



# COUP DE CHAUD SUR L'ÉNERGIE POSITIONNEZ LE FROID DANS VOTRE STRATÉGIE INDUSTRIELLE



04 juillet 2023  
9h - 16h30



Port de Lorient  
(56)

## Bien choisir ses fluides frigorigènes

Le point sur la réglementation et  
ses évolutions potentielles



POLE  
CRISTAL



- Le Pôle Cristal en quelques mots
- Les fluides frigorigènes
- Les textes réglementaires de références
- Les évolutions attendues

Un centre de R&D et d'innovation  
Labelisé par l'état

### Notre expertise

Transferts thermiques :

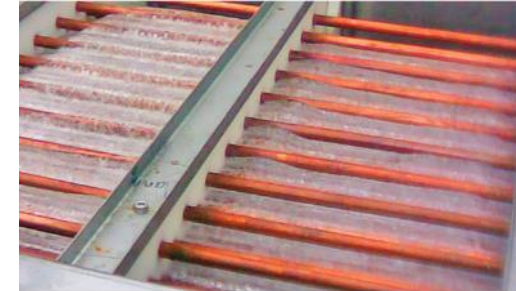
- chauffage,
- refroidissement

Technologies thermodynamique :

- Pompes à chaleur
- Réfrigération



Réfrigération



Stockage/valorisation  
énergétique



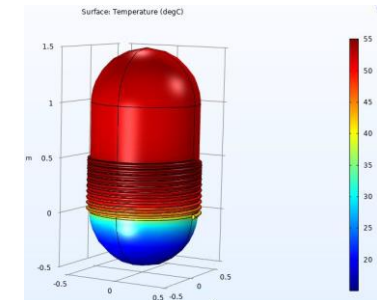
PAC, Roof-tops, chauffe-  
eaux, Chillers &  
Climatiseurs



Echange thermique



Développement de  
composants pour  
refroidissement et intégration  
selon besoins



Management de la thermique  
sur composants tels que :  
réservoirs, batteries, systèmes  
électroniques....



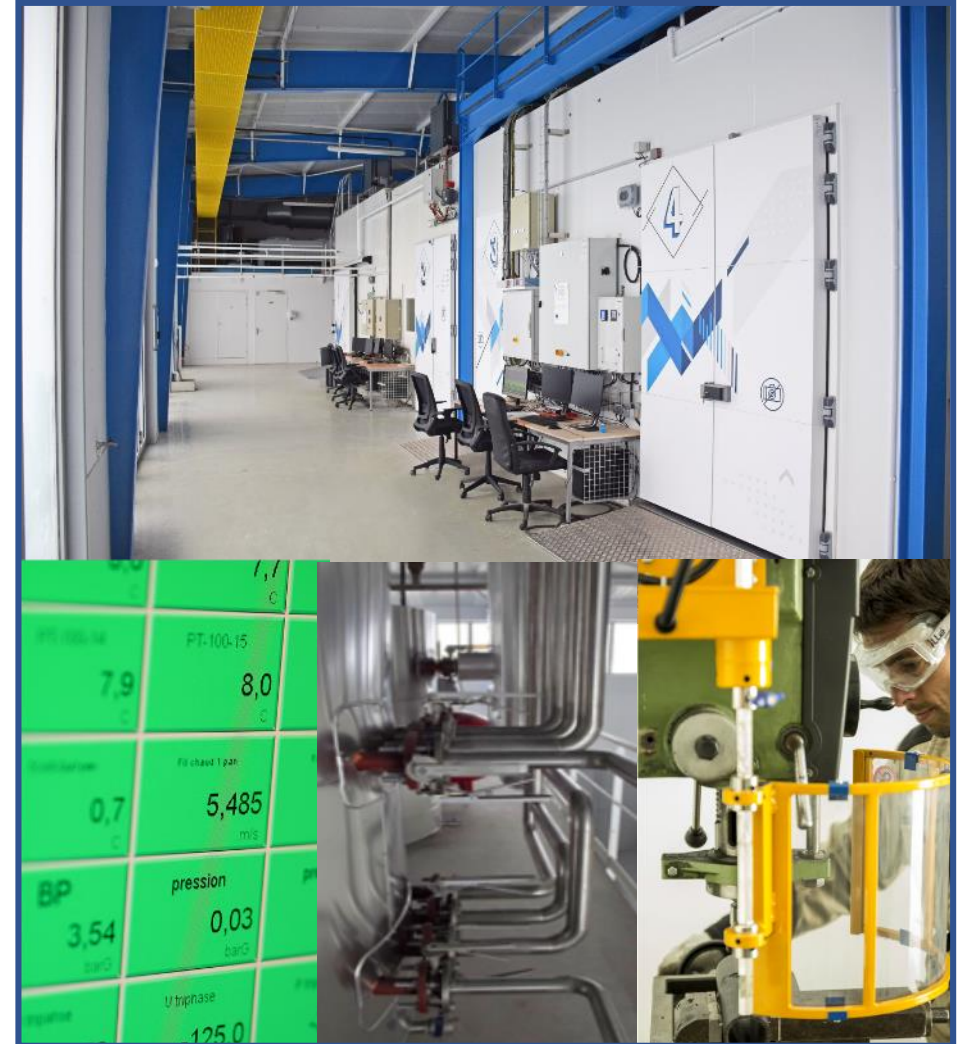


## Une équipe experte et engagée



Un réseau

Des moyens pour calculer, simuler et essayer





- Travail en co-construction avec nos clients
- Pour faire avancer LEUR projet de R&D
- Dans le respect de la confidentialité



- Une méthodologie
- Des éléments d'informations clé pour prendre les bonnes décisions

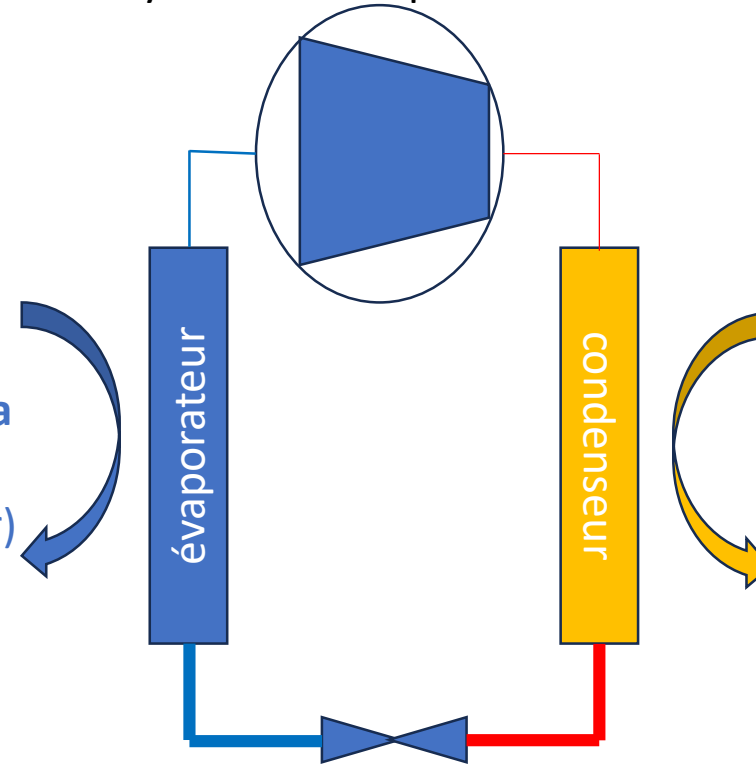
- Le Pôle Cristal en quelques mots
- Les fluides frigorigènes
- Les textes réglementaires de références
- Les évolutions attendues





Les groupes frigorifiques à compression de vapeur représentent l'immense majorité des systèmes de « production de froid », en particulier dans l'industrie.

Prélève de la chaleur au média à refroidir (air, eau, frigoporteur)



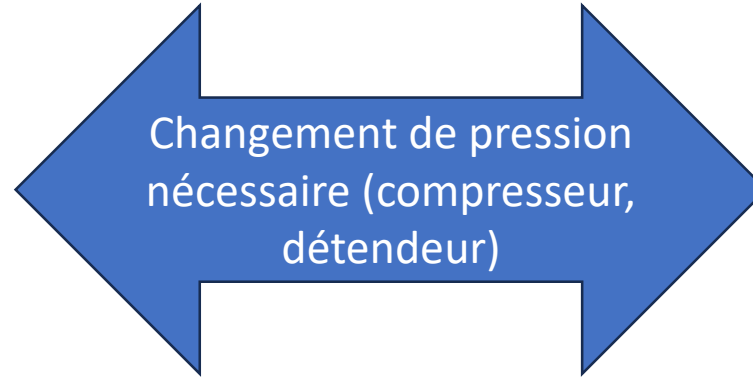
Rejette de la chaleur au milieu extérieur (éventuellement valorisée en récupération de chaleur)

CINQ organes essentiels :

- compresseur, condenseur, détendeur, évaporateur
- ET fluide frigorigène

**Dans l'évaporateur** : évaporation en dessous de la température de consigne du média à refroidir.

*En général entre -40°C et 0°C en fonction des applications*



**Dans le condenseur** : condensation au-dessus de la température du milieu de rejet

*En général entre 10°C et 50°C en fonction des conditions extérieures*

Il reste confiné, en circuit fermé.



## Critères techniques :

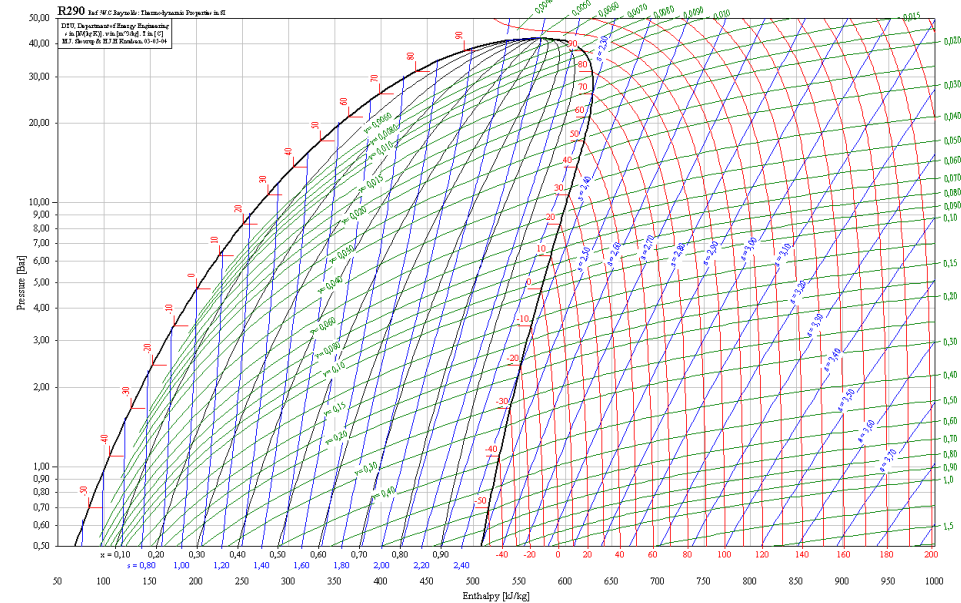
- Diagramme de changement d'état liquide vapeur
- Puissance volumétrique
- Echauffement à la compression
- Glissement

## Critères environnementaux :

- GWP, PRG, PRP
- ODP (Ozone Depletion Potential)
- TEWI (Total Equivalent Warming Impact)

## Critères de sécurité :

- Inflammabilité
- Toxicité
- Pressions de fonctionnement



**GWP** (Global Warming Potential), **PRG** (Potentiel de Réchauffement Global), **PRP** (Potentiel de Réchauffement Planétaire), ces 3 acronymes désignent la même chose : l'impact sur l'effet de serre du fluide lorsqu'il est libéré dans l'atmosphère, en comparaison avec celui du CO<sub>2</sub>



Pour plus de détails

<https://www.pole-cristal.fr/bien-choisir-un-fluide-frigorigene/>

Nom	Composition (si connue)	GWP AR4	Dangerosité (ASHRAE 34)
R1234yf	Fluide pur (2,3,3,3-tétrafluoroprop-1-ène)	4	A2L
R1234ze	Fluide pur (Trans-1,3,3,3-tétrafluoroprop-1-ène)	7	A2L
R134a	Fluide pur (1,1,1,2-tétrafluoroéthane)	1430	A1
R22	Fluide pur (Chlorodifluorométhane)	1810	A1 – ODP=0,055
R290	Fluide pur (propane)	3	A3
R32	Fluide pur (Difluorométhane)	675	A2L
R404A	R125(44%) – R143a(52%) – R134a(4%)	3922	A1
R407F	R32(30%) – R125(30%) – R134a(40%)	1825	A1
R410A	R32(50%) – R125(50%)	2088	A1
R422D	R125(65,1%) – R134a(31,5%) – R600a(3,4%)	2729	A1
R448A	R32(26%) – R125(26%) – R1234yf(20%) – R134a(21%) – R1234ze(7%)	1387	A1

Nom	Composition (si connue)	GWP AR4	Dangerosité (ASHRAE 34)
R449A	R32(24,3%) – R125(24,7%) – R1234yf(25,3%) – R134a(25,7%)	1397	A1
R449B	R32(25,2%) – R125(24,3%) – R1234yf(23,2%) – R134a(27,3%)	1138	A1
R452A	R32(11%) – R125(59%) – R1234yf(30%)	2140	A1
R452B	R32(67%) – R125(7%) – R1234yf(26%)	698	A2L
R454C	R32(21,5%) – R1234yf(78,5%)	466	A2L
R513A	R1234yf(56%) – R134a(44%)	631	A1
R600a	Fluide pur (isobutane)	3	A3
R717	Fluide pur (ammoniac)	0	B2L
R718	Fluide pur (eau)	0	A1
R744	Fluide pur (dioxyde de carbone)	1	A1

- Le Pôle Cristal en quelques mots
- Les fluides frigorigènes
- Les textes réglementaires de références
- Les évolutions attendues





F-Gas : RÈGLEMENT (UE) n°517/2014 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL  
du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés

## DESP

Contraintes sur le marquage  
CE (pour les équipementiers)

Suivi administratif

Requalifications périodiques

En fonction des volumes,  
pression et catégorie de  
fluides

## ICPE

1185 – Fluides fluorés

2921 – Tours  
aéroréfrigérantes

4735 (anciennement 1136) –  
Ammoniac

Seuils en fonction de la  
puissance ou de la quantité

Études de danger

## EN 378

Systèmes frigorifiques et  
pompes à chaleur - Exigences  
de sécurité et  
d'environnement

- Conception / fabrication  
- Installation  
- Maintenance

## CH35

Établissements recevant du  
public

Contraintes de sécurité pour  
les fluides A2L, A2, A3 pour  
les établissements de  
catégorie 1 à 4

2006

- Formation des opérateurs
- Contrôle d'étanchéité en fonction de la charge
- Interdiction sectorielle hors utilisation en tant que fluide frigorigène

2014

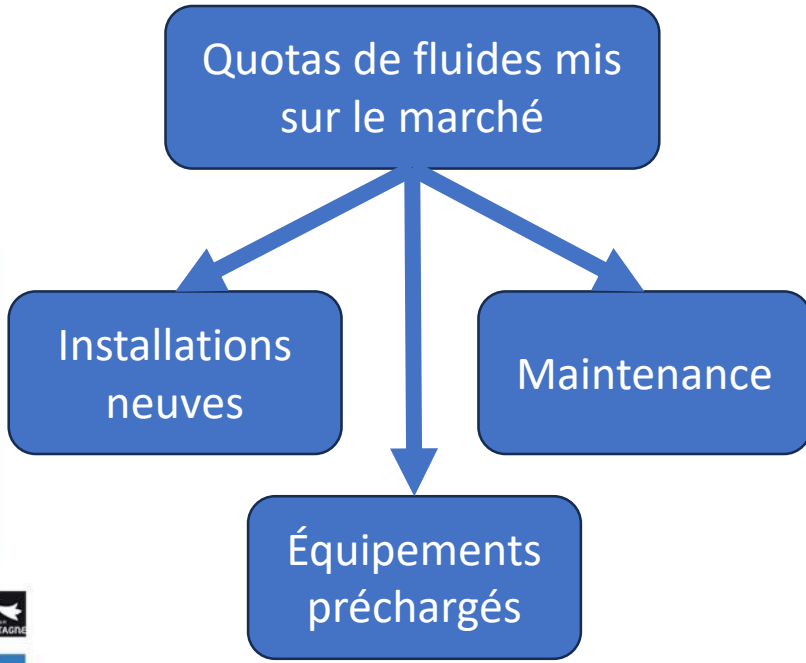
- Fixation des seuils en tonnes équivalent CO<sub>2</sub>
- Interdiction des fluides avec un GWP > 2500
- Introduction d'interdiction sectorielle par typologie d'application frigorifique
- Mise en place d'une logique de quotas de mise sur le marché (phase-down)

2023

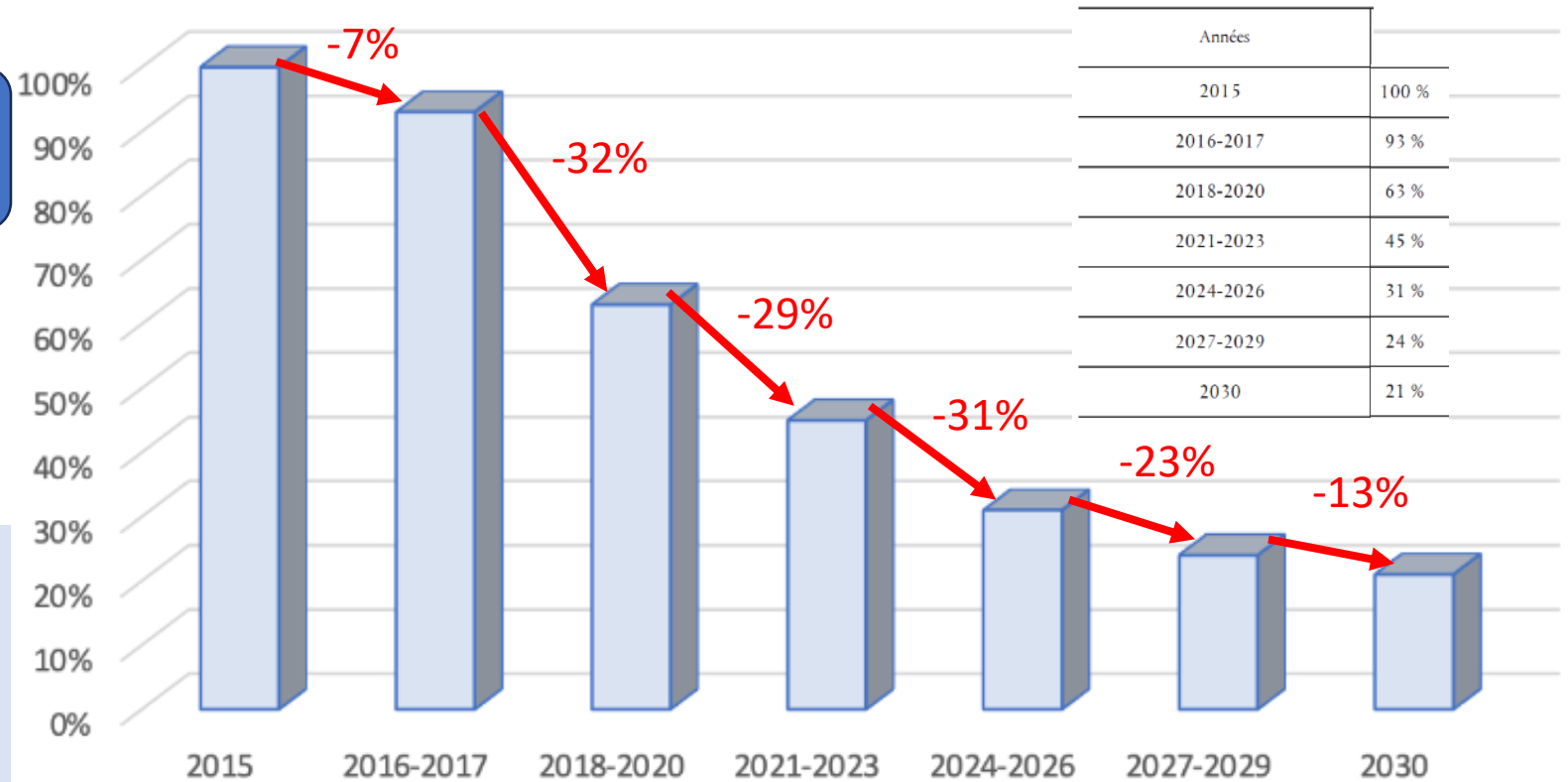
- Révision en cours
- Une première proposition de la commission
- Une proposition du Parlement Européen
- Démarrage du trilogue avec le Conseil Européen (chefs d'état et de gouvernement)
- Entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2024 ?

Produit/équipement concerné	Echéance
Réfrigérateurs et congélateurs à usage commercial (équipements hermétiquement scellés) contenant des HFC dont le PRP est supérieur ou égal à 2 500	1 er janvier 2020
Réfrigérateurs et congélateurs à usage commercial (équipements hermétiquement scellés) contenant des HFC dont le PRP est supérieur ou égal à 150	1 er janvier 2022
Équipements de réfrigération fixes qui contiennent des HFC dont le PRP est supérieur ou égal à 2 500, ou qui en sont tributaires, à l'exception des équipements destinés à des applications conçues pour refroidir des produits à une température inférieure à - 50 °C	1 er janvier 2020
Systèmes de réfrigération centralisés multipostes à usage commercial d'une capacité nominale supérieure ou égale ou à 40 kW et qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés dont le PRP est supérieur ou égal à 150, ou qui en sont tributaires, à l'exception des circuits primaires de réfrigération des systèmes en cascade dans lesquels des gaz à effet de serre fluorés dont le PRP est inférieur à 1 500 peuvent être utilisés	1 er janvier 2022
Équipements de climatisation mobiles autonomes (équipements hermétiquement scellés déplaçables d'une pièce à l'autre par l'utilisateur final) contenant des HFC dont le PRP est supérieur ou égal à 150	1 er janvier 2020
Systèmes de climatisation bi-blocs qui contiennent moins de 3 kg de gaz à effet de serre fluorés et qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés dont le PRP est supérieur ou égal à 750, ou qui en sont tributaires	1 er janvier 2025





Evolution de la quantité maximale de HFC à mettre sur le marché  
(Reglement "F-Gas" 517/2014 de l'UE - Annexe V)



Base 100% = quantité de fluides mise sur le marché sur la période 2009-2012 en équivalent CO<sub>2</sub>

Objectif : -79% en 2030 , **soit une division par 5**

- Le Pôle Cristal en quelques mots
- Les fluides frigorigènes
- Les textes réglementaires de références
- Les évolutions attendues

Processus de  
révision prévu par  
la réglementation  
actuelle, adossé à  
un processus  
d'évaluation

Proposition de la  
commission le 5  
avril 2022

Trilogue

Contexte  
d'accélération de  
l'UE sur les  
engagements en  
matière de  
réduction des GES  
(-55% en 2030 par  
rapport à 1990)

Proposition du  
parlement  
adoptée le 28  
mars 2023



## Les points clés

- Intégration HFO et HFE
- Poursuite du phase-down jusqu'à 2050 pour finir à environ 2% des émissions de référence de 2015
- Maintien de l'exception sur le militaire et si température < -50°C
- Renforcement des contrôles et des mécanismes de déclaration

- Annexe IV : Interdictions de mise sur le marché visées à l'article 11, paragraphe 1

(11) Réfrigérateurs et congélateurs à usage commercial (équipements autonomes)	- contenant des HFC dont le PRP est supérieur ou égal à 2 500.	1 <sup>er</sup> janvier 2020
	- contenant des HFC dont le PRP est supérieur ou égal à 150.	1 <sup>er</sup> janvier 2022
	- contenant d'autres gaz à effet de serre fluorés dont le PRP est supérieur ou égal à 150.	1 <sup>er</sup> janvier 2024
(12) Tout équipement de réfrigération autonome qui contient des gaz à effet de serre fluorés dont le PRP est supérieur ou égal à 150.		1 <sup>er</sup> janvier 2025

Intégration des HFO voire HFE et leurs mélanges

Extension au-delà des applications « commerciales » pour tous les réfrigérateurs autonomes (= groupe logé)

« usage commercial » = une utilisation pour le stockage, la présentation ou la distribution de produits destinés à la vente aux utilisateurs finaux dans les services de vente au détail et de restauration.

- Annexe IV : Interdictions de mise sur le marché visées à l'article 11, paragraphe 1

<p>(18) Équipements de climatisation bi-blocs et de pompes à chaleur bi-blocs fixes:</p> <p>a. systèmes bi-blocs qui contiennent moins de 3 kg de gaz à effet de serre fluorés énumérés à l'annexe I et qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés énumérés à l'annexe I dont le PRP est supérieur ou égal à 750, ou qui en sont tributaires;</p>	<p>1er janvier 2025</p>
<p>b. systèmes bi-blocs d'une capacité nominale égale ou inférieure à 12 kW contenant des gaz à effet de serre fluorés, ou qui en sont tributaires, dont le PRP est supérieur ou égal à 150, sauf si cela est nécessaire pour satisfaire aux normes de sécurité</p> <p>c. systèmes bi-blocs d'une capacité nominale égale ou supérieure à 12 kW qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés, ou qui en sont tributaires, dont le PRP est égal ou supérieur à 750, sauf si ces gaz sont nécessaires pour satisfaire aux normes de sécurité.</p>	<p>1er janvier 2027</p>

Impact potentiellement énorme sur le marché du split et des PAC bi-bloc, mais la notion de satisfaction des normes de sécurité devra être explicitée de manière plus claire (référence indirecte à EN 378 ? Quid des réglementations locales type CH35 en France ?)

Base 2015 = 176 700 479 t éq CO<sub>2</sub>

**ANNEXE VII**

**QUANTITÉS MAXIMALES ET CALCUL DES VALEURS DE RÉFÉRENCE ET DES QUOTAS POUR LA MISE SUR LE MARCHÉ DES HYDROFLUOROCARBONES VISÉS À L'ARTICLE 17**

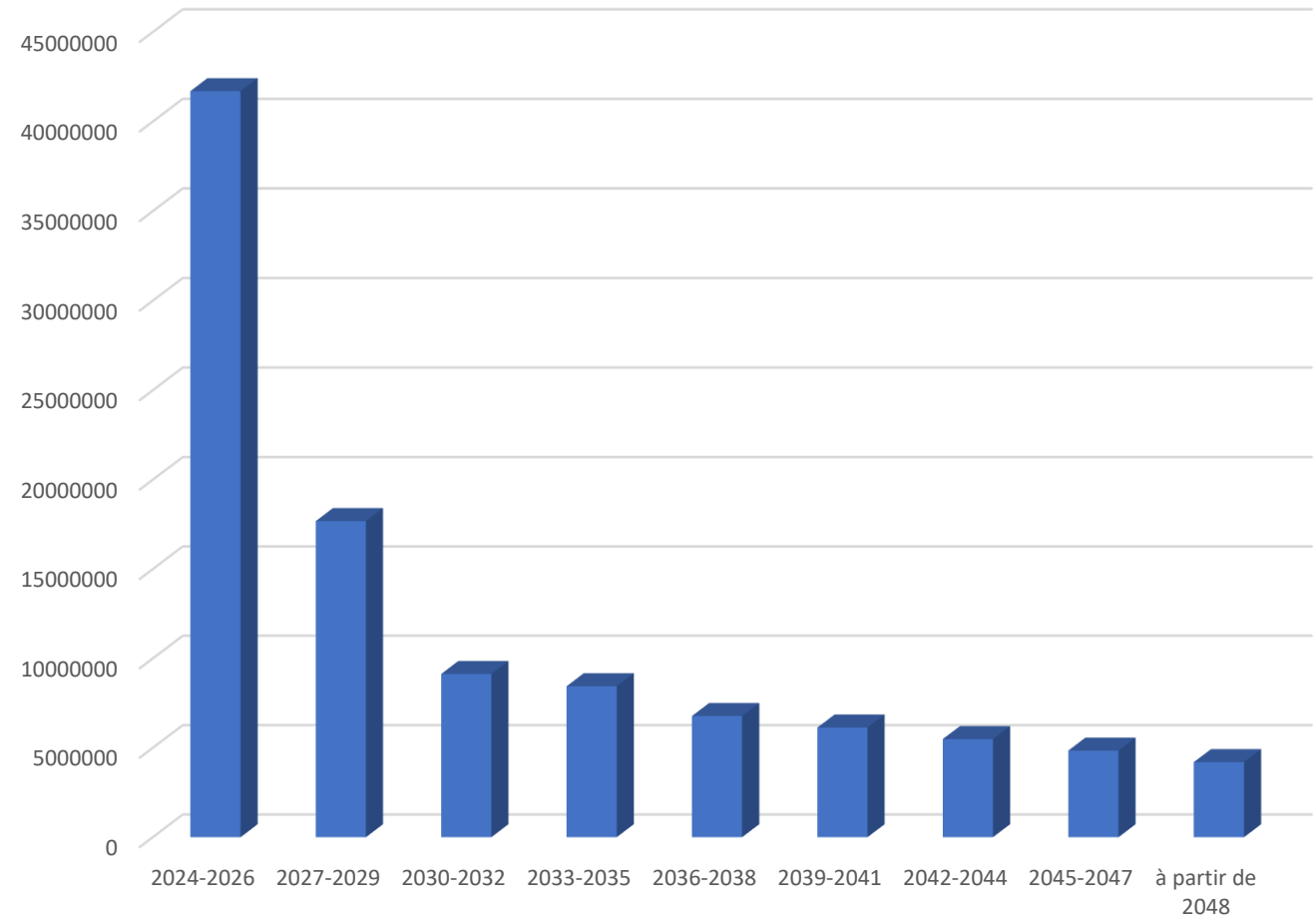
- (1) La quantité maximale de HFC dont la mise sur le marché de l'Union est autorisée au cours d'une année donnée est fixée comme suit:

Années	Quantité maximale en tonnes équivalent CO <sub>2</sub>
2024-2026	41 701 077
2027 – 2029	17 688 360
2030 – 2032	9 132 097
2033 – 2035	8 445 713
2036 – 2038	6 782 265
2039 – 2041	6 136 732
2042 – 2044	5 491 199
2045 – 2047	4 845 666
à partir de 2048	4 200 133

23,5% (vs. 2015)

- (2) La quantité maximale pour 2015 (valeur de base) est fixée à : 176 700 479 tonnes équivalent CO<sub>2</sub>.

Quantité maximale annuelle de HFC mise sur le marché de l'UE (en tonnes équivalent CO<sub>2</sub>)



- Cette proposition de la Commission Européenne a été accueillie avec beaucoup de fraîcheur par la profession en avril 2022, qui la juge trop contraignante et irréaliste
- Pourtant, la proposition que va faire la commission environnement du Parlement Européen, adoptée par le Parlement en mars 2023, va encore plus loin !

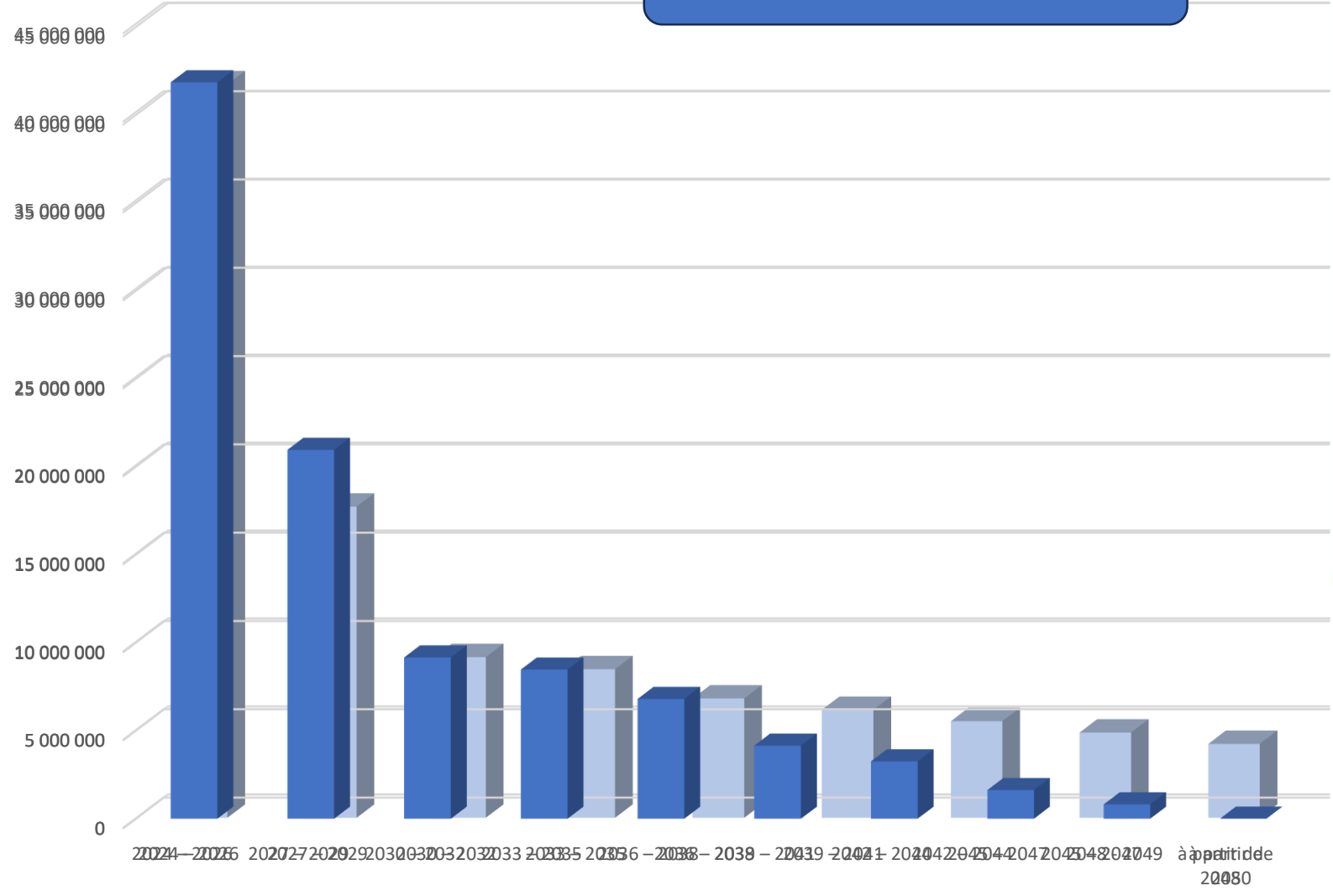
- D'une manière générale, tous les amendements introduits par le Parlement vont dans le sens d'un durcissement de la proposition !
- En particulier :
  - Amendement 152 : À partir du 1er janvier 2030, les utilisations suivantes sont interdites: **l'entretien ou la maintenance des équipements de réfrigération fixes**, à l'exception des refroidisseurs, à l'aide des gaz à effet de serre fluorés énumérés à l'annexe I, dont le potentiel de réchauffement planétaire est **supérieur ou égal à 150**
  - Amendement 145,153cp1.... Modifiant le tableau de l'annexe IV (cf. slides suivantes)
  - Amendement 150 : modification des quotas et phase out ! (cf. slides suivantes)
- Une seule petite ouverture : Amendement 101 : Possibilité d'introduction de nouveaux quotas spécifiques aux PAC



(12) Tout équipement <i>fixe</i> de réfrigération autonome qui contient des gaz à effet de serre fluorés.	1 <sup>er</sup> janvier 2025	
(14) Équipements de réfrigération fixes qui contiennent <i>des gaz à effet de serre fluorés</i> , ou qui en sont tributaires, à l'exception des équipements destinés à des applications conçues pour refroidir des produits à une température inférieure à - 50 °C.	1 <sup>er</sup> janvier 2025	
(14 bis) Équipements de réfrigération fixes qui contiennent <i>des gaz à effet de serre fluorés</i> ou qui en sont tributaires.	1 <sup>er</sup> janvier 2027	
(15 bis) Réfrigération des transports	<i>dans les camionnettes et les bateaux qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés ou qui en sont tributaires.</i>	1 <sup>er</sup> janvier 2027
	<i>dans les camions, les remorques et les conteneurs frigorifiques qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés ou qui en sont tributaires</i>	1 <sup>er</sup> janvier 2029

## Quotas de mise sur le marché

Années	Quantité maximale en tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	Années	Quantité maximale en tonnes équivalent CO <sub>2</sub>
2024 – 2026	41 701 077	2024 – 2026	41 701 077
2027 – 2029	17 688 360	2027 – 2029	20 888 360
2030 – 2032	9 132 097	2030 – 2032	9 132 097
2033 – 2035	8 445 713	2033 – 2035	8 445 713
2036 – 2038	6 782 265	2036 – 2038	6 782 265
2039 – 2041	6 136 732	2039 – 2041	4 138 941
2042 – 2044	5 491 199	2042 – 2044	3 247 259
2045 – 2047	4 845 666	2045 – 2047	1 623 629
à partir de 2048	4 200 133	2048 - 2049	811 814
		à partir de 2050	0



Phase Out

Le trilogue est en cours et la négociation se poursuit pour aboutir à un texte définitif.  
Les objectifs affichés sont toujours ceux d'une application au 1<sup>er</sup> janvier prochain

Mais la réglementation REACH sur l'usage des produits chimiques est elle aussi en cours de discussion

Et il est tout à fait possible qu'elle finisse par interdire l'usage de la plupart des HFC et HFO et de leur mélange en Europe (PFAS - Per- and polyfluoroalkyl substances).

L'European Chemicals Agency (ECHA), dans son rapport du 22/03/2023, mentionnent, parmi les fluides fluorés proposés à l'interdiction :

R134a / R125 / R1234yf / R1234ze / R1233zd /  
R404A / R407A / R407C / R407F / R410A / R422D /  
R448A / R449A / R449B / R452A / R452B / R454A /  
R454B / R455A / R473A / R507A / R513A

Principaux fluides  
de transition



**Merci pour votre attention !**



**Maher EDDÉ**  
**Ingénieur Commercial**

[m.edde@pole-cristal.fr](mailto:m.edde@pole-cristal.fr)

Mob. 07 86 34 84 05

