

Contribution écrite du groupe Honeywell destinée à la DGPR et DGE

Honeywell, entreprise internationale avec de nombreux clients français et européens, fabrique et fournit des hydrofluorocarbures (HFC) et, en particulier, des hydrofluoroléfinés (HFOs), molécules avec un faible impact environnemental employées par exemple pour les pompes à chaleur, les systèmes de réfrigération/climatisation, les mousses d'isolation des bâtiments ou encore des solvants largement utilisés dans les industries de haute technologie. Les applications économiques sont multiples et concernent de nombreuses autres industries telles que celle de l'automobile.

Récemment, l'adoption du règlement européen sur les F-gaz a contribué à actualiser le cadre normatif concernant ces solutions, dans le prolongement de l'arsenal législatif et réglementaire déjà instauré. Par ailleurs, le 13 janvier 2023, les autorités compétentes de quatre États membres de l'UE et La Norvège ont soumis à l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) le rapport de restriction sur les PFAS de l'annexe XV de REACH (proposition).

Actuellement, l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) étudie une proposition de restriction générale de plus de 10 000 substances dites PFAS. En conséquence de la définition très large utilisée dans ce cadre pour définir les PFAS, les hydrofluoroléfinés (HFO), produit fabriqué par Honeywell, entrent dans le champ d'application du travail de cette agence même si la substance ne présente pas de risque réel démontré au plan de la santé publique et pour l'environnement.

C'est pourquoi, le groupe Honeywell considère que les HFO/HFC mentionnés ci-dessous devraient être exemptés de toutes les restrictions actuellement envisagées par l'ECHA.

1. L'utilisation de HFO/HFC comme réfrigérants ne présente pas de risques ou de dangers.

- Les HFO et les HFC sont utilisés en toute sécurité depuis plus de 30 ans. Ils sont actuellement réglementés pour l'usage auquel ils sont destinés dans le cadre du règlement européen sur les gaz fluorés et de la directive sur les systèmes de climatisation mobiles (MAC).
- Ils ne sont ni **persistants**, ni **bioaccumulables** ou **toxiques** et sont enregistrés en tant que tels dans le cadre du règlement REACH.
- Une restriction dans le cadre de REACH signifierait donc une double réglementation, voire une réglementation excessive, pour ces gaz.
- Les HFO ont un faible potentiel de réchauffement de la planète (PRP) et se dégradent généralement dans l'atmosphère au bout de 5 à 15 jours.
- Les HFO ont été conçus pour offrir des avantages en termes de neutralité climatique et d'efficacité énergétique dans des applications telles que les refroidisseurs, les climatiseurs, les pompes à chaleur et les climatiseurs mobiles par exemple.
- Ils facilitent la réduction des émissions car ils nécessitent moins d'énergie que les solutions alternatives telles que celles basées sur le CO2 ou les hydrocarbures.
- La transition vers les véhicules électriques serait également affectée par une restriction sur les HFO/HFC. De nombreux véhicules électriques utilisent des systèmes de gestion thermique pour s'assurer que les batteries restent à leur température de fonctionnement. Ces systèmes sont principalement basés sur des solutions HFO.

- Un choix complet de réfrigérants sur le marché, y compris les HFO/HFC, est nécessaire pour atteindre les objectifs "Net Zero" de l'Union européenne et le principe "Energy Efficiency First". Ces solutions sont par ailleurs un levier clef pour réussir la transition énergétique en France. Paradoxalement, après l'adoption de la feuille de route pour la planification écologique et l'adoption de la loi pour l'industrie verte qui encourage la production et le déploiement des pompes à chaleur, il existe un clair risque de ralentissement de l'adoption de ces solutions par les entreprises et les ménages.

1.2. HFOS ET TFA Le sel d'acide trifluoroacétique (TFA) est une substance naturelle, présente dans notre environnement depuis des milliers d'années sans indication d'impact sur la santé humaine.

- Les HFO se décomposent dans l'environnement en 10 à 26 jours, ce qui explique leur faible potentiel de réchauffement de la planète (PRP) et leur faible impact sur l'environnement.
- L'un des produits de dégradation des HFO est le TFA (acide trifluoroacétique), dont le rendement peut varier en fonction du composé HFO spécifique, certains HFO ne générant qu'une très faible quantité de TFA.
- Le TFA est une substance naturelle présente dans notre environnement depuis des milliers d'années, sans que l'on sache s'il a un impact sur la santé humaine.
- Les sources artificielles de TFA proviennent de diverses industries telle que le secteur pharmaceutique la production intentionnelle (comme réactif en chimie analytique tel que le test COVID-19) ou de fluorocarbures.

De nombreuses évaluations du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) ¹² concluent que les concentrations actuelles de TFA provenant de la dégradation des HCFC, HFC et HFO ne présentent pas de risque pour l'homme et l'environnement.

- Actuellement le TFA n'est pas classé comme cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction et le développement selon la ligne directrice du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH).³
- Selon une [récente publication](#), le risque pour la santé humaine lié à la présence de TFA dans l'eau de boisson ou les aliments est négligeable.
- L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a évalué les risques pour la santé humaine liés à l'exposition au TFA lors de l'application de pesticides. Elle a estimé que les risques étaient acceptables sans aucune inquiétude.⁴

¹ UNEP; Feb 2016; Sources, Fates, Toxicity, and Risks of Trifluoroacetic Acid and Its Salts: Relevance to Substances Regulated Under the Montreal and Kyoto Protocols

² Effects and Interactions of Stratospheric Ozone Depletion, UV Radiation, and Climate Change: 2018 Assessment Report, https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/EEAP_assessmentreport-2018%20%282%29.pdf

³ ECHA Registration Dossier, TFA, <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/5203/7/1>

⁴ EFSA, Reasoned opinion on the setting of MRLs for saflufenacil in various crops, considering the risk related to the metabolite trifluoroacetic acid (TFA)¹
EFSA Journal 2014;12(2):3585 DOI, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3585>

- L'activité réglementaire relative aux PFAS s'est concentrée sur des matériaux spécifiques tels que le PFOA (acide perfluorooctanoïque) et le PFOS (sulfonate de perfluorooctane).⁵ Le PFOA et le PFOS sont eux connus pour leur persistance, leur bioaccumulation et leur toxicité.

2. Les applications économiques : quelques exemples

2.1. L'usage des HFOs pour les pompes à chaleur

Les HFC/HFOs sont utilisés dans les pompes à chaleur et offrent de nombreux avantages grâce à leurs propriétés d'efficacité énergétique. Les HFC/HFO présents dans les systèmes de pompes à chaleur ainsi que leur produit de décomposition, le TFA, n'entraînent pas de risques inacceptables (comme souligné plus haut) qui ne sont pas contrôlés de manière adéquate au sens des articles 68-69 du règlement REACH et présentent des avantages significatifs pour les pays de l'UE dans leur passage vers des systèmes énergétiques décarbonisés. La restriction REACH sur les PFAS, dans sa forme actuelle, pourrait considérablement entraver les objectifs de décarbonisation du chauffage et du refroidissement au sein de l'UE et rendre impossible l'objectif du programme de rénovation de l'UE visant à installer 60 millions de pompes à chaleur dans l'UE d'ici 2030.⁶

Les HFO permettent de réaliser d'importantes économies d'énergie

Les HFO ont des propriétés d'efficacité énergétique. Il a été démontré que l'utilisation de réfrigérants à base de HFO, uniquement dans le segment des pompes à chaleur résidentielles (sur la base du nombre d'unités en 2021 et prévu pour 2041), permettrait de réaliser des économies d'énergie de l'ordre de 5,5 TWh/an et d'éviter plus de 3,4 millions de tonnes/an d'émissions de CO2 par rapport à un réfrigérant à base de propane (R290).

Dangers et problèmes de sécurité des alternatives

Les "*réfrigérants naturels*" alternatifs, étiquetés ainsi à tort, tels que l'ammoniac (R717), les hydrocarbures (R290 ou propane, R600a - isobutane, etc.) et le CO2 (R744) sont des substances chimiques synthétiques fabriquées (souvent des sous-produits de la transformation des combustibles fossiles) présentant d'importantes caractéristiques de danger et d'exposition, notamment la toxicité, des effets anesthésiques/asphyxiants et/ou une grande inflammabilité, qui limitent considérablement leurs applications pratiques. De plus, les substituts potentiels n'offrent pas la sécurité requise, en particulier dans les zones résidentielles (par exemple, pour remplacer les chaudières domestiques ou dans le cadre du chauffage urbain).

La plupart des pompes à chaleur haute température (température d'alimentation >90°C) sont conçues pour utiliser un réfrigérant de type HFO (R1234ze(Z), R1234ze(E), R1233zd(E), R1336mzz(Z), R1234yf). Les fabricants de HP industriels ont choisi cette solution pour plusieurs raisons : absence de potentiel de déplétion ozone, PRG extrêmement faible, inflammabilité limitée ou nulle, non-toxicité, performances optimales aux températures cibles.

⁵ Buck et al: Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins, Integrated Environmental Assessment and Management — Volume 7, Number 4—pp. 513–541, 2011

⁶ EU heat pump plan [Heat pumps \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/energy/en/heat-pumps)

Par ailleurs, il est techniquement et/ou économiquement impossible de transformer de nombreux systèmes de pompes à chaleur existants pour les adapter à l'utilisation de réfrigérants alternatifs. Les systèmes existants et ceux qui sont déjà conçus nécessiteront un approvisionnement stable en réfrigérants HFC/HFO et une maintenance (pièces de rechange, etc.) jusqu'à la fin de leur cycle de vie, qui est d'environ 20 ans pour les petites/moyennes unités résidentielles et de plus de 30 ans pour les grandes installations telles que les pompes à chaleur à haute température et les systèmes de chauffage et de refroidissement urbains. En effet, les fabricants de pompes à chaleur ne sont pas physiquement en mesure de développer et de fournir des pompes à chaleur fonctionnant avec des réfrigérants alternatifs à des coûts abordables, aux niveaux de sécurité et à l'échelle requis par les politiques de décarbonisation de l'UE.

Les exigences de sécurité associées à l'utilisation de fluides frigorigènes de substitution dangereux tels que le R290 entraîneraient des dizaines de TWh supplémentaires d'électricité et des dizaines de MMT supplémentaires d'émissions indirectes de CO₂ en raison de l'augmentation des dépenses d'électricité pendant toute la durée de vie de l'équipement.

2.2. HFOs dans les systèmes de climatisation pour véhicules (MAC)

Des transports décarbonés dans l'UE sont essentiels pour atteindre les objectifs du Green Deal de l'UE et des politiques européennes plus larges (REPowerEU, etc.). Le HFO1234YF est une technologie de refroidissement à faible potentiel de réchauffement global (PRG) qui permet aux constructeurs automobiles à atteindre zéro émission d'ici 2035. Le HFO1234YF permet également aux constructeurs automobiles de passer au véhicule électrique tout en augmentant l'efficacité énergétique, en minimisant l'impact sur le climat et en réduisant le coût total de possession, sans sacrifier la sécurité.

Le HFO-1234yf doit être exclu du champ d'application de la proposition de restriction des PFAS car il présente un faible risque, n'est pas persistant et les concentrations de TFA produites par sa dégradation atmosphérique sont négligeables et inférieures aux seuils respectifs de concentration dérivée sans effet et de concentration prédite sans effet.

Les réfrigérants utilisés dans l'industrie automobile doivent être très performants pour refroidir rapidement un véhicule chaud après avoir été exposé à la lumière directe du soleil (et maintenant pour les véhicules électriques, pour refroidir les batteries, les moteurs et l'électronique). Les systèmes MAC doivent également être capables de déshumidifier l'air pour le confort et de limiter la formation de buée sur les vitres pour la visibilité et la sécurité. Les fluides frigorigènes doivent être rentables, fiables, sûrs lors de l'entretien et compatibles avec une grande variété de composants nécessaires aux systèmes CVC automobiles (tuyaux, conduites, joints, huiles, compresseurs, échangeurs de chaleur, etc.) Ils doivent être sûrs et acceptables en ce qui concerne la toxicité, l'inflammabilité, l'exposition aux fuites des passagers du véhicule ainsi que la dégradation thermique et environnementale. Le type de réfrigérant joue un rôle essentiel dans la sécurité globale du véhicule.

Le HFO-1234yf est un excellent réfrigérant pour les systèmes MAC et est actuellement utilisé dans presque tous les nouveaux systèmes dans les nouvelles voitures électriques. Le HFO-1234yf est actuellement utilisé pour refroidir et/ou chauffer les voitures d'environ 200 millions de véhicules dans le monde, qu'il s'agisse de véhicules à gaz ou de véhicules électriques.

Les HFO pour la transition vers les véhicules électriques

Le HFO-1234yf est un excellent réfrigérant pour les systèmes MAC et il est actuellement utilisé dans presque tous les nouveaux systèmes de pompe à chaleur utilisés dans les nouvelles voitures électriques aujourd'hui.

En raison de l'énergie supplémentaire nécessaire pour faire fonctionner les systèmes à CO2 dans les véhicules électriques (plus de production d'électricité) et du carburant supplémentaire brûlé pour faire fonctionner les systèmes à hydrocarbures de la boucle secondaire dans les moteurs à combustion interne (ICE), les pertes d'efficacité susmentionnées entraîneraient des émissions annuelles supplémentaires de GES allant jusqu'à dix millions de tonnes de CO2 en Europe. Par conséquent, le remplacement du HFO-1234yf par d'autres réfrigérants dans les systèmes MAC/TMS est en contradiction avec les objectifs plus larges de décarbonisation de l'UE (y compris dans le cadre du Green Deal européen, Fit for 55, REPowerEU) et est disproportionné par rapport aux risques allégués du HFO-1234yf et de la persistance de la TFA.

La conversion du HFC-134a au HFO-1234yf a pris plus de 10 ans. Les constructeurs automobiles n'en sont qu'au début de la transition vers les véhicules électriques et les périodes de transition proposées pour les réfrigérants sont très courtes. Se précipiter sur le marché avec des systèmes HVAC/TMS douteux, compliqués, moins efficaces et difficiles à contrôler entraînera certainement des problèmes de sécurité et d'utilisation. Les systèmes de réfrigération sont également des systèmes de refroidissement de la batterie des VE. Les défaillances ou les dysfonctionnements peuvent obliger à mettre un véhicule sur le côté de la route pour éviter les incendies provoqués par l'emballement thermique de la batterie.⁷ Une diminution de la sécurité ou de la satisfaction des clients ralentira l'acceptation des VE. Encourager le développement des VE et leur acceptation par les clients sont deux des éléments clés nécessaires pour atteindre les objectifs du Green Deal de l'UE.

Pourquoi les alternatives ne sont pas la solution

L'utilisation du R-744 (CO2), du R-290 (propane) ou du R-152a entraînera une augmentation significative des émissions de CO2 dans l'atmosphère, tant pour les véhicules à gaz que pour les véhicules électriques (les données cumulées figurent dans le tableau final ci-dessous). En outre, les réfrigérants R-290 et R-152a sont nettement plus inflammables que le HFO-1234yf et constitueront un risque supplémentaire pour la sécurité s'ils sont adoptés. Le HFO-1234yf a fait l'objet d'études approfondies par de nombreuses agences européennes et américaines et a été considéré comme un réfrigérant sûr et efficace pour les systèmes de refroidissement et de chauffage des automobiles.

⁷ See e.g., [Ignition: Spontaneous electric vehicle fires prompt recalls, but some owners stalled waiting on repairs](#); or on "thermal runaway" incidents in [Should You Be Worried About Electric Vehicle Battery Fires?](#)

Additional CO ₂ Emissions vs. R1234yf for EU Vehicles			
Average yearly additional CO ₂ Emissions from alternative refrigerants			
(metric tons/yr)			
	R744 (CO ₂)	R290 (Propane)	R152a
From internal combustion engine Vehicles After 1st 5 years of using alternative	1,636,788	1,963,965	1,770,551
From internal combustion engine Vehicles All vehicles converted to alternative	13,803,578	16,562,769	14,931,645
From Electric Vehicles All vehicles converted to alternative	7,479,425	8,974,484	8,090,665

L'annexe E de la [proposition de restriction PFAS](#) stipule que les réfrigérants hautement inflammables tels que le [R-152a](#) (1,1-difluoroéthane, [HFC-152a](#)) (ou le [R-290](#), propane) "se sont révélés efficaces et sûrs avec les systèmes de réfrigération à boucle secondaire". Rien ne prouve que les systèmes à boucle secondaire à base d'hydrocarbures soient efficaces ou adaptés à une quelconque application automobile, notamment en raison de très fortes préoccupations en matière de sécurité (inflammabilité, explosivité). Entre-temps, il existe un grand nombre d'exemples d'incidents graves liés à l'utilisation d'hydrocarbures dans des pompes à chaleur et d'autres équipements RHVAC dans le monde entier. L'absence d'informations accessibles au public sur des cas similaires dans l'industrie automobile s'explique par le fait que ces types de systèmes ne sont tout simplement pas utilisés.

Selon de nombreux rapports scientifiques, les systèmes de réfrigération au CO₂ sont nettement moins efficaces que les réfrigérants fluorés existants par temps chaud ou plus chaud. Selon une étude récente de 2023 publiée dans l'International Journal of Refrigeration, "la principale caractéristique de l'utilisation du CO₂ comme réfrigérant est que le système de réfrigération fonctionne comme un système transcritique : "La principale caractéristique de l'utilisation du CO₂ comme réfrigérant est que le système de réfrigération fonctionne comme un cycle transcritique à température ambiante élevée en raison de la faible température critique. En outre, la pression de fonctionnement élevée du système au CO₂ et la chute de pression importante dans le processus d'étranglement isenthalpique entraînent une perte d'irréversibilité significative et de faibles performances. »⁸ Ces pertes d'efficacité entraînent une augmentation des besoins énergétiques et donc de la consommation de carburant et/ou d'électricité d'un véhicule, c'est-à-dire des émissions de gaz à effet de serre et des coûts pour le consommateur par rapport aux systèmes au HFO-1234yf.

Comme pour le CO₂, les systèmes à boucle secondaire utilisant des gaz extrêmement inflammables comme le R-152a (ou le propane) ont été étudiés dans le secteur automobile. Aucun véhicule utilitaire léger n'a jamais été produit en série au niveau mondial dans cette configuration. Le R-152a ou le propane augmentera le risque d'incendie pour les consommateurs (par rapport aux réfrigérants actuels) en raison de l'énergie d'allumage, de l'énergie de combustion accrue, de la propagation des flammes et des concentrations inflammables plus importantes. Proposer un délai de mise en œuvre aussi court pour un système non éprouvé, non développé et non testé semble imprudent et disproportionné. Il est également probable que cela augmentera les risques pour la sécurité de millions de conducteurs à travers l'EU.

⁸ [Thermodynamic performance evaluation of an ejector-enhanced transcritical CO₂ parallel compression refrigeration cycle](#), Tao Bai et al, International Journal of Refrigeration, Volume 149, May 2023, Pages 49-61.