

Du nouveau dans les fluides de réfrigération !

Daniel Ryckmans

Il n'est pas toujours aisé de s'y retrouver dans la problématique des fluides de réfrigération. Les infos se bousculent et sont parfois non concordantes, voire contradictoires en fonction des sources ou des firmes mais aussi des politiques et priorités qu'elles ont ! Nous tentons ici, brièvement, d'aborder le sujet et d'y voir plus clair !

L'Union Européenne est en train de légiférer en ce qui concerne les gaz des frigos, qu'il vaut mieux appeler fluides de réfrigération. Ainsi, certains gaz sont d'ores et déjà interdits, d'autres sont sur une liste rouge (bannis dans quelques années), d'autres encore sur liste orange (à savoir avec un avenir incertain à plus long terme...).

La bonne nouvelle, c'est qu'il y a différentes alternatives, beaucoup moins polluantes (non destructrices de la couche d'ozone et ne contribuant que (très) faiblement aux gaz à effets de serre et au réchauffement climatique) mais aussi beaucoup moins énergivores, mais malheureusement plus chères aussi (comme la plupart des nouvelles technologies).

Une décision européenne pour tenter de réduire le réchauffement global

En juin 2013, la commission environnement du Parlement européen a voté à propos des gaz – f ou gaz fréons. Ces gaz-f sont ces « nouveaux » réfrigérants qui sont arrivés sur le marché depuis 1998. Ces gaz sont embêtants dans la mesure où – en cas de fuites, et il y en a toujours ! – une fois dans l'atmosphère, ils contribuent à l'effet de serre et au réchauffement global. Ainsi, chaque gaz est lié à son indice GWP / PRG (global

warming potential ou potentiel de réchauffement global). Les réfrigérants à indices supérieurs à 2.500 seront interdits pour les remplissages d'entretien dès 2017, et interdits dans les nouvelles constructions à partir de début 2016 !

Le 13 mars le Parlement européen votait, à une écrasante majorité, la fin des gaz – f pour entre 2022 et 2025.

Gaz: de quoi parle-t-on ?

Les CFC (chloro-fluoro-carbone), les HCFC (hydro-chloro-fluoro-carbone) et les HFC (hydrogène-fluoro-carbone) sont tous trois des composés organiques simples utilisés comme réfrigérants dans les « machines à froid » (frigos, congélateurs, appareils à air conditionné, pompes à chaleur,...).

- Les **CFC** sont très stables (favorables dans les machines à froid), mais ils sont destructeurs de la couche d'ozone... Leur utilisation est interdite par le protocole de Montréal (1987).
- Les **HCFC** sont moins stables et se décomposent dans un laps d'environ 10 ans. Réputés moins nocifs que les CFC ils ont, dans un premier temps, été produits et utilisés en masse, mais leur part dans les gaz à effet de serre

(GES) fait qu'à leur tour ils ont été visés par les accords de Montréal. Leur production et utilisation sont en diminution, et ils se voient remplacés par les HFC.

- Les **HFC** ne contiennent pas de chlore et sont inoffensifs pour la couche d'ozone... Mais leur utilisation massive en remplacement des CFC et des HCFC fait qu'ils sont à leur tour sur la sellette. Ils contribuent en effet de manière importante au réchauffement global, à cause de leurs indices GWP / PRG (global warming potential ou potentiel de réchauffement global) élevés!

Comparés au CO₂ (qui contribue aussi à l'effet de serre et au réchauffement),

les CFC, HCFC et HFC ont un effet de gaz à effet de serre beaucoup plus important (de 1.000 à 13.000 fois supérieur !) C'est pourquoi, après les limitations puis interdictions successives des CFC et HCFC, c'est au tour des HFC d'être pointés du doigt, et à être bannis

progressivement (grâce au protocole de Kyoto (1997, entré en vigueur en 2005)). Le R134a, R407A et F et R404C peuvent encore être utilisés grâce à leur indice GWP / PRG moins élevés, mais leur avenir à long terme n'est pas assuré !

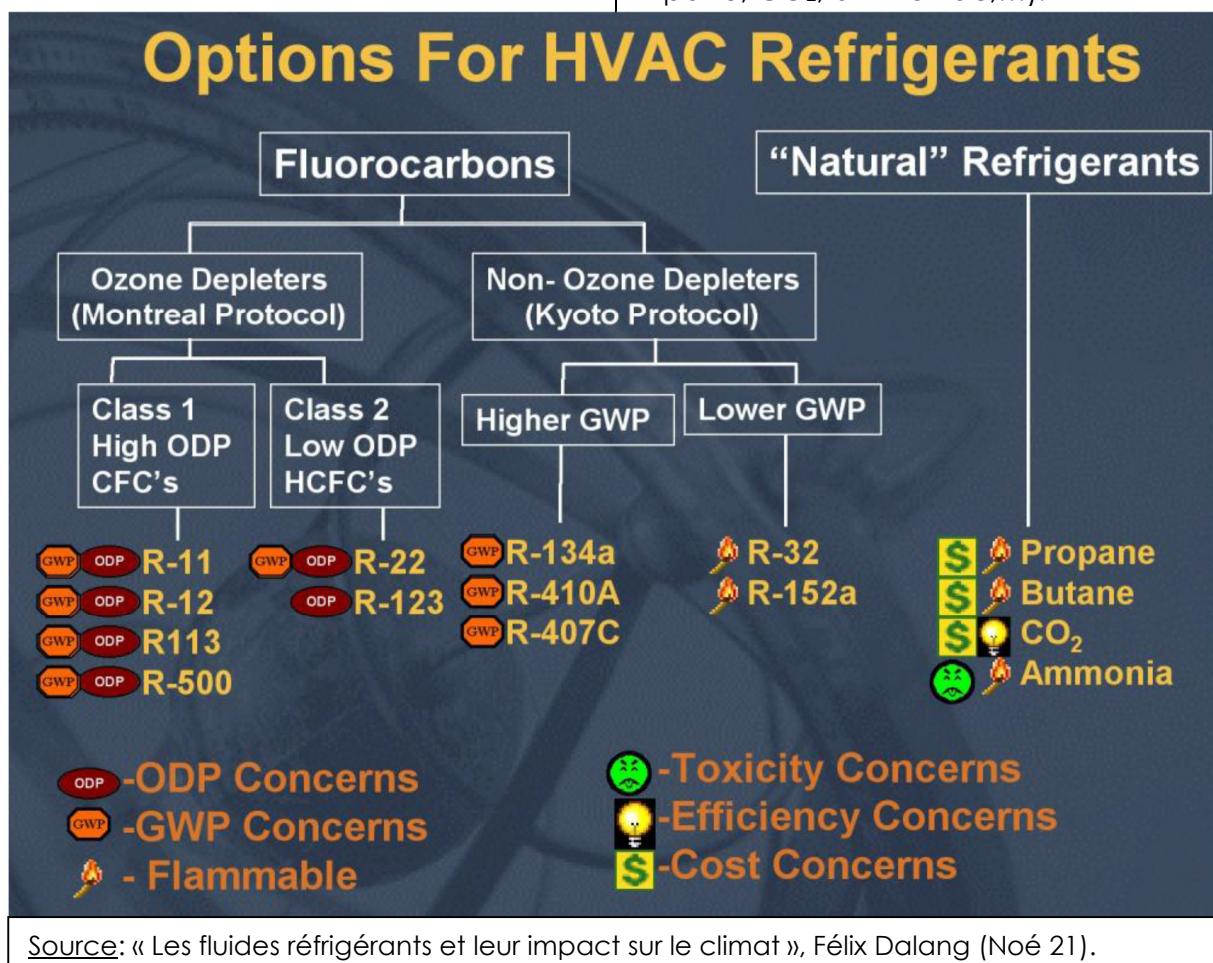
Passer aux réfrigérants naturels ou encore travailler avec les HFC et autres nouveaux gaz?

Certaines firmes s'accrochent aux technologies existantes à base de HFC, en préconisant d'utiliser les fluides réfrigérants avec des indices GWP / PRG relativement bas. Elles insistent sur l'importance d'avoir des installations avec un bien meilleur contrôle des fuites (certaines installations perdent jusqu'à 25 ou 30% de leurs gaz en 1 an !), estimant que les réfrigérants naturels sont encore trop chers et/ou pas toujours fiables.

D'autres firmes ont résolument choisi de travailler avec les réfrigérants naturels,

estimant que les législations et réglementations à propos des HFC (et d'autres « nouveaux gaz ») pourraient peut-être encore évoluer de manière plus rapide et drastique dans les années qui viennent, et qu'ils sont, de toute façon, condamnés à plus ou moins long terme.

Le schéma suivant résume la problématique des gaz destructeurs de la couche d'ozone, des gaz à effets plus ou moins réchauffant (indice GWP / PRG) et des réfrigérants naturels (propane, CO₂, ammoniac,...).



HVAC veut dire « Heating Ventilation Air Conditioning » (chauffage, ventilation,

air conditionné) et « Depleters » veut dire « destructeurs ».

La fin des fréons et des autres réfrigérants synthétiques

CFC & HCFC

Les différents fréons vont être progressivement bridés puis interdits dans les années à venir. Le fréon 22 ou R22 (R pour réfrigérant) – qui équipe largement la plupart des installations de refroidissement actuelles – est le premier « gaz-f » qui va disparaître, car dès le 01/01/2014 il ne peut être utilisé que pour le re-remplissage des installations existantes et il est déjà interdit dans les nouvelles installations. Au 01/01/2015 il devra être remplacé par d'autres gaz ou liquides réfrigérants, qu'ils soient naturels (comme l'ammoniac (NH₃), le propane (C₃H₈) ou encore le gaz carbonique (CO₂)) ou de synthèse comme les gaz à faibles GWP / PRG (global warming potential / potentiel de réchauffement global) que sont les R134A, R407A/C/F,.... On peut encore « tourner » au R22 après le 01/01/2015, mais étant donné que le re-remplissage est interdit, à moins d'avoir une installation « 100% sans fuites » (très rare), on sera vite obligé de passer à autre chose.

Interdiction pour les nouvelles installations

- Les gaz R404A et R507 (à indice GWP / PRG supérieur à 2.500) seront interdits dans les nouvelles installations à partir du 01/01/2016. On pourra néanmoins encore faire du re-remplissage jusqu'au 31/12/2016.
- Les autres HFC (hydro-fluoro-carbone) seront interdits au 01/01/2020, tant dans les installations de réfrigération que dans les appareils d'air conditionné ou les pompes à chaleur.

Entretien, remplissage d'appoint et contrôles

- On ne pourra plus faire de remplissage d'entretien avec les R404A et R507 après le 01/01/2020, sauf s'il s'agit de gaz recyclés (récupérés sur de vieilles installations) ;
- Les R404A et R507 seront interdits à partir du 01/01/2030
- Les installations contenant des fluides frigorigènes sont soumises à des contrôles d'étanchéité, plus ou moins fréquents en fonction du nombre de kg de fluides que compte l'installation.

Quotas de réfrigérants

A partir du 01/01/2015 la quantité des gaz-f encore autorisée sera soumise à un quota. Pour 2018 on aura droit à 40 à 50% des quantités disponibles en 2013, et pour 2030 cette quantité sera réduite de 81%.

Dans tous les cas, une taxe CO₂ sera appliquée. 40 € par kg de R404A ou R507 utilisé et 15 €/kg de R134 A. La taxe sera plus ou moins importante en fonction de l'indice GWP / PRG de chaque gaz. Ces taxes seront applicables à travers toute l'Union.

Formation et certification

La proposition de la commission environnement prévoit aussi que les entreprises et installateurs devront être certifiés. Cette certification (valable 5 ans) sera obtenue soit après une formation, soit si l'installateur peut prouver ses connaissances et savoir-faire dans le domaine.

Que faire de mon installation au R22 ?

Comme écrit ci-avant, on peut continuer à « tourner » au R22, mais c'est une solution à court terme. Les alternatives possibles sont :

- Vidanger le R22 et le remplacer par un réfrigérant alternatif. On peut faire cela avec des installations de moins de 10 ans, et qui sont adaptées aux nouveaux réfrigérants. Néanmoins, la capacité de réfrigération, l'augmentation de la consommation énergétique et la diminution de la durée de vie de l'installation en seront affectées...
- Transformation de l'installation R22 pour l'adapter aux nouveaux réfrigérants. Cela nécessite de remplacer certaines pièces et composants de l'installation, mais ne nécessite pas de changement radical. C'est une option à court et moyen terme. Le R32 ou difluorométhane est un de ces HFC encore acceptable dans la mesure où son GWP / PRG est plus bas que les autres. Selon les sources, il est de 550 à 675. Ce gaz n'est pas explosif, mais il est inflammable et asphyxiant...
- Remplacement de l'installation par une nouvelle installation tournant aux réfrigérants naturels. C'est la meilleure solution à moyen et long terme, qui est bonne pour l'environnement et – à terme – bonne pour le portefeuille, car elle consomme beaucoup moins d'énergie !

Les nouveaux liquides de refroidissement

Les nouveaux liquides de refroidissement existent et sont déjà utilisés dans l'industrie mais aussi – et de plus en plus – en agriculture. Mais passer du jour au lendemain des gaz-f à l'ammoniac, le propane, l'isobutane et / ou le CO₂ n'est ni facile ni bon marché ! Néanmoins, pour tout projet de nouvelle installation, il est recommandé d'envisager très sérieusement de passer aux nouveaux réfrigérants naturels, et d'abandonner l'idée de continuer –

temporairement ! – avec des réfrigérants synthétiques qui seront interdits à terme.

Le passage des installations de refroidissement à base des gaz – f vers ceux à réfrigérants naturels, implique aussi un passage de système de refroidissement direct à des systèmes indirects. On travaille avec deux circuits : un circuit primaire (avec du propane ou de l'ammoniac) et un circuit secondaire (avec du CO₂ ou du glycol / eau glycolée). Le système indirect a pour avantage que la température du refroidisseur d'air est réglable, et donc couplée de manière optimale au produit à conserver. Le dessèchement est limité au minimum, et la consommation d'énergie est moindre !

Exemple chiffré n°1, stockage carottes

Pour 2.800 caisses de carottes, il faut compter un investissement de +/- 280.000 € (contre 165.000 € avec un gaz-f). Néanmoins, la consommation d'énergie est moindre : avec les nouveaux réfrigérants, on économiserait 17.000 € par an. Une nouvelle installation – aux coûts actuels de l'énergie – serait amortie en 6 à 7 ans.

Les avantages des réfrigérants naturels

Ceux-ci vont améliorer vos résultats financiers et votre image :

- Diminution de la consommation d'énergie et de la facture énergétique de 25 à 40% suivant les cas et/ou les sources ;
- Dans les systèmes de réfrigérations directes au fréon (R22) ou avec d'autres gaz-f, le réfrigérant s'évaporerait dans la cellule. Dans les nouveaux systèmes indirects, le réfrigérant s'évapore à l'extérieur. Les échangeurs de chaleur dans la cellule frigo transfèrent la chaleur du produit vers le réfrigérant à l'intérieur de la cellule ;

- Augmentation de la qualité du produit dans certains domaines de la conservation d'aliments (dessèchement moindre = moins de freinte (on peut gagner 2 à 3% sans problèmes !)) ;
- Contrôles, entretiens et remplissages moins fréquents ;
- Très faibles indices de GWP / PRG : indice du propane = 3, indice de l'ammoniac = 0 et indice du CO₂ = 1 ;
- Le CO₂ a pour avantage d'être non inflammable, et qu'il n'empoisonne pas, mais c'est un tueur silencieux par étouffement !
- Contribution au développement durable et à l'entreprenariat durable ;
- Avantages fiscaux à certaines conditions.

Les désavantages des réfrigérants naturels

- Propane (C₃H₈), aussi appelé R290 : inflammable, explosif, canalisations renforcées ;
- Gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO₂), aussi appelé R744: travail à pression très élevée, et donc canalisations doivent être plus solides (et sont donc plus chères...) ;
- Ammoniac (NH₃), aussi appelé R717 : toxique, forte odeur, corrosif, modérément inflammable et explosif : tubulures en acier et pas en cuivre ni alliages de cuivre !
- L'isobutane, aussi appelé R600 A : certains constructeurs prétendent que le compresseur a parfois une moindre puissance d'aspiration, la consommation d'énergie étant dès lors augmentée (jusqu'à 15%) au lieu d'être réduite...

Choix du / des réfrigérant(s)

Les points suivants sont à prendre en considération avant de choisir son système : coût, consommation d'énergie, qualité des composants et durée de vie (longue !), choisir des réfrigérants moins

polluants et à moindre impact sur l'environnement, possibilité d'utiliser la chaleur extraite du système de réfrigération, conduite technique (simple, ou en tout cas moins compliquée !).

Le choix d'un réfrigérant ou l'autre, se fera en fonction des températures que l'on cherche à avoir, de l'importance / puissance de l'installation, de l'endroit (parfois limites légales de l'un ou l'autre type d'installation), ...

Exemple chiffré n° 2, conservation de plants de pommes de terre

Pour 5 cellules frigos (conservation de plants de pommes de terre) d'une capacité totale de 3.200 t, équipées d'un système de refroidissement indirect (2 circuits) au propane (circuit primaire) – eau glycolée (circuit secondaire) de 170 KW, compter 200.000 € htva (sont aussi compris : les réfrigérants et l'ordinateur et logiciel de conservation).

Avantages :

- Système avec moins de vibrations, et donc beaucoup moins de risques de fuites ;
- Ampérage nécessaire moindre : ampérage de 160 ampères contre 360 ampères dans l'ancienne installation ;
- Économies d'énergie : dans l'ancien système, 1 KW d'électricité fournissait 2,9 KW de puissance réfrigérante ; avec le nouveau système, c'est 4,5 KW ! → économies de 7.000 € par an (aussi dues à la régulation de fréquence pour les ventilateurs).

Amortissement de l'installation en 10 ans.

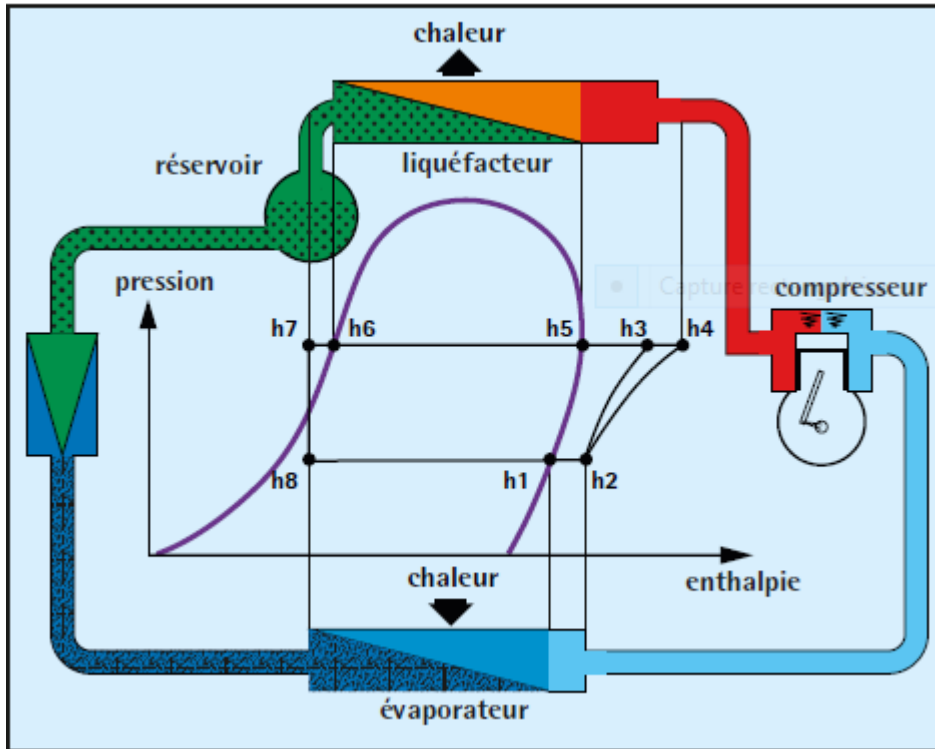
Réfrigération : du système direct au système indirect !

Dans un système de réfrigération classique directe (voir schéma ci-après), le réfrigérant (du R22 ou un autre gaz – f) ou fluide frigorigène fait un tour à travers le système où il est évaporé (dans

l'évaporateur, qui est le système de refroidissement proprement dit), puis comprimé (par le compresseur), liquéfié dans le condenseur ou liquéfacteur,

et enfin détendu dans le vase d'expansion.

Schéma 1. Système de refroidissement direct

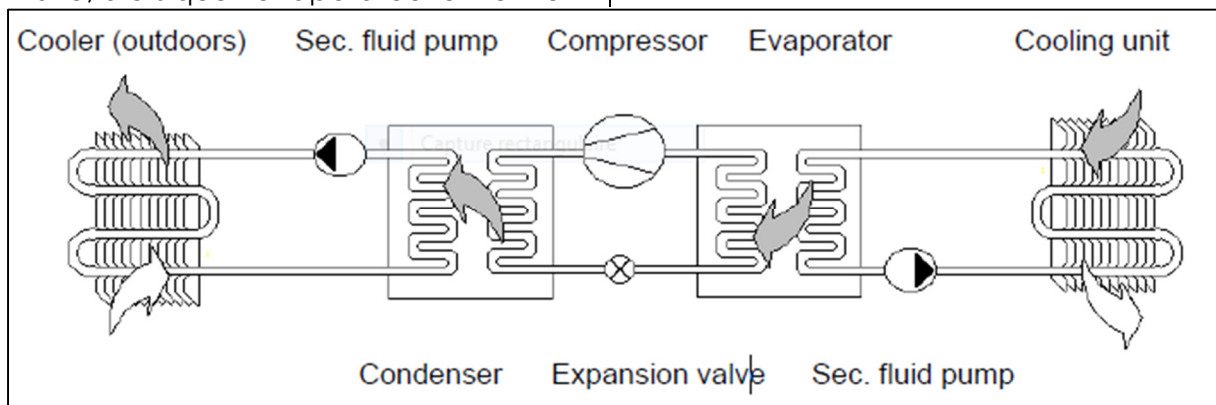


Source : Westfalen

Schéma 2. Système de réfrigération indirect

Comme on le voit dans le schéma qui suit, le refroidisseur (ou cooler) se trouve à l'extérieur et fait partie du circuit primaire, alors que l'évaporateur et l'unité

de refroidissement (cooling unit) se trouvent à l'intérieur et font partie du circuit secondaire.



Source : KTF (Suède)

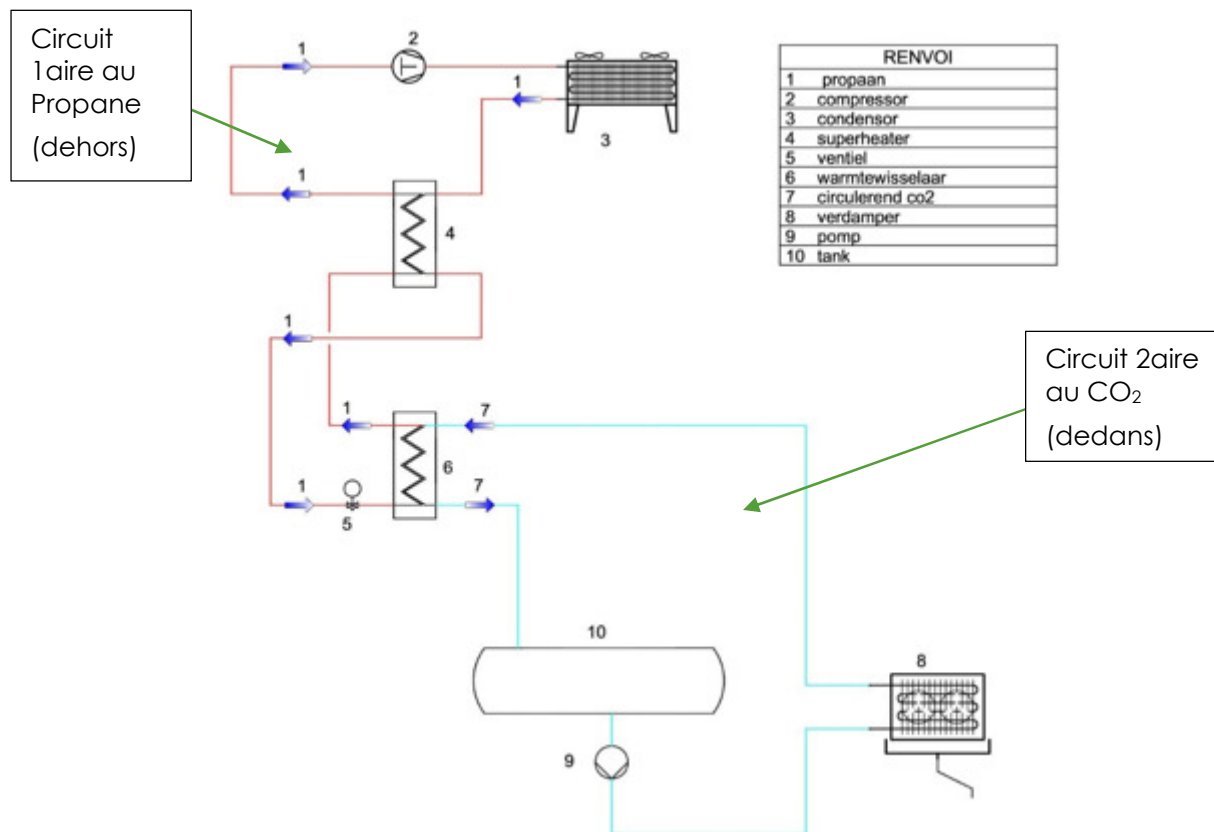
Les nouveaux systèmes de refroidissement indirects fonctionnent avec deux circuits : le circuit primaire à l'extérieur de la cellule et le circuit secondaire à

l'intérieur de la cellule. Différents produits réfrigérants et transporteurs sont utilisés :

- Systèmes propane (primaire) / CO₂ ou glycol ou eau glycolée (secondaire) – voir schéma 3

- Systèmes ammoniac (primaire) / CO₂ ou glycol ou eau glycolée (secondaire)
- Systèmes pompes à ammoniac

Schéma 3. Système de refroidissement au propane, avec CO₂ comme porteur de froid.



Source : MB Koeltechniek (Omnivent)

Légende numéros : 1 = propane - 2 = compresseur - 3 = condenseur - 4 = second échangeur - refroidisseur, refroidissant encore plus - 5 = vase d'expansion - 6 = 1^{er} échangeur de chaleur (refroidisseur) - 7 = CO₂ - 8 = évaporateur - 9 = pompe - 10 = réservoir CO₂

Un exemple illustré d'installation propane – CO₂ est détaillé dans les pages suivantes.

Merci à Dennis Pelkman de MB Koeltechniek (Omnivent), Jean-Marc Viguié de Klim'Top, Pieter Van Damme de Tolsma, Piet Huiberts (Agratechniek) et Cor van Maanen (Geerlofs Koeltechniek) pour les infos fournies. En outre une trentaine de documents ont été consultés pour réaliser ce dossier.