



RE2020 : vers des solutions thermodynamiques

Des experts vous répondent.



Au programme



- **Contexte et Objectifs**
- **Points du dispositifs**
- **Simulations et ordres de grandeurs**



LE CONTEXTE énergétique et réglementaire en France

25 %

- des émissions de CO2 sont dues aux consommations d'énergie des bâtiments lors de leur utilisation

44 %

- de l'énergie consommée provient du secteur du bâtiment (31,3 % pour les transports)

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE pour la
CROISSANCE VERTE

- 2015 la LTECV instaure un objectif de bâtiments neufs à énergie positive et à faible impact sur le climat sur l'ensemble du cycle de vie

#LoiElan
Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique

- en 2018 la loi Elan renforce l'ambition de la LTECV

Stratégie
NATIONALE BAS-CARBONE

- en 2020 la SNBC confirme la neutralité carbone instaurée par la Loi Energie Climat de 2019

Lancement de l'expérimentation Energie Carbone E+C-

Groupes de travail RE2020
(EXPERTISE / CONCERTATION)

GT Modélisateurs
Concertation acteurs
(CSCEE)

Consultation public des textes
« décret et arrêtés » logements

Application Logements au
01/01/2022

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

LES PRINCIPAUX OBJECTIFS

3 OBJECTIFS PRINCIPAUX :

- Donner la priorité à la sobriété énergétique et à la décarbonation de l'énergie
- Diminuer l'impact carbone de la construction des bâtiments
- Garantir le confort en cas de forte chaleur

Des modifications dans la méthode :

- Coefficient Energie primaire/finale de l'électricité : 2,3
- Prise en compte des besoins de froid systématique avec pénalisation forfaitaire des consommations induites

LES 6 INDICATEURS avec exigences de la RE2020

ENERGIE



Bbio :

Besoin bioclimatique basé sur les besoins en chaud/froid/éclairage du projet



Cep,nr :

Consommations en énergie primaire NON RENOUVELABLES du projet



Cep:

Consommation en énergie primaire y/c EnR

CARBONE



Ic^{construction} :

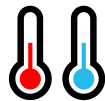
Impact des matériaux et équipements sur le changement climatique



Ic^{énergie} :

Impact des consommations d'énergie sur le changement climatique

CONFORT D'ETE






Degré-heure :

Nombre d'heures et de degrés d'inconfort cumulés en période d'occupation estivale



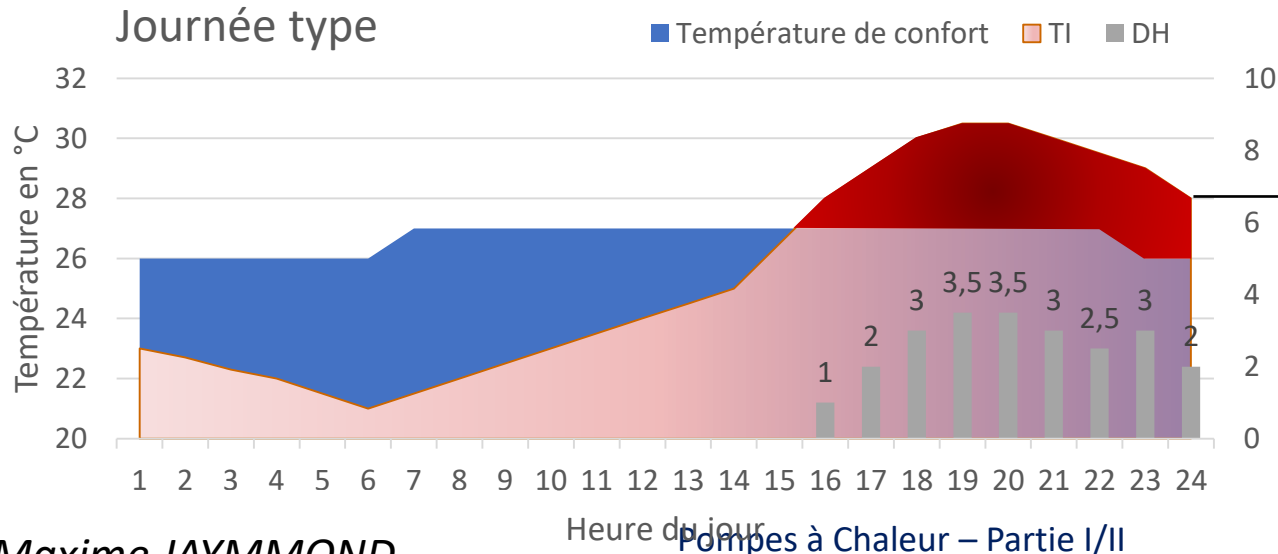
LE DH (Degré-Heure)

PRINCIPE DE CONFORMITE AU DH

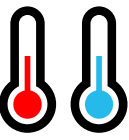
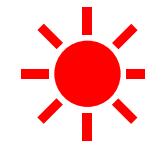
- $DH_{\text{projet}} < 350$ (Seuil Bas) :  Pas de pénalité
- $350 < DH_{\text{projet}} < DH_{\text{max}}$:  Pénalisation du Cep/Cep,nr
- $DH_{\text{projet}} > DH_{\text{max}}$:  Bâtiment non réglementaire = Conception à revoir

Pénalisation du CEP :
0,011 kWh_Fr_par DH (en Lgt)

- Nouvel indicateur de confort d'été lié à la durée d'inconfort en période d'occupation
- Prise en compte de l'évolution du climat (basé sur la canicule de 2003)



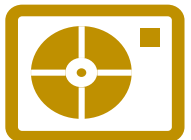
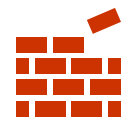
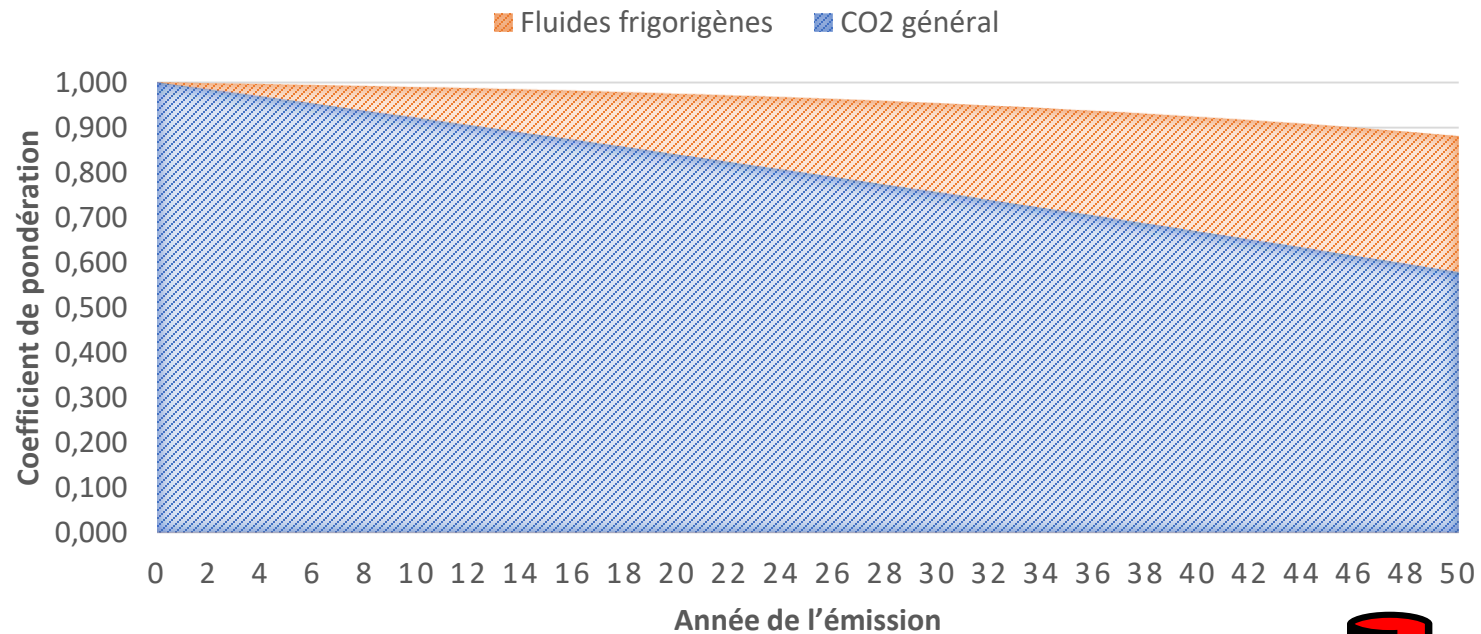
Zone d'inconfort
 $Dh_{\text{jour}} = 23,5^{\circ}\text{C.h.}$



Le Calcul Dynamique

Le changement par rapport à la méthode statique et basé sur le principe que plus le CO₂ est libéré ou relibéré tard sur la durée du cycle de vie, moins il a d'impact sur le changement climatique

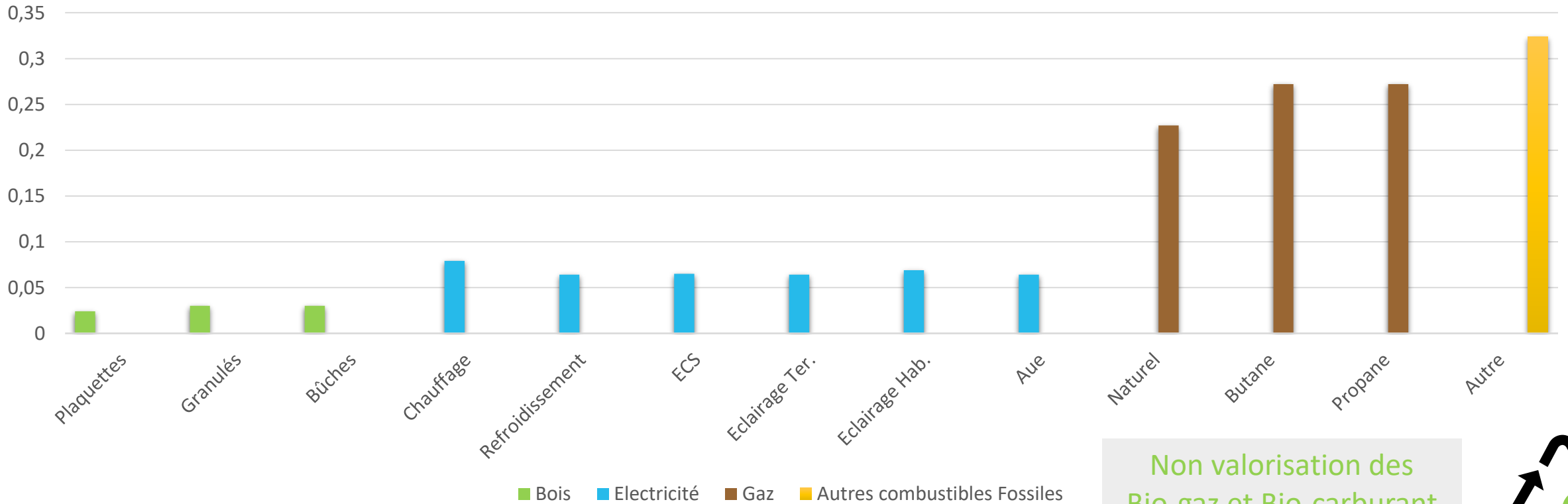
IMPACT DU CO₂ EN FONCTION DU MOMENT DE L'ÉMISSION



L'indicateur $I_{c_{\text{énergie}}}$

Il est le reflet de l'impact des consommations d'énergie du C_{ep} en équivalent CO_2 calculé sur une durée de vie de 50 ans du bâtiment. Selon les principaux facteurs : C_{ep} ; Fact. CO_2 ; année d'émission

Facteurs d'émission de CO_2 en kg équivalent par kWh d'Énergie Finale en PCI consommée



Non valorisation des Bio-gaz et Bio-carburant



L'indicateur Ic_{énergie}

Rappel des orientations de la SNBC

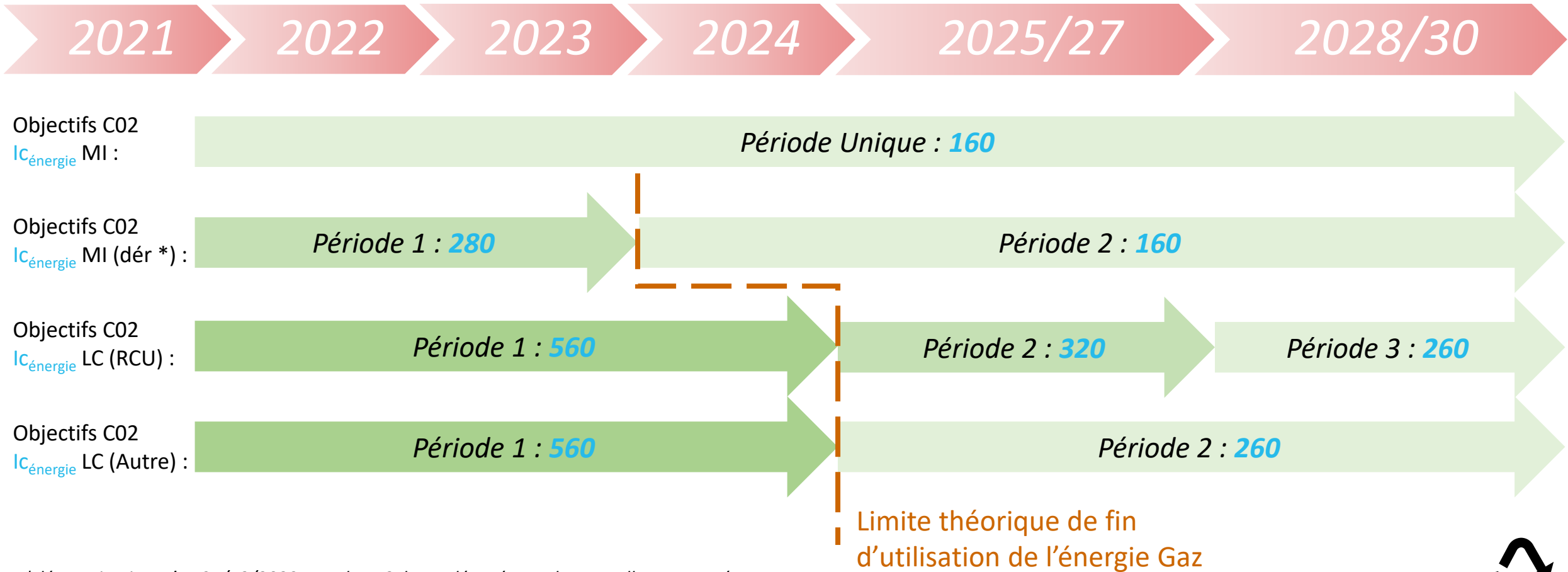
Les ressources pour produire le gaz renouvelable étant limitées par rapport aux usages potentiels, cette énergie précieuse est orientée vers des secteurs où la substitution du gaz naturel par un autre vecteur énergétique est plus difficile (transport, industrie, bâtiment existant, etc.). Dans le secteur de la construction neuve, il est privilégié d'autres vecteurs énergétiques, déjà présents sur le marché ou à venir. En revanche, l'administration rappelle qu'une révision régulière du facteur d'émission du gaz de réseau sera opérée afin de valoriser le développement du gaz renouvelable dans le réseau à moyen terme.



L'indicateur $Ic_{\text{énergie}}$

Un indicateur évolutif par type de bâtiment et d'énergie

En kg éq.CO₂/m²
















*dérogação jusqu'au 31/12/2023 pour les PC de MI déposés sur des parcelles concernées par un permis d'aménagé octroyé avant 01/01/2022 prévoyant un raccordement au réseau gaz

Limite théorique de fin d'utilisation de l'énergie Gaz



Les 13 Lots de l'étude ACV

- 1 - VRD - Stationnement 
- 2 - Fondations et infrastructure 
- 3 - Superstructure – Maçonnerie 
- 4 - Couverture – Etanchéité – Charpente – Zinguerie 
- 5 - Cloisonnement – Doublage – Plafonds suspendus – Menuiseries intérieures 
- 6 - Façades et menuiseries extérieures 
- 7 - Revêtements de sols, murs et plafonds – Chape – peinture – Produits de décoration 
- 8 - CVC  *dont 8.1 Equipement de production par défaut* **DONT 8.7 FLUIDES FRIGORIGENES**
- 9 - Installations sanitaires 
- 10 - Réseaux d'énergie (courant fort)  *par défaut*
- 11 - Réseaux de communication (courant faible)  *par défaut*
- 12 - Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur 
- 13 - Equipement de production local d'électricité 

Simulations ENERGIE et CARBONE

Simulations et études d'impacts

The screenshot displays the U22Win software interface for a building simulation project. The main window is titled "Saisie des données du bâtiment" (Building data entry). The interface includes a menu bar (Fichier, Etude, Bibliothèques, A Propos), a toolbar, and a project tree on the left. The central area shows input fields for building details such as "Désignation*", "Surface Sref (RE2020)", "Surface Plancher", "Type de travaux", "Surface parking intérieur", "Nombre de places de parking en sous-sol", "Type d'assainissement", and "Emprise au sol du bâtiment". Below this, there are tabs for "RE2020" and "ACV". The "RE2020" tab displays simulation results for various indicators, including Bbio, Cep, and IC values, with green status icons indicating compliance. The "ACV" tab shows "Garde-fous" (guardrails) and "Garde-fous non contrôlés" (uncontrolled guardrails) with their respective values and limits. The bottom of the interface features a search bar and a status bar.

Indicateur	Valeur	Limite	Gain
Bbio	70,7	70,9	0,3%
Cep	70,4	91,0	22,6%
Cep,nr	70,4	74,9	6,0%
ICconstruction	129,5	735,7	82,4%
ICenergie	529,3	599,3	11,7%

Garde-fous

Indicateur	Valeur	Limite
Ratio moyen ponts th.	0,227	0,33
PSI Moyen L9	0,241	0
Ratio Surface vitrée	0,171	1/6

U22Win
Calculs réglementaires RE2020

PERRENOUD
Logiciels de calculs thermiques

U22 v6.0.152 du 02/03/2022

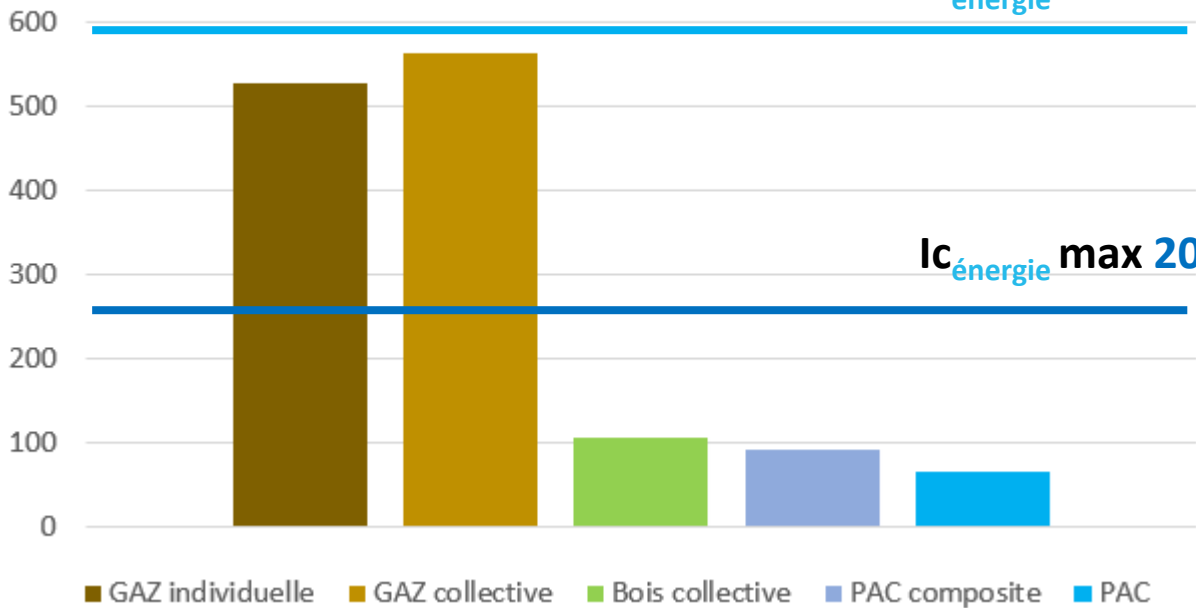
Simulations ENERGIE et CARBONE

Impacts en ordres de grandeurs sur l'indicateur $Ic_{\text{énergie}}$

Collectif de 27 Logements

$Ic_{\text{énergie}}$ max 2022

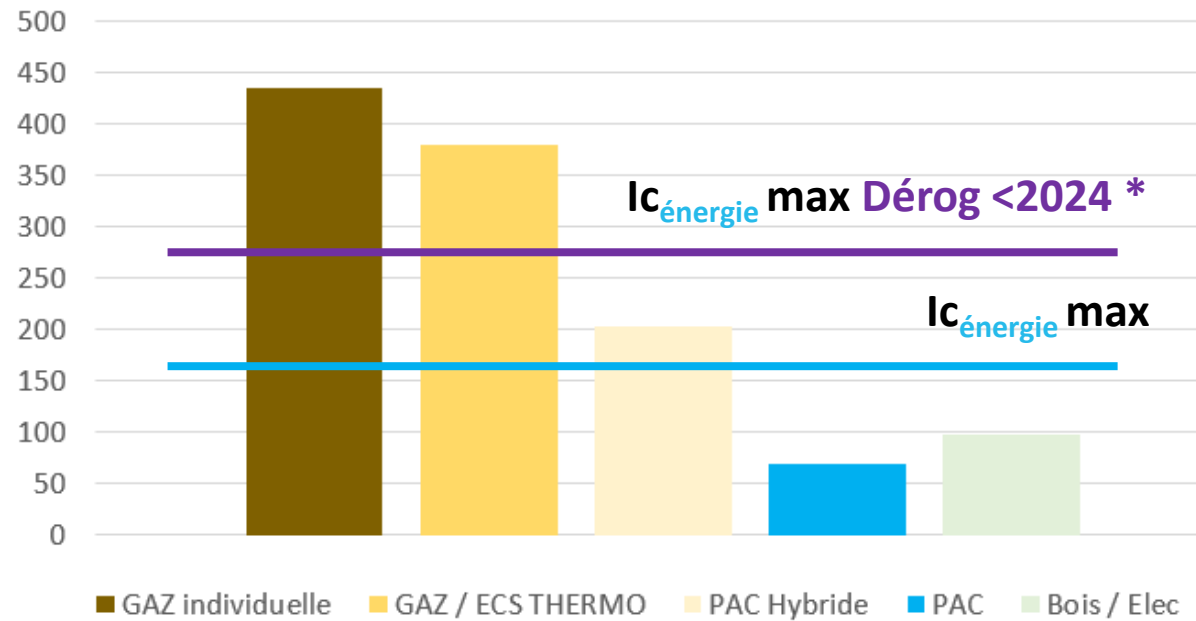
$Ic_{\text{énergie}}$ max 2025



Maison individuelle

$Ic_{\text{énergie}}$ max Dérog <2024 *

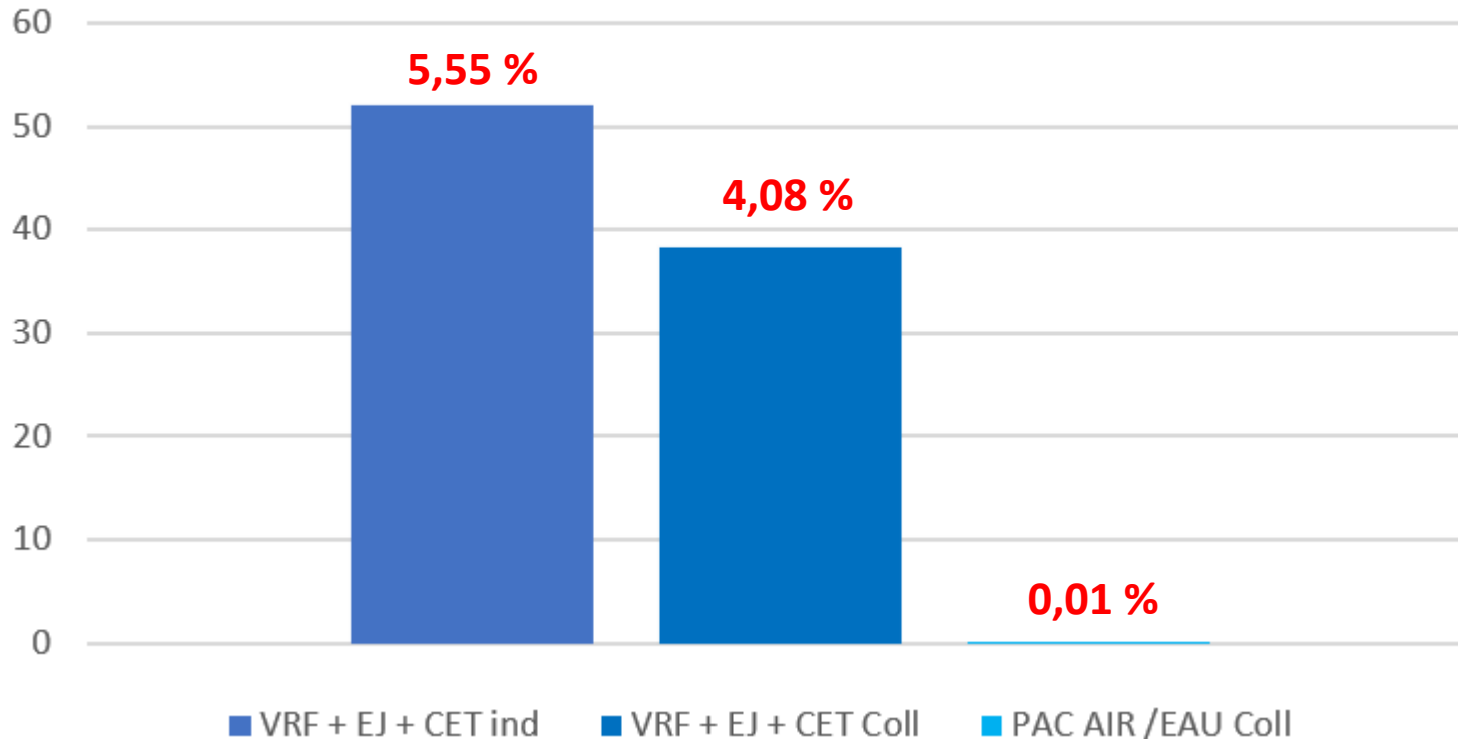
$Ic_{\text{énergie}}$ max



Simulations ENERGIE et CARBONE

Impacts en ordres de grandeurs sur l'indicateur $I_{c_{\text{construction}}}$
Du fluide frigorigène des PAC

Collectif de 27 logements



R410a 2x5,2Kg + R290 27x0,8Kg

R410a 2x5,2Kg + R290 1,7Kg

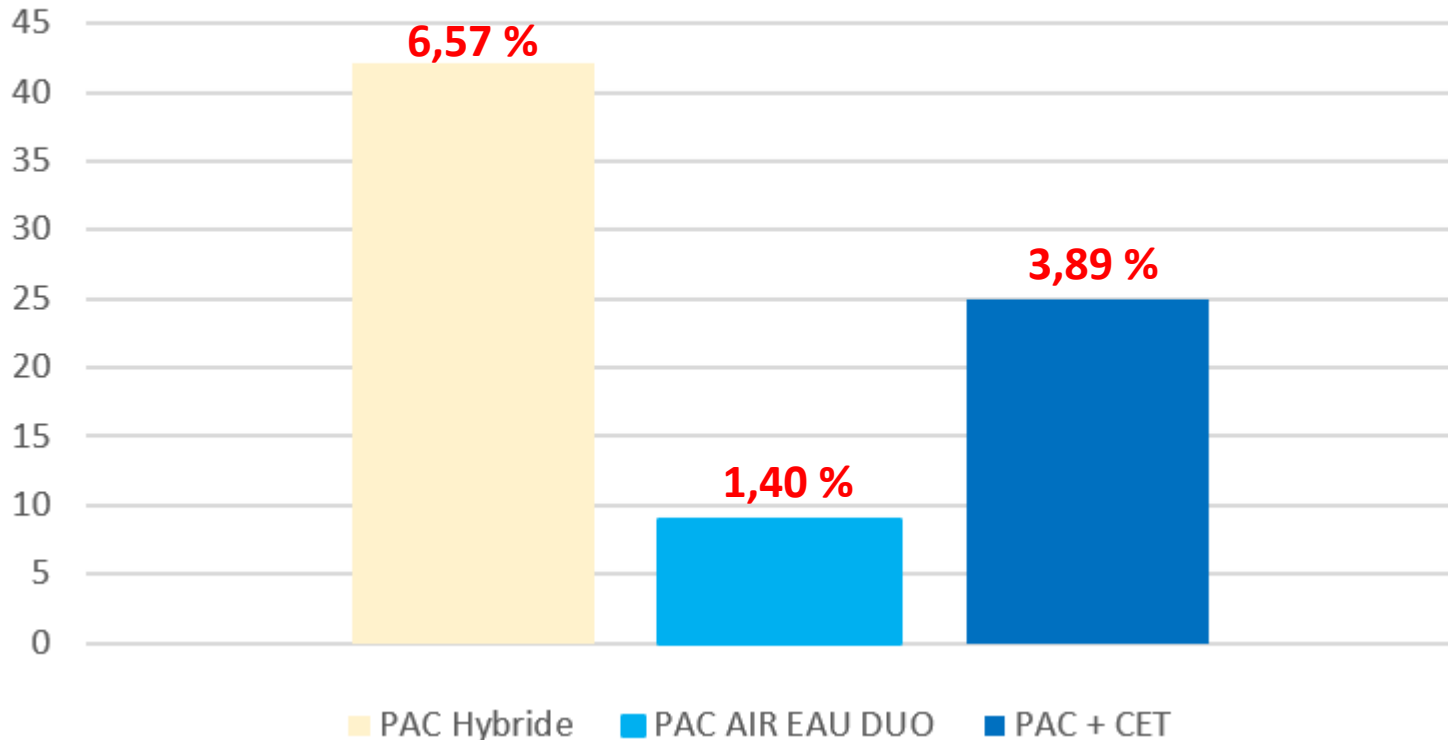
R290 2,1Kg

$I_{c_{\text{construction}}}$ max du projet : 938,5 Kg eq CO₂

Simulations ENERGIE et CARBONE

Impacts en ordres de grandeurs sur l'indicateur $I_{c_{construction}}$
Du fluide frigorigène des PAC

Maison individuelle



R410a 1,5Kg

R32 0,97Kg

R32 0,97Kg + R513a 0,85Kg

$I_{c_{construction}}$ max du projet : 640 Kg eq CO₂

Et maintenant.....?

RE 2020

Réglementation ENVIRONNEMENTALE

La conception de nos chantiers PAC !

MERCI DE
VOTRE
ATTENTION



Rhône-Alpes **Région**

Maxime Jaymond
Directeur général
BET New Energie Concept
38 Saint Jean de Soudain
maxime.jaymond@nec-ingenierie.fr
06 33 42 24 97



Maxime JAYMOND

Pompes à Chaleur – Partie I/II



Association des Ingénieurs
et techniciens en
Climatique, Ventilation et Froid



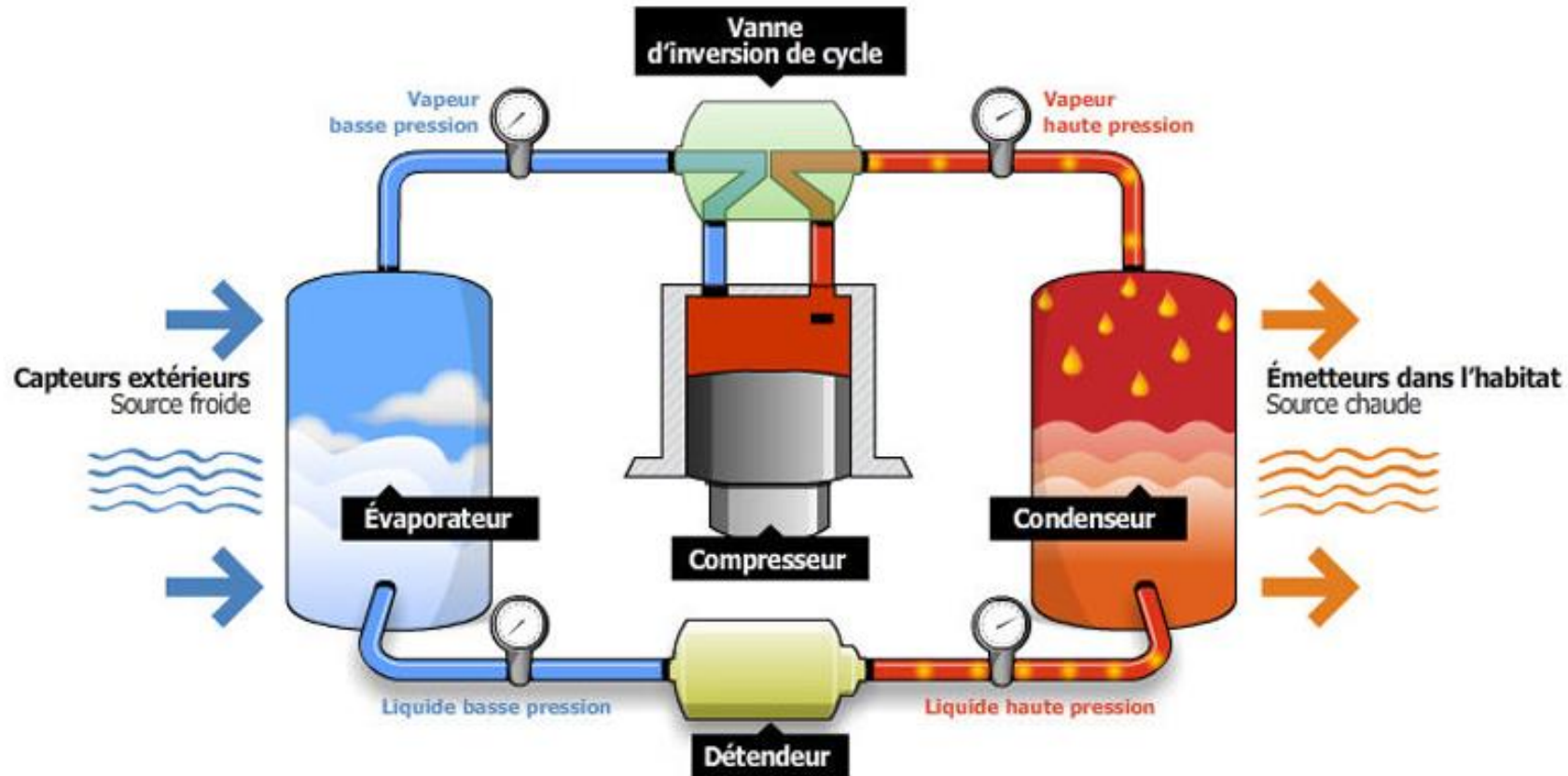
Rhône-Alpes ^{Région}



La pompe à chaleur Air/Eau



Réfrigérants & Réglementations / P.A.C.



PRP (Potentiel de Réchauffement Planétaire) de ce gaz. (en anglais GWP = Global Warming Potential)

C'est le facteur de conversion qui permet de comparer l'influence de différents gaz à effet de serre sur le système climatique.

Il s'exprime en tonnes d'équivalent CO₂ :

Référence CO₂ : PRP=1

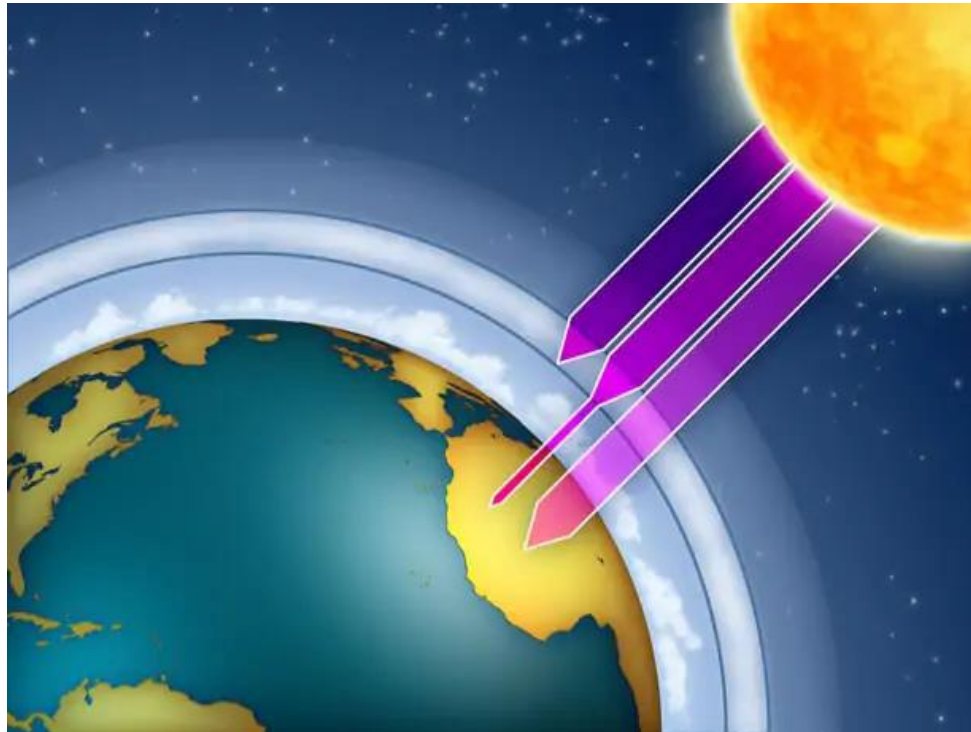
un PRP faible < 150 , un PRP moyen < 750 , un PRP fort > 2500

On calcule les tonnes d'équivalent CO₂ en multipliant la masse de gaz (en tonnes) par le PRP

Lexique

Le **PDO** (Potentiel de Déplétion Organique) ou **ODP** (Ozone Depletion Potential) : **Dégradation** relative théorique qu'un composé chimique **inflige** à la **couche d'ozone**, par la **destruction** de l'**ozone** en **haute atmosphère**.

Référence : R11 avec un PDO de 1 (concerne les fluides contenant du chlore (CFC, HCFC). Plus d'autorisation aujourd'hui.



Lexique

Les **Directives** européennes sont des actes législatifs qui fixent des objectifs à tous les pays de l'UE. Toutefois, chaque pays est libre d'élaborer ses propres mesures pour les atteindre.

Les **Règlements** européens sont des actes législatifs contraignants. Ils doivent être mis en œuvre dans leur intégralité, dans toute l'Union européenne.

Les **Normes harmonisées** sont des normes dans lesquelles il est décrit comment vérifier les exigences fixées par les directives dans le domaine de la sécurité, protection de la santé et de l'environnement.

Les fluides frigorigènes

On distingue principalement 3 grandes familles :

– les composés inorganiques : eau, CO₂, ammoniac... ;

– les hydrocarbures : propane, butane, isobutane ;

– les hydrocarbures halogénés :

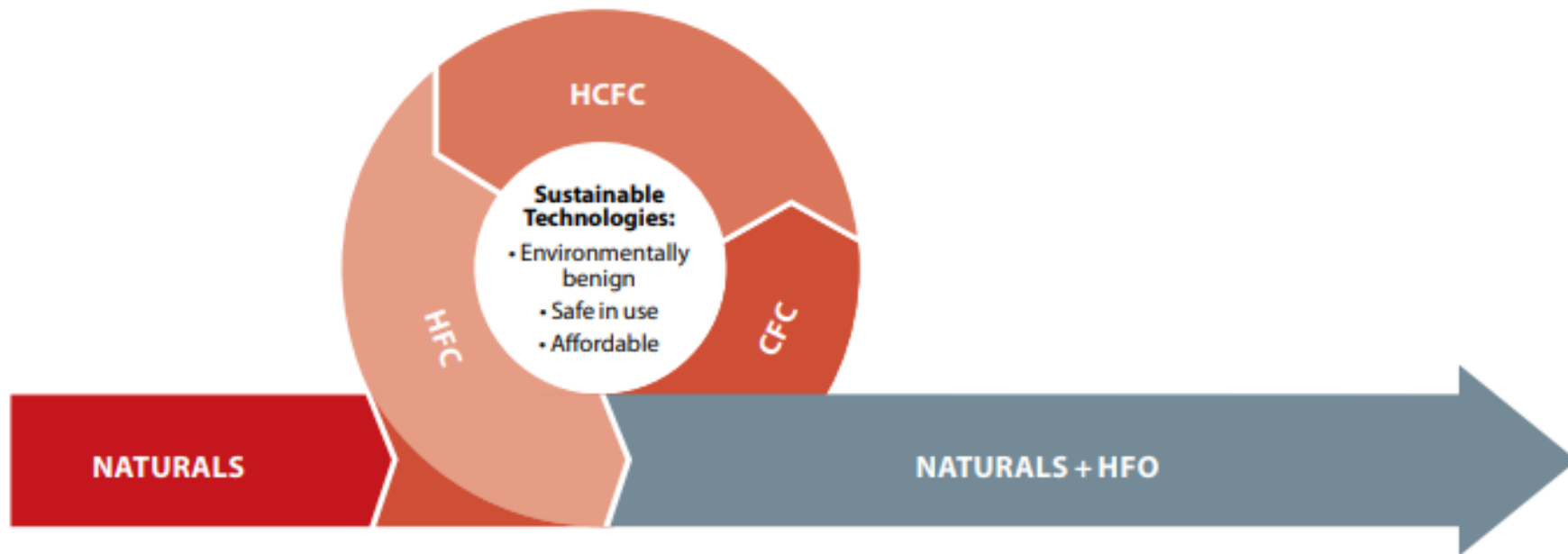
Chlorofluorocarbures, **CFC (R12)**, Hydrochlorofluorocarbures, **HCFC (R22)**, Hydrofluorocarbures, **HFC (R410A)**.

Les HFC sont des réfrigérants de remplacement qui n'ont pas ou peu d'impact sur la couche d'ozone, par contre ils contribuent fortement à l'effet de serre:

Ex: Réfrigérants R134A, R407C, R410A.

Un peu d'histoire

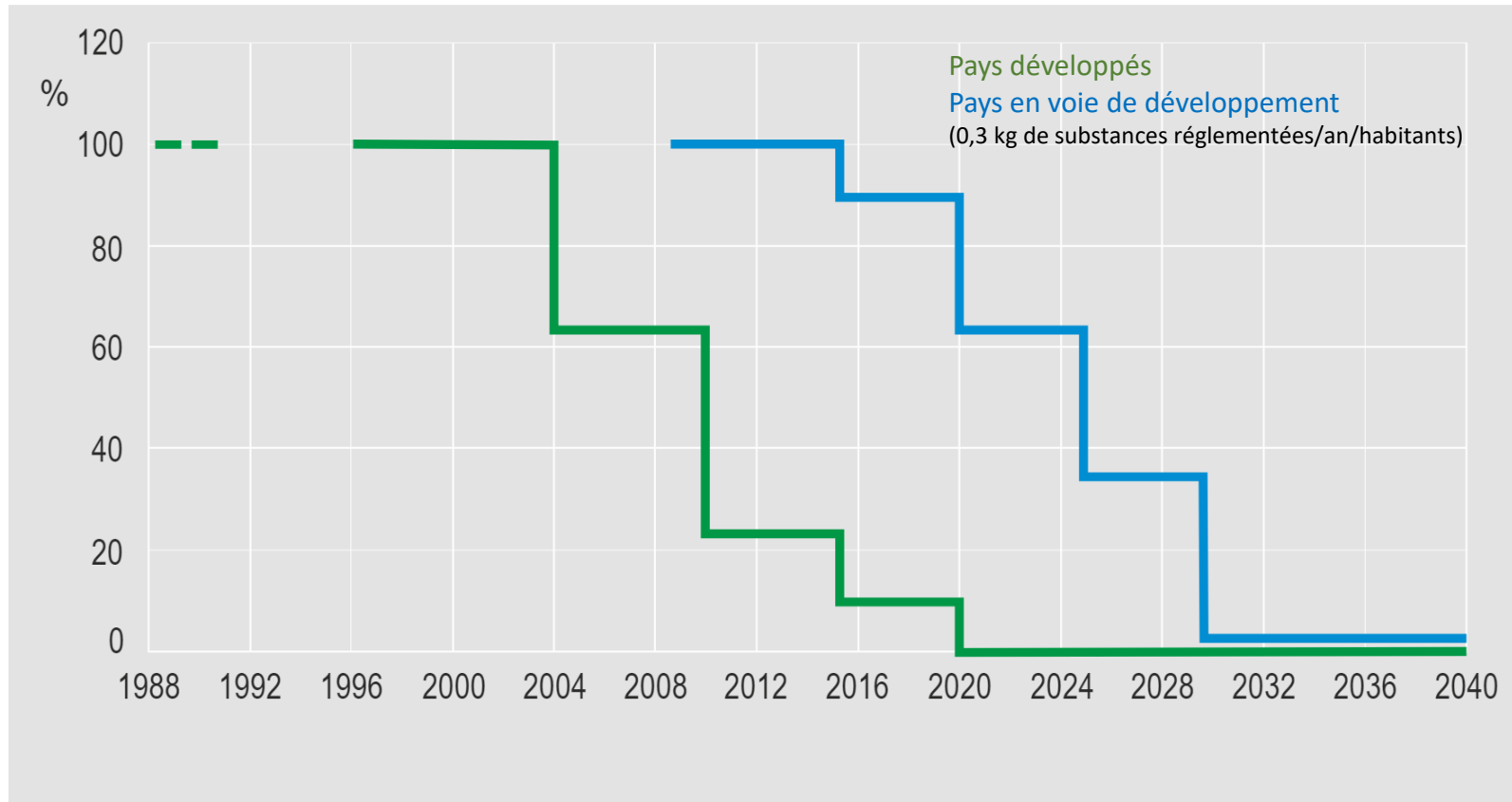
Un peu d'histoire

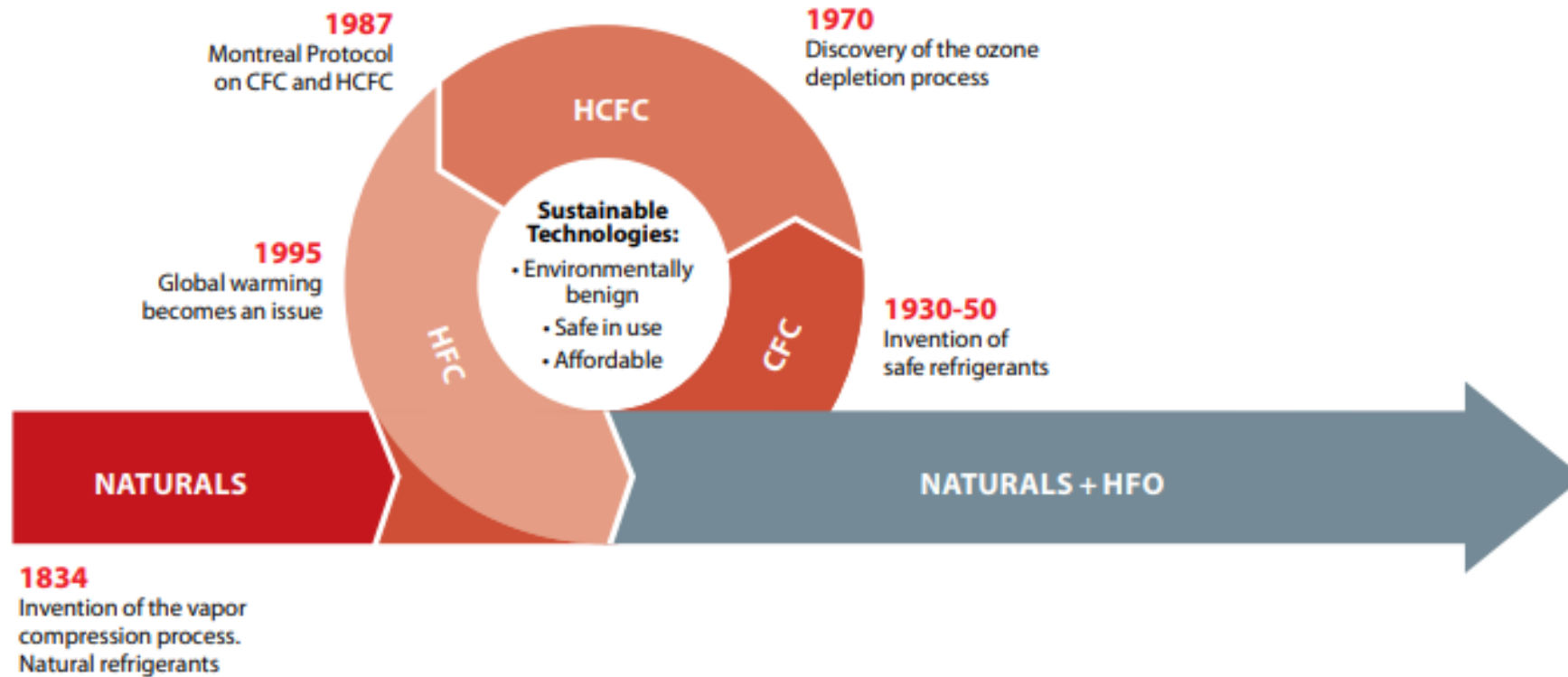


Le protocole de Montréal

Protocole de Montréal signé en 1987 : suppression progressive des CFC et HCFC utilisés en son temps dans le monde entier dans les applications de réfrigération, de climatisation et d'isolation.

Exemple : HCFC R22 2000 fois plus puissant que le dioxyde de carbone en termes de potentiel de réchauffement planétaire (R22 = PRP/GWP de 1810).





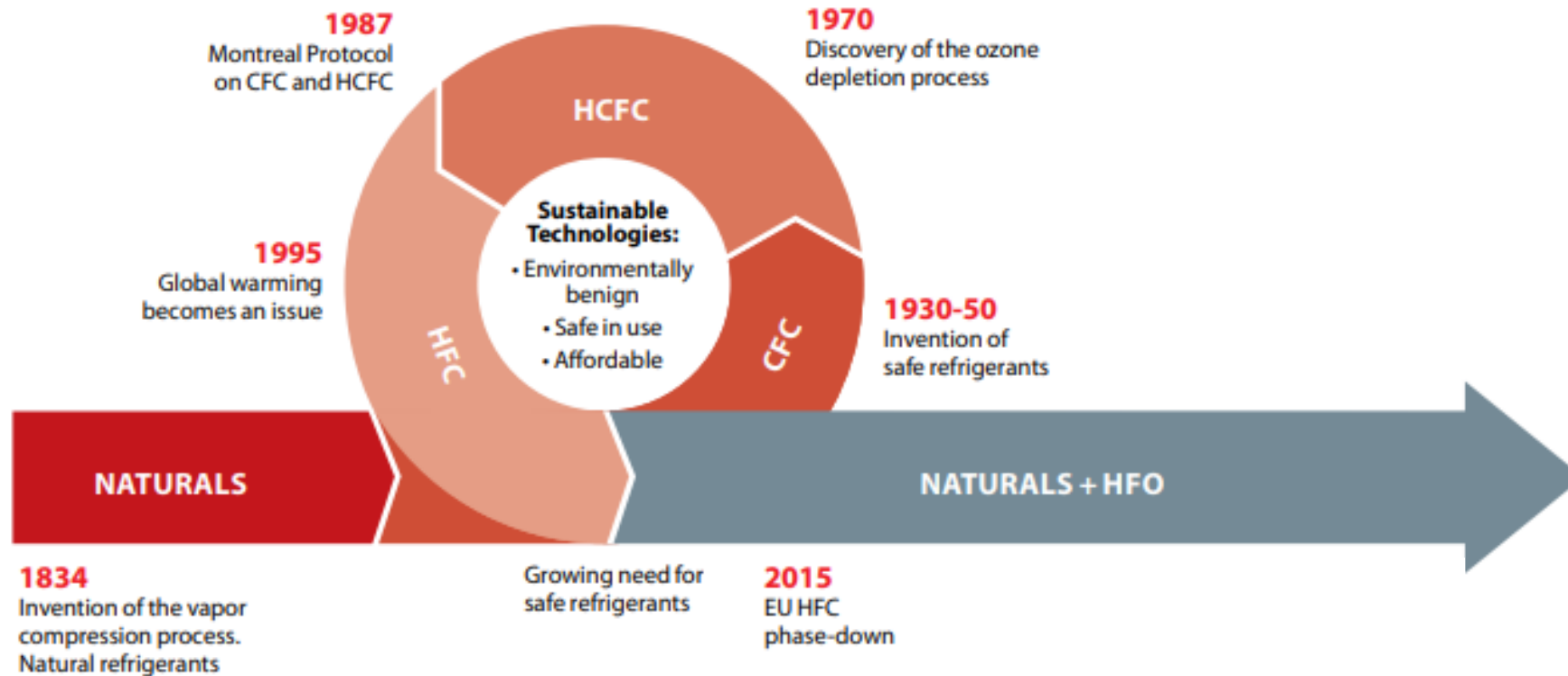
L'amendement de Kigali

Incitation pour aller sur les HFC (hydrofluorocarbures) : non appauvrissant envers la couche d'ozone. Donc, l'élimination rapide des **CFC** et des **HCFC**.

Croissance incontrôlée des émissions de HFC = impossibilité de maintenir la hausse de la température mondiale à 2 °C ou moins au cours du présent siècle.

Amendement de Kigali en 2016 (ajouté au protocole de Montréal) : objectif de réduire progressivement la production et la consommation de HFC.

Résultat : En 2017, la consommation de HFC dans l'UE était inférieure de 12% par rapport aux objectifs



Le règlement européen du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés définit 3 actions principales:

- La prévention des fuites de fluide avec un renforcement des contrôles d'étanchéité
- Un calendrier de réduction des quantités de gaz à effet de serre
- Des interdictions progressives de mise sur le marché

La F-Gaz organise la disparition progressive des fluides de type « HFC », avec un objectif de réduction de 79% de leur consommation entre 2015 et 2030.

Le mécanisme retenu pour leur élimination est celui des quotas annuels pour la production et l'importation.

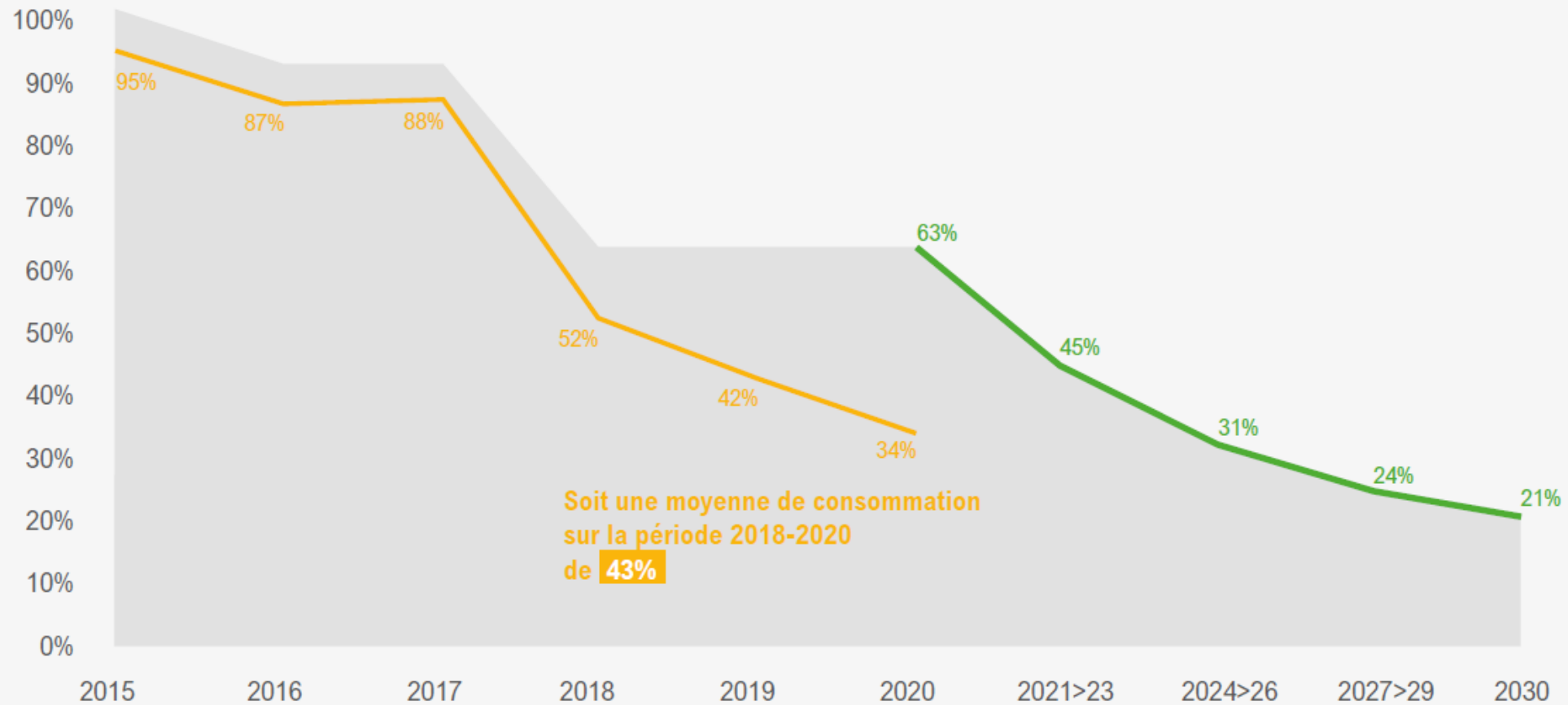
Unité de mesure : Tonne équivalent CO2

Une proposition de modification du règlement est attendue de la Commission prochainement en 2022.

La F Gaz

Consommation de fluides frigorigènes
en tonne équivalent CO2 en % par rapport
à la période de référence F-Gas (2009-2012)

- Objectifs F-Gas
- Consommation annuelle (données Snefccca)
- Echéances F-Gas à venir



Le
snefccca

LES HFC UTILISABLES JUSQU'EN 2030 / PAC

A partir de 2020 :

Interdiction d'utiliser des fluides dont le PRP est supérieur à 2500 (R 404A, R 507,..)

Jusqu'au 01/01/2025

Abandon progressif des fluides dont le PRP est supérieur à 1500 mais aussi du R-407C et R-410A (ne concerne pas le tertiaire sur les techniques « Vecteur air » et l'alimentaire)

A partir de 2030 (par rapport à la F Gaz) Interprétation

Interdiction d'utiliser des fluides dont le PRP est supérieur à 150 (R 32, R 134A,..)

R 152^a, R 290, R 454C, R 455^a, R 717, R 744, 1234ZE , 1234YF...

Principaux réfrigérants actuels – une évolution continue

Main refrigerants at play A complex picture in continuous evolution

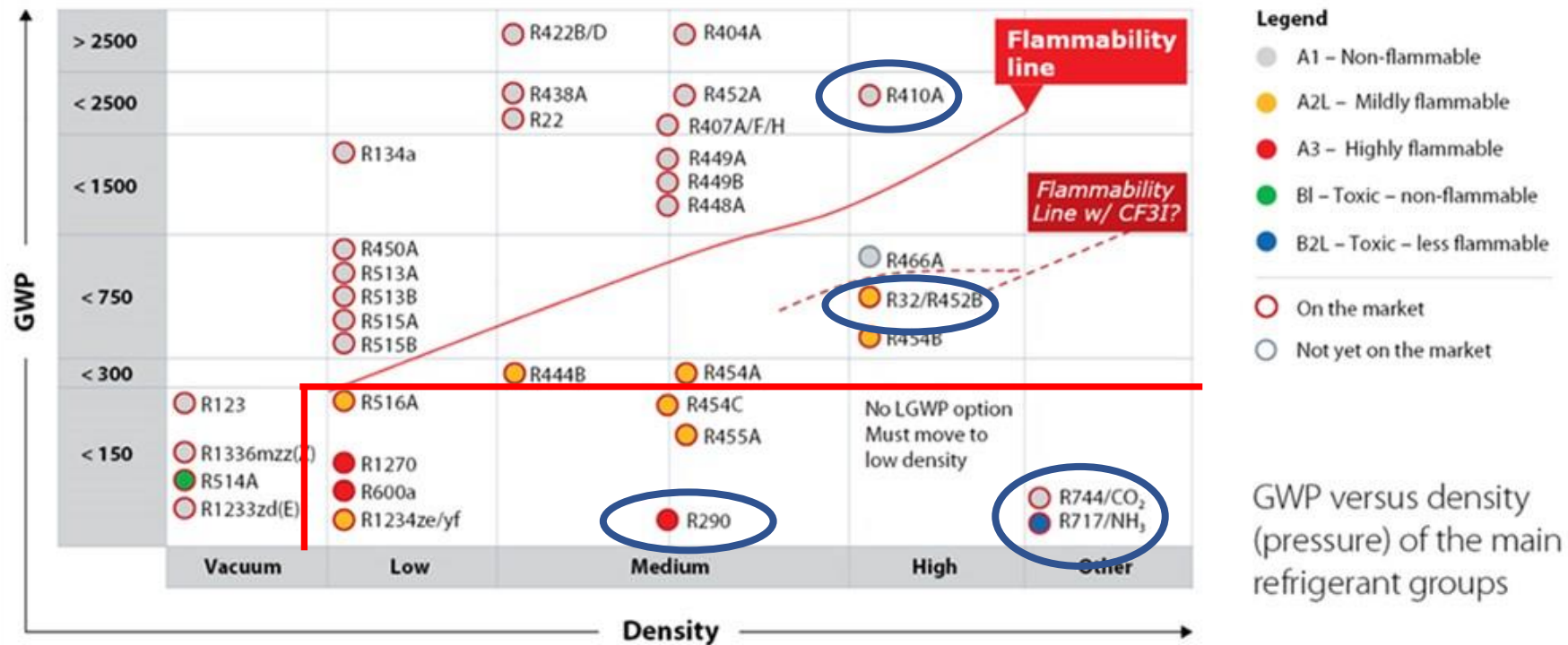


Figure: Carbon-chain-based Refrigerants (HCs, HFCs, HCFCs), GWP versus density (pressure) of the main refrigerant groups

Article CH35 pour les ERP

Les principales exigences sont liées aux fluides frigorigènes inflammables, (A2L = R32, R 290, ...) :

Interdiction d'installer des **raccords démontables** sur les tuyauteries véhiculant ces fluides **sauf pour le raccordement des unités.**

Mise en œuvre de dispositifs assurant la protection des tuyauteries vis-à-vis des risques de rupture franche (instal > 2m de H)

Mise en place de zone d'exclusion autour des raccordements démontables des unités. Il s'agit de zone dans laquelle tout risque d'inflammation doit être évité en cas de fuite de fluide frigorigène (variable suivant localisation, inflammabilité, diamètre,..)

Quantité totale maximale de fluide frigorigène autorisée selon sa limite inférieure d'inflammabilité, la surface du local et la hauteur d'emplacement

Absence de restriction de charge en fluide frigorigène inflammable moyennant la mise en œuvre de dispositifs de sécurité et d'asservissement : par exemple, vanne de fermeture du circuit frigorifique et système de ventilation asservi à un détecteur de fluide

Vérification annuelle de l'installation avec vérification d'au moins 20% des dispositifs de sécurité et d'asservissement chaque année

(Sauf si le constructeur intègre ses propres systèmes de sécurité)

Mise en œuvre des fluides frigorigènes inflammables

Maîtrise réglementaire et para-réglementaire difficile




		Application de confort				
		ERP – cat 1 à 4	ERP- cat 5	Résidentiel	Autres bâtiments (tertiaire-industrie)	IGH
Docu	Document principal de référence (mise en œuvre, calcul de charge, dispositifs sécurité)	Arrêté 10 mai 2019 (modification CH35)	NF EN 378	NF EN 378	NF EN 378	Article GH37
ment	Application obligatoire	Oui	Non	Non	Non	Oui
princi	Utilisation possible de fluides inflammables	Oui <small>(sous conditions : raccords, zones exclusion, tuyauteries...)</small>	Oui	Oui	Oui	Non
pal						

F-GAS

Arrêté du 24 juillet 2020
(entretien des systèmes)

Directives ATEX
NF EN 60079-10-1
(analyse des risques - zones dangereuses)

DESP

afce.asso.fr    - COLLOQUE AFCE - 30 SEPTEMBRE 2021



Directives Machines et Basse Tension

Parmi les normes harmonisées avec ces deux directives (machines et basse tension

Les **Directives Machines et Basse Tension** permettent d'encadrer la conception des équipements afin qu'ils ne présentent pas de risque de sécurité électrique ou mécanique.

C'est la norme machine qui prévaut à la EN 378 à partir du moment où le fabricant intègre ses systèmes de sécurité.

Lorsque des normes de produit existent pour des types particuliers de systèmes et que ces normes de produit spécifient des quantités limites de fluide frigorigène, ces quantités doivent prendre le pas sur les exigences de la présente norme.

Extrait EN378-2017 page 31 – partie 1

Le fabricant doit fournir une notice d'instructions couvrant toutes les phases de vie du produit (montage, mise en service, maintenance, utilisation).

Pour chaque phase, les bonnes pratiques et recommandations par rapport à la prévention des risques sont indiquées

EN 378 & EN 60335-2-40

EN 378 – couvre beaucoup de systèmes



Industrie



Chambres froides



EN 60335-2-24
Congélateurs,
réfrigérateurs



EN 60335-2-40
Climatisation
air-air, air-eau
Particulier, magasins,
bureaux



Système
Mobile



Système
Fixe



Géothermie

EN 60335-2-89



Cellule
refroidissement
rapide (cuisine pro)
Vitrines et armoires
réfrigérées

La norme EN 60335-2-40 traite de la sécurité des appareils électrodomestiques, pompe à chaleur, climatiseurs et déshumidificateurs équipés de moto compresseurs

Directive Basse Tension pour le résidentiel et tertiaire

La norme NF EN 378 : révisée en 2017, spécifie **les exigences en matière de sécurité et d'environnement** des systèmes et appareils frigorifiques et **des pompes à chaleur**.

Cette norme dont l'objectif est de réduire les dangers possibles des systèmes frigorifiques et des fluides frigorigènes a été révisée pour tenir compte des dernières évolutions de la réglementation F-Gas.

Partie 1 : introduction d'une **nouvelle classe d'inflammabilité 2L** et de méthodes alternatives de calcul de charges limites de fluide frigorigène en prenant en compte sa nature et ses conditions d'utilisation.

Partie 2 : évolutions de sécurité liées aux exigences relatives aux directives Machine et ESP.

Partie 3 : inclut des **modifications essentiellement liées aux salles des machines** et aux exigences en fonction de la situation du matériel

Partie 4 : comprend des **alignements avec la norme internationale ISO 5149** sur les exigences de sécurité et d'environnement des systèmes frigorifiques et pompes à chaleur.

EN 378 / PAC

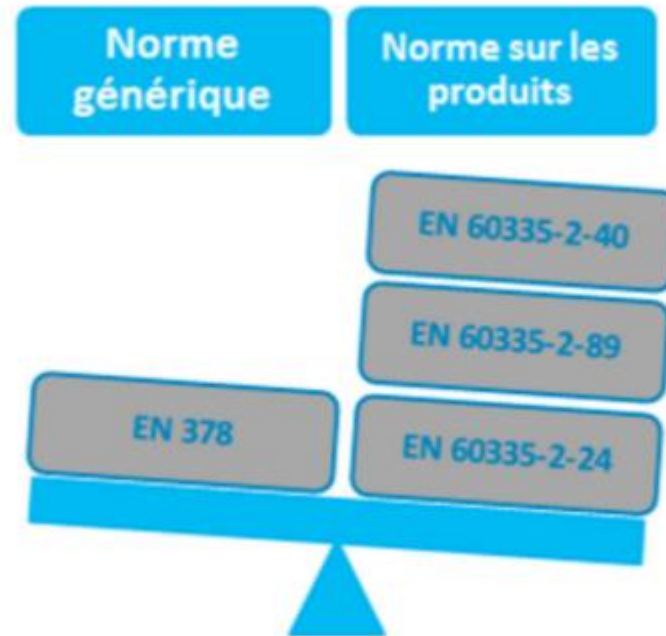


FIGURE 5 : Relations entre les normes européennes et les normes CENELEC (source CENELEC)

Source : guide UNICLIMA - CETIM

Les normes produits peuvent prévaloir sur les exigences contenues dans les normes génériques

RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE)

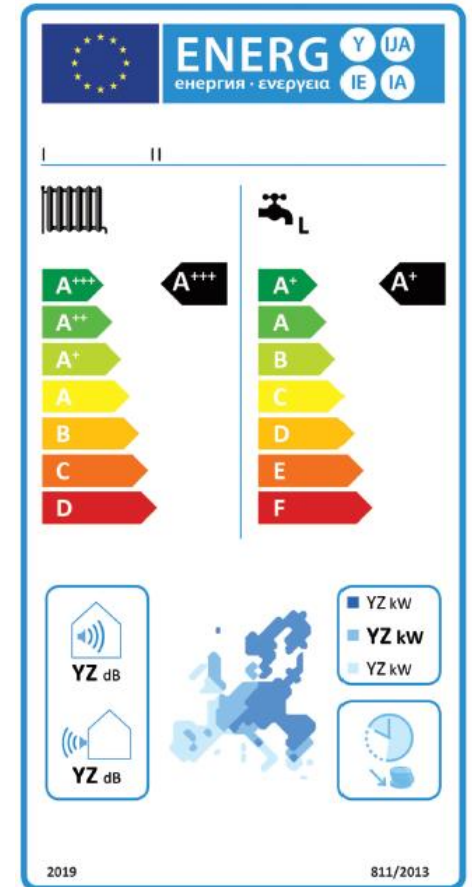
Étiquetage énergétique des dispositifs de chauffage des locaux

Règlement délégué (UE) n o 811/2013 de la Commission du 18 février 2013 complétant la directive 2010/30/UE en ce qui concerne **l'étiquetage énergétique des dispositifs de chauffage** des locaux,

Le coefficient **SCOP** mesure l'efficacité énergétique saisonnière des **pompes à chaleur** en calculant le rapport entre la demande annuelle de chauffage et l'énergie annuelle consommée.

Il tient compte de l'efficacité énergétique obtenue pour chaque température extérieure sous un climat moyen, pondérée par le nombre d'heures observées de ces températures.

Le règlement européen sur l'étiquetage énergétique classe les pompes à chaleur dont la puissance chauffage ne dépasse pas 70 kW dans des catégories D à A+++ selon leur efficacité énergétique.



Norme EN 14825 :

Permet de déterminer l'efficacité frigorifique saisonnière et le **coefficient de performance saisonnier** selon le type d'appareil en fonctionnement.

Norme EN 14511 :

Spécifie les conditions d'essai pour la détermination des caractéristiques de performances des pompes à chaleur lorsqu'ils sont utilisés pour le **chauffage** des locaux.

Pour chacun de ces systèmes, des points d'essais nominaux et d'applications sont définis.

Entretien des PAC obligatoire

Prestations d'entretien obligatoires pour les pompes à chaleur

La vérification qualitative du générateur thermodynamique

Le contrôle d'étanchéité du circuit de fluide frigorigène, sauf pour les équipements soumis au règlement (UE) avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés

Le nettoyage du système thermodynamique

Le réglage du système thermodynamique

Les conseils nécessaires portant sur le bon usage du système en place, les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation de chauffage et l'intérêt éventuel du remplacement de celle-ci.

Une évaluation du COP et EER pour les systèmes thermodynamiques et, sauf si les systèmes et les besoins n'ont pas changé depuis la dernière inspection, une évaluation du dimensionnement du générateur (cas > 70 kW).

Les principaux réfrigérants actuels pour les PAC

- **Composition du R410a :**

- + Ce fluide est un mélange à 50% de R32 (HFC) et de 50% de R125 (HFC)

- + Fluide progressivement remplacé par le R32

- + Ne contribue pas à la destruction de l'ozone

- + Efficacité importante même par basses températures

- + Capacité calorifique plus importante

- Il possède une PRP élevé 2087

- Participe à l'effet de serre

Les principaux réfrigérants actuels pour les PAC

Composition du R32 :

+ Faible impact écologique sur la couche d'ozone.

+ Propriétés thermodynamiques meilleures que le R410 A car il optimise les performances du circuit

+ PRP : 675

+ 5 à 10% plus performant que le R410A

+ Les besoins en fluide R32 sont moindres par rapport à ceux du R410A pour une même puissance rendue : 20 à 30% de fluide en moins seront nécessaires;

+ Le R32 est un fluide dit "pur" et est donc totalement recyclable.

- Classé A2L = faiblement inflammable

Composition du R-290

+ Le propane, issu du traitement du gaz naturel et du raffinage du pétrole présente de très bonnes caractéristiques thermodynamiques

+ Possède un faible impact sur l'environnement

+ Le R290 étant un fluide naturel, qui ne contient pas de HFC, il échappe au règlement européen F-Gaz. PRP = 3

- Fortement inflammable : conditions d'utilisation et de charge/volume pièce particulières. Formations et outillages spécifiques.

- La réglementation anti-incendie dans les ERP autorise l'utilisation mais sous conditions : charge du fluide, dispositifs de sécurité,...

Le **NH₃**(ammoniac) **R-717**. **GWP et ODP nuls**. Malgré ses bonnes caractéristiques, il possède un **défaut majeur**, il est toxique et s'enflamme facilement.

Le **R-744**, plus communément connu sous l'appellation **CO₂**. Possédant un **GWP=1** et un **ODP=0**. N'est ni toxique ni inflammable. Nécessite une faible charge et est disponible facilement. Haute pression d'utilisation ! Risque d'anoxie si fuite.

Nota: Les HFO, le CO₂, le NH₃, les HC ne sont pas soumis à la F-Gaz

Réfrigérants naturels et HFO

	Avantages	Inconvénients	Points d'attention
HFO	<ul style="list-style-type: none"> - GWP < 2500 - Inflammabilité (A1 ou A2L) 	<ul style="list-style-type: none"> - Récent : pas de retour d'expérience long terme 	<ul style="list-style-type: none"> - Solution idéale rétrofit/drop-in pour installations récentes
Hydrocarbures (HC)	<ul style="list-style-type: none"> - Performances (COP) - Pompe à chaleur - Solution long terme 	<ul style="list-style-type: none"> - Inflammabilité - Coût supplémentaire lié à la sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> - Inflammabilité (Norme EN378) - Formations pour installateur nécessaires
Ammoniac (NH3)	<ul style="list-style-type: none"> - Meilleure performance énergétique - Disponibilité - Fuite odorante - Solution long terme - Durée de vie (40 ans !) 	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicité - Courant en grande puissance (>200 kW) - Récent en petite puissance - Fuite bourrages 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de rétrofit car réagit avec le cuivre !
CO²	<ul style="list-style-type: none"> - Froid négatif extrême - Production eau chaude sanitaire - Solution long terme 	<ul style="list-style-type: none"> - Pressions de travail - Climat chaud (performances) - Inodore (détection fuite) - Plus lourd que l'air (ventilation) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pressions d'utilisations élevées - Plus robuste en haute puissance

La pression acoustique L_p : grandeur perçue par l'oreille

Dépend de la distance et des obstacles par rapport à la source

Mesurée par un sonomètre

La puissance acoustique L_w : valeur permettant de comparer les appareils entre eux

Mesurée en laboratoire elle est exprimée en dB(A)

Détermination de la puissance acoustique : $L = 10 \log \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots \right)$

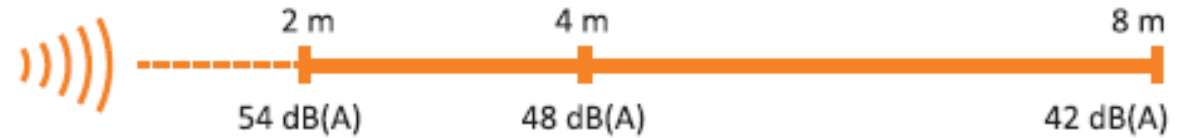
Exemple : 60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A)

Acoustique



Source AFPAC

Réduction du niveau de pression avec l'éloignement
Le niveau de pression acoustique est réduit de 6 dB(A) par doublement de la distance. Ainsi, une pression acoustique L_p^* de 54 dB(A) à 2 mètres de la machine devient 48 dB(A) à 4 mètres, etc.



* En champs libre et dans le meilleur des cas.

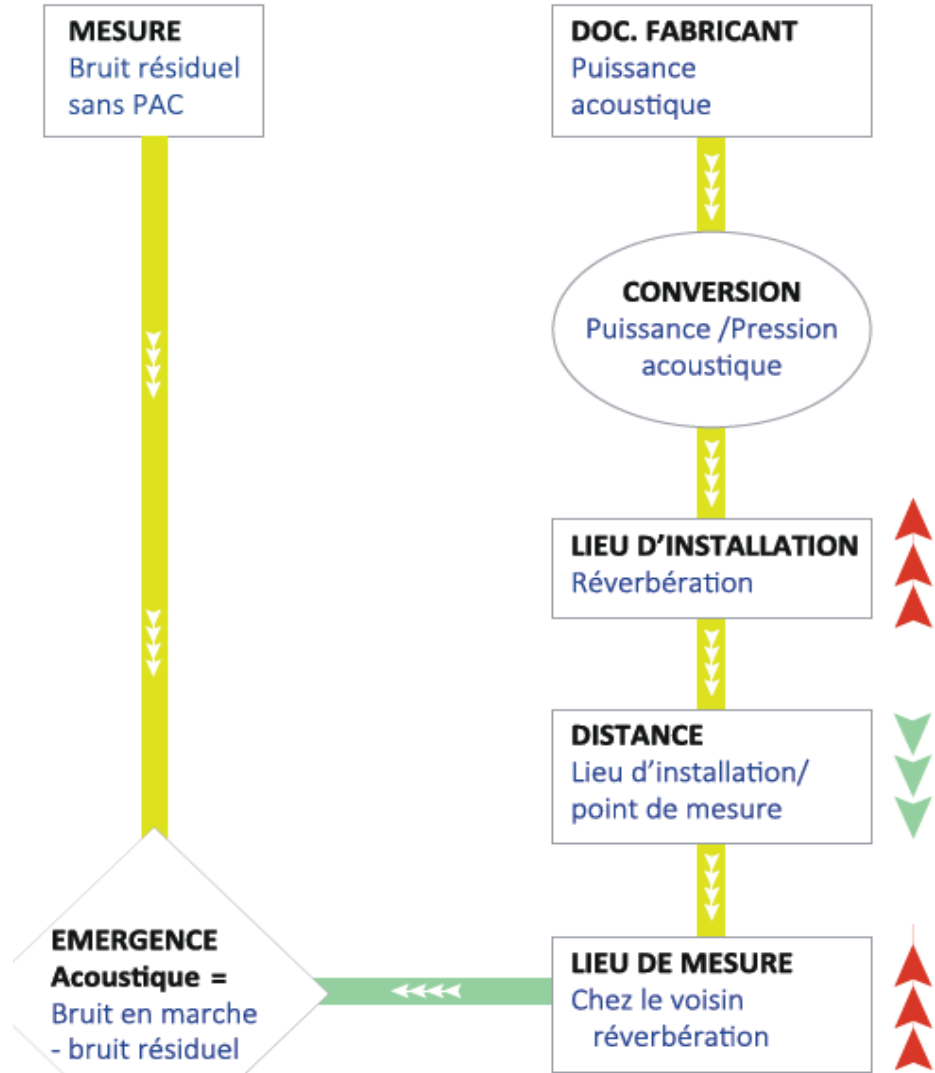
5

NOTA : pour plus d'informations, consultez le CidB et son site www.bruit.fr

Acoustique

Article R.1336-7 du code de la santé publique

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000035425946



Le jour (7h - 22h), émergence maximale autorisée : 5 dB(A)
La nuit (22h - 7h), émergence maximale autorisée : 3 dB(A)



Émergence acoustique :

≤3 dB(A)	Entre 4 et 5 dB(A)	Entre 6 et 10 dB(A)	Entre 11 et 25 dB(A)
Conforme	Absorbant sur le mur	Ecran acoustique	Encoffrement

Pour le jour, prendre 5 dB(A) comme émergence maximum autorisée

MERCI DE
VOTRE
ATTENTION



Rhône-Alpes **Région**

Louis CIBRARIO

Conciliateur de justice

Tél. : 06 65 07 01 91

Cilo.cibrario@gmail.com

Marc MONTESINO

Atlantic Solutions Chaufferies

Tél : 06 12 37 92 31

mmontesino@groupe-atlantic.com



*Louis Cibrario
Marc Montesino*

Pompes à Chaleur – Partie I/II



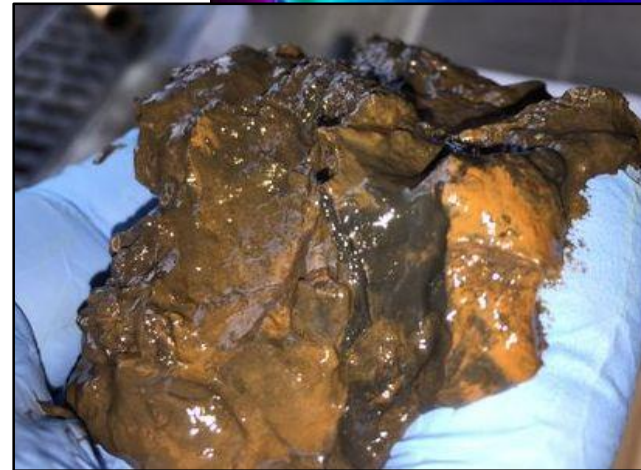
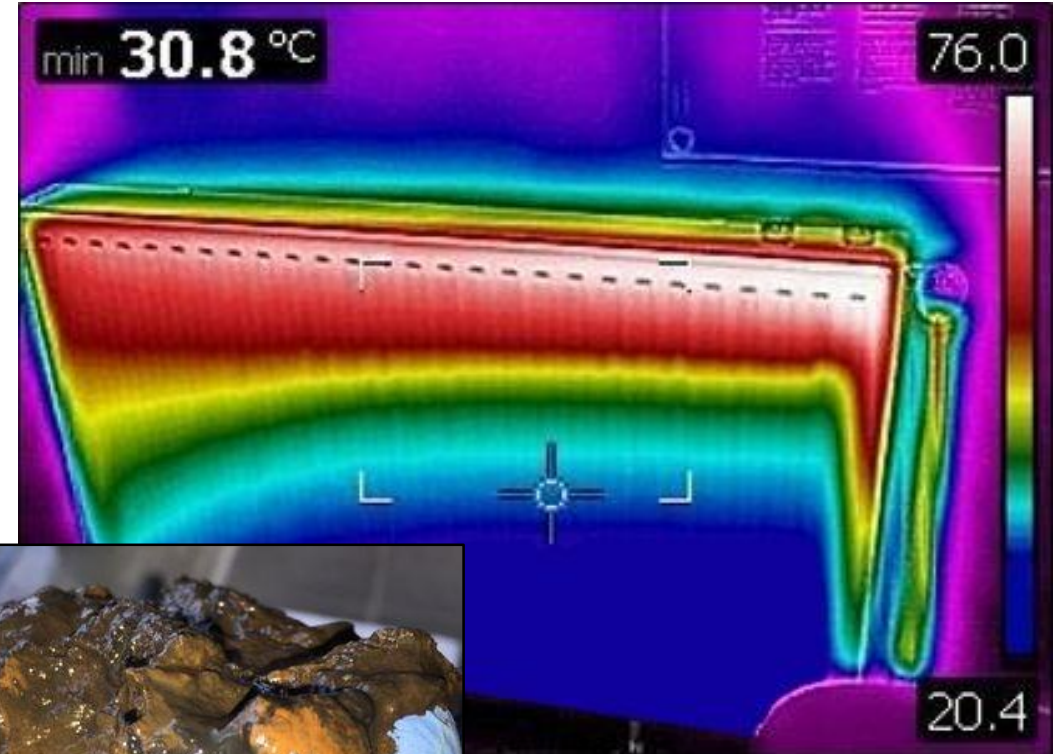
Association des Ingénieurs
et techniciens en
Climatique, Ventilation et Froid



AIC
VF Région
Rhône-Alpes

ENCRASSEMENT D'UN CONDENSEUR ET CONSOMMATION ANNUELLE D'UNE INSTALLATION STANDARD :

PAC AIR/EAU radiateurs BT





REPLISSAGE



1 bar ?

X bar ?

2 bar ?



Parc existant en hydraulique (domestique)

Chaudières 12 M

embouées?

PAC

1,6 M

≈ 40 % !

**QU'EN EST-IL POUR LES
INSTALLATIONS AVEC
POMPE A CHALEUR ?**

MODELISATION

LOCALISATION

- Région Lyonnaise

- profil de température extérieure annuelle

T_{ext} équivalente	correspondance	nombre de jours
-8°C	de -10°C à -6°C (exclu)	6
-5°C	de -6°C à -2°C (exclu)	11
0°C	de -2°C à +3°C (exclu)	34
+5°C	de +3°C à +8°C (exclu)	61
+10°C	de +8°C à +13°C (exclu)	54
+15°C	de +13°C à +18°C	42
total (saison de chauffe) :		208

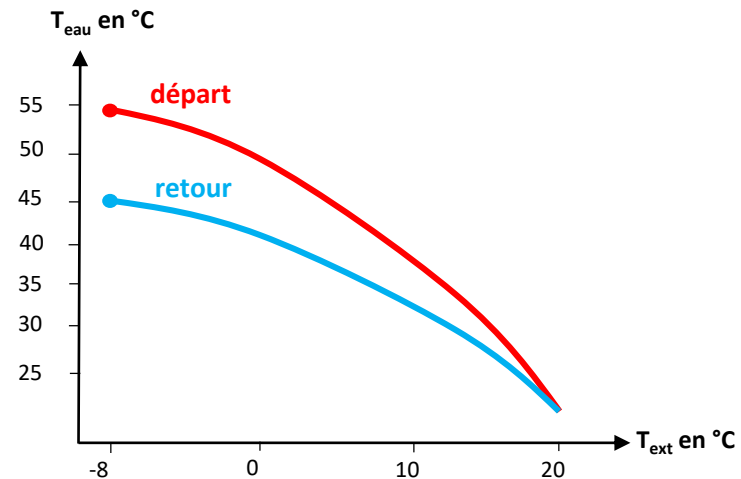
MODELISATION

STRUCTURE

- **Maison de 120 m² récente**
- **Température de confort T_{int} : 20°C**
(valeur contrôlée par thermostat ambiant et robinets thermostatiques)
- **Déperditions** de base estimées à **50 W/m²** (20°C *int* et -8°C *ext*)
soit **6 kW** de puissance nominale nécessaire en émission
- **Apports** gratuits moyens estimés à **500 W** lissés, stables sur l'année
(*occupation, électroménager, éclairage, apports solaires, ...*)
- à titre indicatif, consommation si **chauffage électrique direct** : **1670 €/an**

MODELISATION

- **Radiateurs basse température**, régime nominal de fonctionnement : **55/45** (pas ou peu de surdimensionnement : puissance totale nominale 6kW)
- Régulation de température des radiateurs par **loi d'eau** programmée au niveau de la PAC :



EMETTEURS

MODELISATION

PRODUCTION

- PAC Air/Eau et appoint électrique intégré
- Règle de dimensionnement PAC Air/Eau classique :

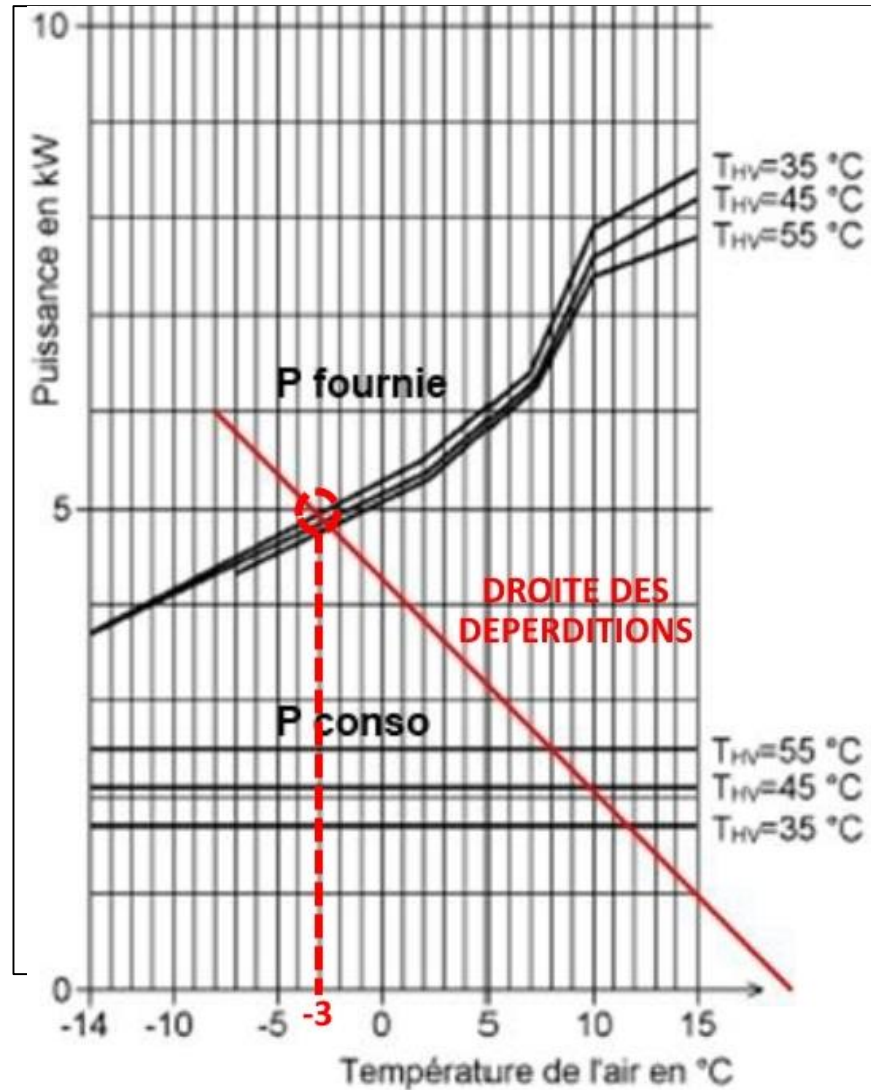
$P_{PAC \text{ à } T_{base}}$ = environ 70% des déperditions de base

$P_{appoint}$ = complément pour atteindre une puissance totale équivalente aux déperditions majorées de 20%

- La PAC sélectionnée devra donc fournir environ 70% des déperditions de base (6 kW) soit **4,2 kW à -8°C**.
Pour atteindre les déperditions majorées de 20% (7,2 kW), l'**appoint électrique** aura une puissance de **3 kW**.

MODELISATION

PAC RETENUE



modèle : **PAC 6,4 kW (A7 W35)**
fournit 4,3 kW à -8°C

appoint électrique 3 kW

T_{ext}	demande loi d'eau	Puissance PAC (kW)		COP
		fournie	conso	
-8°C	55	4,2	2,4	1,75
-5°C	53	4,5	2,33	1,93
0°C	48	5	2,15	2,32
+5°C	43	6	1,98	3,03
+10°C	36	7,5	1,74	4,31
+15°C	30	8	1,52	5,26

condenseur propre et émetteurs faiblement emboués (<15%)

RESULTATS

T _{ext}	PAC			Appoint		Complément
	P _{fournie}	P _{conso}	% _{fonct}	P _{appoint}	% _{fonct}	P _{comp} (kW)
-8°C	4,2	2,4	100%	3	43%	
-5°C	4,5	2,33	100%	3	10%	
0°C	5	2,15	73%	3		
+5°C	6	1,98	41%	3		
+10°C	7,5	1,74	17%	3		
+15°C	8	1,52	3%	3		

T _{ext}	E _{fournie} (kWh)				E _{conso} (kWh)			
	PAC	Appoint	Comp	TOTAL	PAC	Appoint	Comp	TOTAL
-8°C	605	187		792	346	187		533
-5°C	1188	79		1267	615	79		694
0°C	2978			2978	1281			1281
+5°C	3587			3587	1184			1184
+10°C	1620			1620	376			376
+15°C	202			202	38			38
				10446				4106

SCOP

2,54

Conso annuelle

657 €

(chauffage
électrique
1670 €)

condenseur propre et émetteurs faiblement emboués (<15%)



Meilleur COP du marché : jusqu'à 5,25

Très silencieuse : 56 dB(A)

air 3 kWh

électricité 1 kWh

eau 4 kWh

Energie thermique à basse température prélevée dans l'environnement

Production de chaleur à haute température envoyée dans le réseau de chauffage

Chauffage
garantie jusqu'à
- 25°

Réduction de votre facture grâce à nos coefficients de performance (COP) supérieur à 5 (pour 1kW d'énergie consommée, la pompe à chaleur restitue 5kW d'énergie chauffage).

condenseur encrassé et émetteurs faiblement emboués (<15%)

Comment réagit la PAC lorsque le condenseur se couvre d'un dépôt ?

...et pour que T_{ff} augmente, le compresseur le comprime davantage et sa consommation sera plus élevée :

consigne loi d'eau	P_{conso} (kW) condenseur propre	P_{conso} (kW) Dépôt 0,1mm	P_{conso} (kW) Dépôt 0,2mm	P_{conso} (kW) Dépôt 0,3mm
55	2,4	HP	HP	HP
53	2,33	2,48	HP	HP
48	2,15	2,30	2,42	HP
43	1,98	2,11	2,23	2,34
36	1,74	1,82	1,91	2,00
30	1,52	1,59	1,65	1,71

On note que la PAC déclenche en HP au-delà de $T_{ff} = 65^{\circ}\text{C}$ (30 bar)

CONSEQUENCES

condenseur encrassé et émetteurs faiblement emboués (<15%)

PRINCIPE

L'occupant souhaite **maintenir une température de confort de 20°C** :

Lorsque l'installation (PAC + appoint) n'y parvient pas,
il utilise des **systems électriques complémentaires** :

convecteurs d'appoint, chauffage soufflant, etc...

condenseur encrassé : 0,2 mm de dépôt

RESULTATS

T _{ext}	PAC			Appoint		Complément
	P _{fournie}	P _{conso}	% _{fonct}	P _{appoint}	% _{fonct}	P _{comp} (kW)
-8°C	HP		0%	3	100%	2,5
-5°C	HP		0%	3	100%	1,8
0°C	5	2,42	73%	3		
+5°C	6	2,23	41%	3		
+10°C	7,5	1,91	17%	3		
+15°C	8	1,65	3%	3		

T _{ext}	E _{fournie} (kWh)				E _{conso} (kWh)			
	PAC	Appoint	Comp	TOTAL	PAC	Appoint	Comp	TOTAL
-8°C	0	432	360	792	0	432	360	792
-5°C	0	792	475	1267	0	792	475	1267
0°C	2978			2978	1442			1442
+5°C	3587			3587	1333			1333
+10°C	1620			1620	413			413
+15°C	202			202	42			42
				10446				5288

cond propre : **2,54**

SCOP **1,98**

Conso annuelle **846 €**

(chauffage
électrique
1670 €)

condenseur encrassé : 0,2 mm de dépôt

- la PAC est HS en dessous de -3°C extérieur **soit les 17 jours les plus froids !**

→ utilisation de compléments énergivores pour compenser

Epaisseur dépôt organique	0	0,1 mm	0,2 mm	0,3 mm
fonctionnement annuel moyen PAC	37%	34%	29%	17%

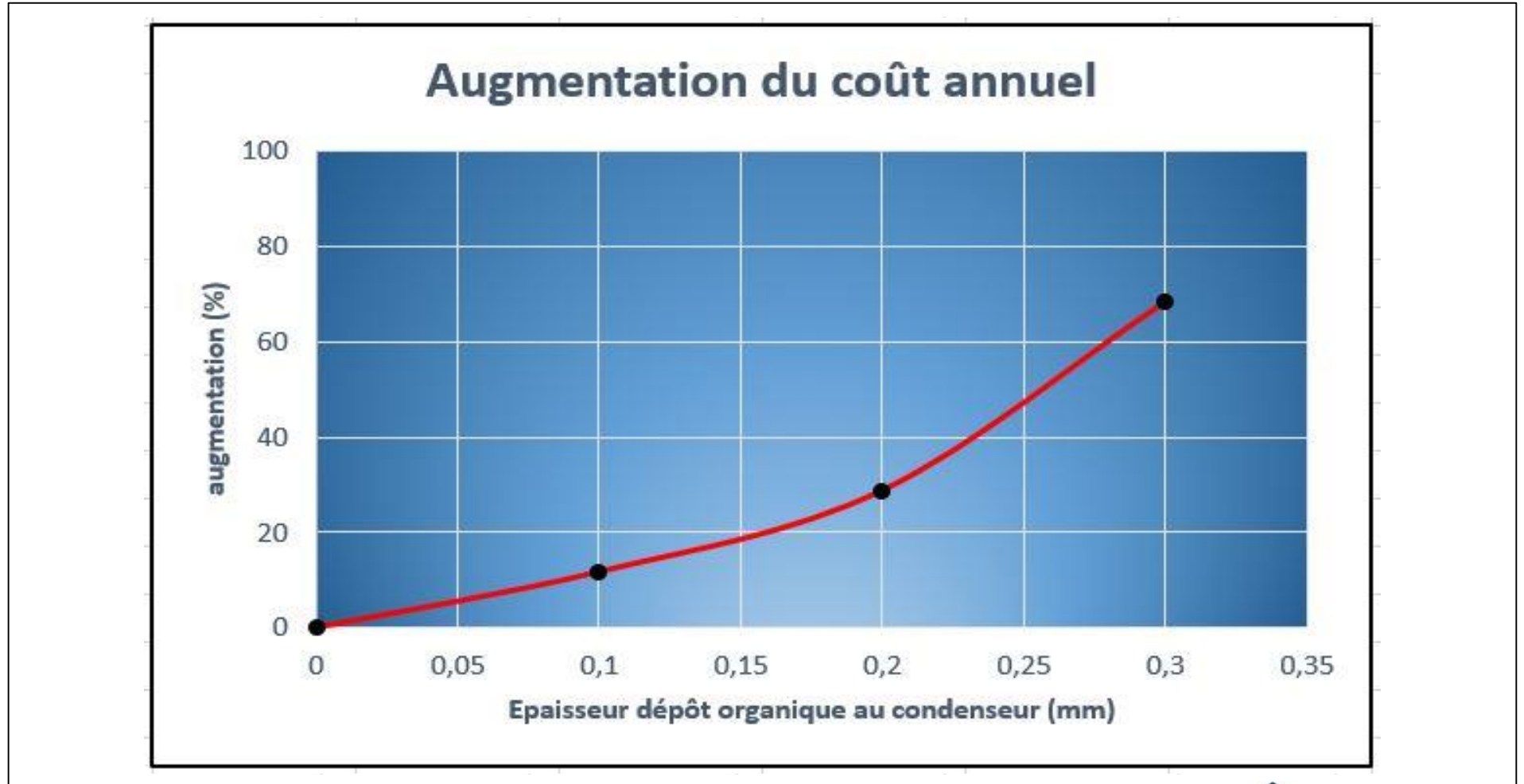
- lorsque la PAC fonctionne, **sa puissance absorbée est supérieure**

→ la consommation annuelle augmente de 30% (de 657 à 846 €)

ANALYSES

condenseur encrassé et émetteurs faiblement emboués (<15%)

BILAN



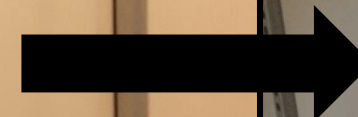
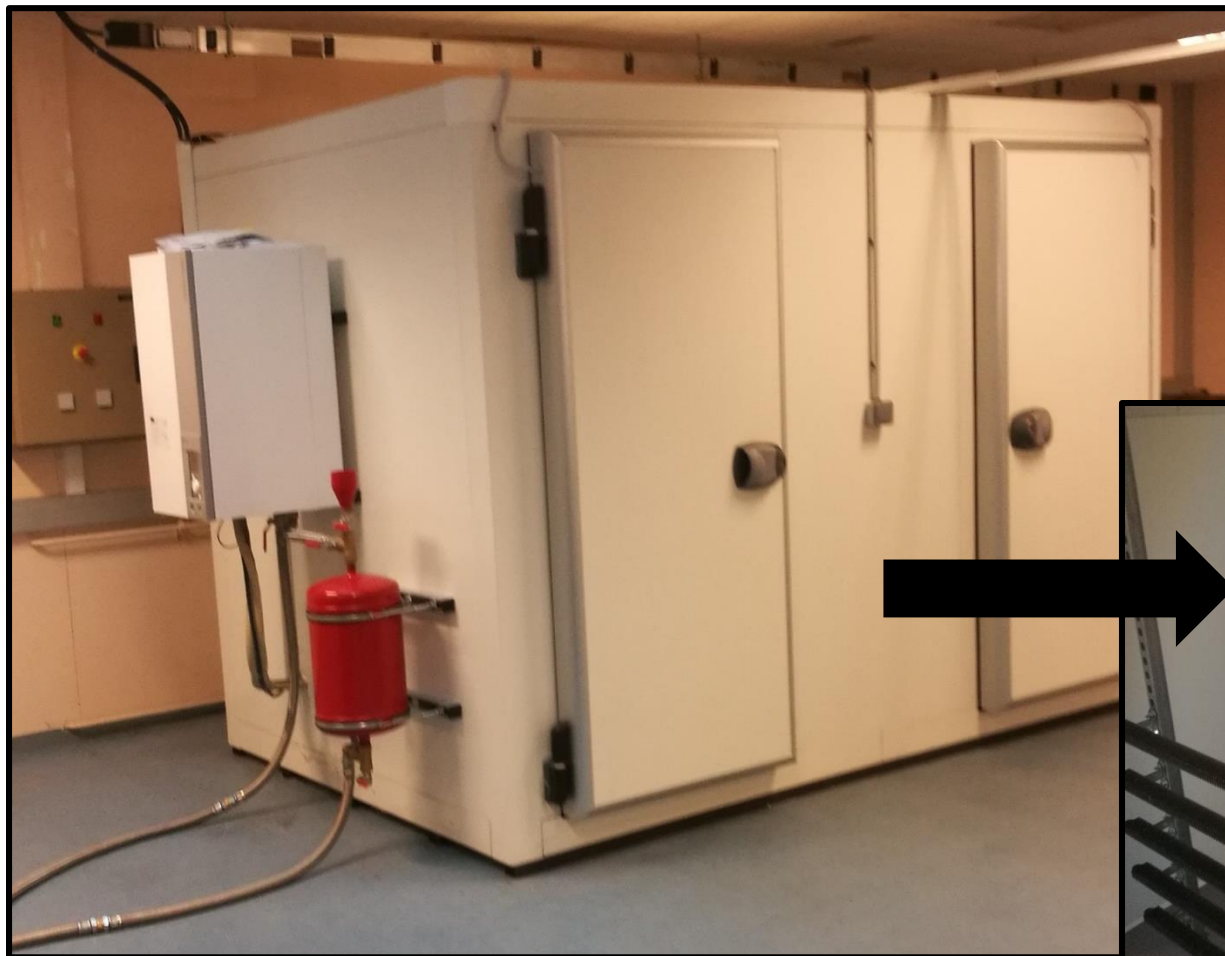
...et avec des émetteurs emboués à 35% ?



Epaisseur dépôt organique	0	0,1 mm	0,2 mm	0,3 mm
fonctionnement annuel moyen PAC	37%	34%	29%	17%

25%

→ la consommation annuelle augmente de ~~30%~~ (de 657 à ~~846~~ €)
40% **930 €**



MERCI DE
VOTRE
ATTENTION



Rhône-Alpes **Région**

Yvonnick Le Guennec
Professeur agrégé
Lycée La Martinière (Lyon)
Tél. : 06 15 33 37 92
yvo.leguennec@gmail.com

