGL en haut et DGP
7	RE-CGL—DA avec CGL latéral et DGP
7-BI	RE-CGL encastré—DA avec CGL latéral et DGP
8	CGL armoire avec DM
9	CGL armoire avec DA sans machine à glaçons automatique
9I	CGL armoire avec DA et machine à glaçons automatique
9-BI	CGL armoire encastré avec DA sans machine à glaçons automatique
9I-BI	CGL armoire encastré avec DA et machine à glaçons automatique
10	CGL coffre et tous les autres CGL à l'exception des CGL compacts
10A	CGL coffre avec DA
11	RE-CGL compact et RE autres que RE uniquement avec DM
11A	RE compact uniquement—DM
12	RE-CGL compact—DAP
13	RE-CGL compact—DA avec CGL en haut
13I	RE-CGL compact—DA avec CGL en haut et machine à glaçons automatique
13A	RE compact uniquement—DA
14	RE-CGL compact—DA avec CGL latéral
14I	RE-CGL compact—DA avec CGL latéral et machine à glaçons automatique
15	RE-CGL compact—DA avec CGL en bas
15I	RE-CGL compact—DA avec CGL en bas et machine à glaçons automatique
16	CGL armoire compact avec DM
17	CGL armoire compact avec DA
18	CGL coffre compact

DAP = Dégivrage Automatique Partiel

