

Les frigorigènes selon les usages

1. Types de gaz utilisés dans les circuits de climatisation

Les systèmes de climatisation (climatiseurs, pompes à chaleur, réfrigérateurs, etc.) utilisent principalement des **gaz frigorigènes** (ou fluides caloporteurs). Ces gaz permettent de transférer la chaleur en changeant d'état (liquide/gaz). Voici les principales catégories :

A. Gaz fluorés (F-gases)

Ces gaz sont synthétiques et ont un **pouvoir de réchauffement global (PRG)** très élevé. Ils sont progressivement remplacés en Europe et dans le monde en raison de leur impact climatique.

- **HFC (Hydrofluorocarbures) :**
 - **Exemples :** R-134a, R-410A, R-404A, R-32.
 - **Utilisation :** Très répandus dans les climatiseurs domestiques et les systèmes industriels.
 - **PRG :** Entre **1 430 (R-32)** et **4 000 (R-404A)** fois supérieur au CO₂.
 - **Réglementation :** Le règlement européen **UE 517/2014** (dit "F-Gas") impose une réduction progressive de leur utilisation (interdiction de certains gaz comme le R-404A depuis 2020 pour les nouveaux équipements).
- **PFC (Perfluorocarbures) et SF₆ (Hexafluorure de soufre) :**
 - **PRG :** Très élevé (jusqu'à **23 500 pour le SF₆**).
 - **Utilisation :** Marginale dans la climatisation, plus courante dans l'industrie électrique ou médicale.

B. Gaz naturels (alternatives écologiques)

Ces gaz ont un PRG bien inférieur, voire nul, et sont de plus en plus adoptés.

- **CO₂ (R-744) :**
 - **PRG :** **1** (identique au CO₂ atmosphérique).
 - **Avantages :** Non toxique, non inflammable, disponible en abondance.
 - **Inconvénients :** Nécessite des pressions de fonctionnement très élevées (100 bars), ce qui rend les systèmes plus complexes et coûteux.
 - **Utilisation :** De plus en plus présent dans les supermarchés, les pompes à chaleur et certains climatiseurs industriels.
- **Hydrocarbures (HC) :**
 - **Exemples :** R-290 (propane), R-600a (isobutane).
 - **PRG :** **3 à 20** (très faible).
 - **Avantages :** Efficacité énergétique élevée, faible impact environnemental.
 - **Inconvénients :** Inflammables (nécessitent des précautions de sécurité).
 - **Utilisation :** Climatiseurs portables, petits réfrigérateurs, pompes à chaleur.
- **Ammoniac (R-717) :**
 - **PRG :** **0.**
 - **Avantages :** Très efficace, peu coûteux.
 - **Inconvénients :** Toxique et corrosif (réservé aux installations industrielles).
- **Autres alternatives :**
 - **R-718 (Eau) :** Utilisé dans certains systèmes à absorption.
 - **Mélanges naturels :** Comme le R-744/R-717 (CO₂ + ammoniac).

2. Impact environnemental des gaz frigorigènes

A. Pouvoir de réchauffement global (PRG)

Le PRG mesure l'impact d'un gaz sur le réchauffement climatique par rapport au CO₂ (PRG = 1). Plus le PRG est élevé, plus le gaz est nocif.

Gaz	PR G	Durée de vie dans l'atmosphère	Utilisation typique
R-134a	1430	~14 ans	Climatiseurs automobiles
R-410A	2088	~29 ans	Climatiseurs domestiques
R-32	675	~5 ans	Climatiseurs récents (alternative au R-410A)
R-404A	3922	~27 ans	Interdit dans l'UE pour les nouveaux équipements depuis 2020
CO ₂ (R-744)	1	Variable (absorbé)	Pompes à chaleur, supermarchés
R-290 (Propane)	3	~12 ans	Climatiseurs portables

B. Fuites et émissions

- Les fuites de gaz frigorigènes (même minimes) contribuent aux émissions de gaz à effet de serre.
- En Europe, les **fuites représentent environ 2 % des émissions totales de F-gases** (source : Agence européenne pour l'environnement, 2023).
- Les systèmes mal entretenus ou vétustes sont les principaux émetteurs.

C. Comparaison avec le CO₂

- **Le CO₂ est le gaz de référence** (PRG = 1), mais il n'est pas utilisé comme fluide frigorigène dans la plupart des climatiseurs modernes en raison de ses contraintes techniques.
- **Les HFC, bien que moins utilisés qu'avant, restent problématiques** : leur élimination progressive est prévue d'ici **2050** dans le cadre du **protocole de Kigali** (accord international).
- **Les alternatives (CO₂, hydrocarbures, ammoniac) réduisent l'impact climatique** mais posent d'autres défis (sécurité, coût, complexité technique).

3. Réglementations et évolutions

A. En Europe

- **Règlement UE 517/2014 (F-Gas) :**
 - **Objectif** : Réduire de **79 % les émissions de F-gases d'ici 2030** (par rapport à 2015).
 - **Mesures clés** :
 - Interdiction progressive des HFC à haut PRG (ex. : R-404A interdit pour les nouveaux équipements depuis 2020).
 - Obligation de **maintenance et récupération des gaz** lors des interventions.
 - **Quotas de mise sur le marché** pour les gaz à haut PRG.
 - **Prochaines étapes** :
 - **2025** : Interdiction du R-32 dans certains équipements (sous conditions).
 - **2030** : Objectif de réduction des émissions atteint.
- **Directive ErP (Eco-design) :**
 - Imposé des **exigences d'efficacité énergétique** pour les climatiseurs, poussant vers des fluides plus performants (comme le R-32).

B. Dans le monde

- **Protocole de Kigali (2016) :**
 - **198 pays** se sont engagés à réduire progressivement la production et la consommation de HFC.
 - **Objectif** : Réduction de **80 à 85 % d'ici 2047**.
- **États-Unis :**
 - Réglementation similaire à l'UE (interdiction des HFC à haut PRG).
- **Chine et Inde :**
 - Adoption progressive des alternatives, mais avec des délais plus longs.

4. Alternatives et innovations

A. Climatiseurs "verts"

- **R-32 :**
 - Alternative au R-410A, avec un PRG **3 fois inférieur** (675 vs 2 088).
 - Utilisé dans les climatiseurs récents (ex. : Daikin, Mitsubishi).
- **CO₂ (R-744) :**
 - De plus en plus utilisé dans les **pompes à chaleur** et les **systèmes industriels**.
 - Exemple : Pompes à chaleur transcritiques au CO₂ pour le chauffage urbain.
- **Hydrocarbures (R-290, R-600a) :**
 - Adoptés dans les **petits appareils** (climatiseurs portables, réfrigérateurs).
 - Exemple : Climatiseurs Daikin utilisant le R-290.

B. Technologies émergentes

- **Systèmes à absorption :**
 - Utilisent des mélanges eau-ammoniac ou eau-bromure de lithium.
 - **Avantage** : Pas de gaz à effet de serre synthétique.
 - **Inconvénient** : Moins efficace que les systèmes à compression.
- **Climatisation solaire :**
 - Utilise l'énergie solaire pour alimenter le système, réduisant l'empreinte carbone.
- **Recyclage des gaz :**
 - Obligation de **récupérer et recycler** les gaz lors de la maintenance (règlement UE 517/2014).

5. Que faire en tant qu'utilisateur ?

A. Pour réduire l'impact de votre climatisation

1. **Choisir un équipement récent :**
 - Privilégiez les climatiseurs utilisant du **R-32** ou des **hydrocarbures** (vérifiez l'étiquette énergétique).
 - Évitez les anciens systèmes utilisant du **R-410A** ou du **R-404A**.
2. **Entretien régulier :**
 - Faites vérifier votre installation **au moins une fois par an** pour détecter les fuites.
 - Utilisez un **technicien certifié** (obligatoire en Europe pour manipuler les F-gases).
3. **Optimiser l'usage :**
 - Réglez la température à **24-26°C** en été (au lieu de 18-20°C).
 - Fermez les portes et fenêtres pour éviter les déperditions.
4. **Recycler les anciens gaz :**
 - Si vous changez d'équipement, faites récupérer le gaz par un professionnel.

B. Alternatives durables

- **Pompes à chaleur :**
 - Utilisent souvent du **CO₂** ou du **R-32**, avec un meilleur rendement énergétique.
- **Ventilation naturelle :**
 - Pour les bâtiments bien isolés, une **ventilation naturelle** peut réduire le besoin en climatisation.
- **Toits végétalisés ou stores extérieurs :**
 - Réduisent la chaleur accumulée dans les bâtiments.