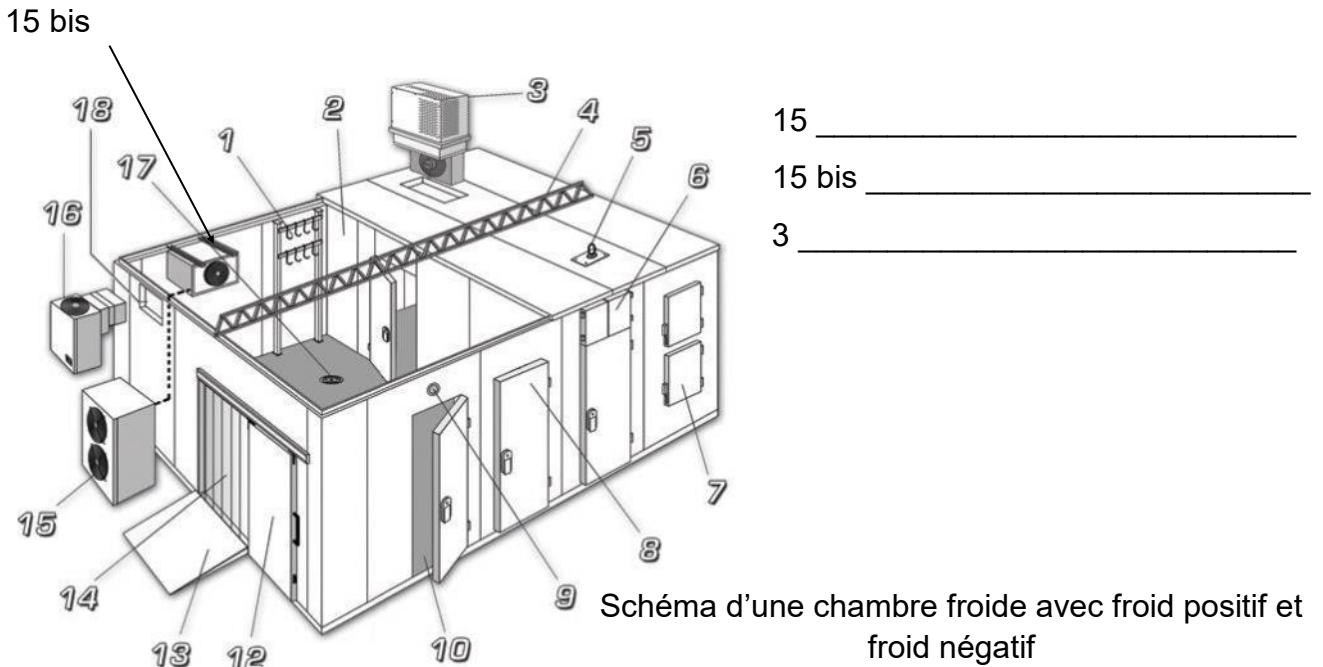


Agroéquipements

Les systèmes frigorifiques en agriculture



Système de climatisation sur tracteur agricole

A l'issue de cette séance, vous devez être capable :

- De comprendre les principes physiques qui permettent le fonctionnement d'un système frigorifique.
- De repérer les principaux composants d'un circuit frigorifique et de les situer dans la boucle frigorifique.
- De cerner les principales utilisations en tenant compte de leurs atouts et de leur contraintes.
- De prendre en compte les enjeux environnementaux liés aux systèmes frigorifiques.

I Principales utilisations des système frigorifiques

11) Le refroidissement du poste de conduite d'un véhicule

L'objectif est d'avoir une zone de confort thermique située entre 20 et 25°C

12) La conservation des denrées alimentaires

On va distinguer le froid positif et le froid négatif

13) La maitrise des procédés d'élaboration de produits alimentaires



Système de climatisation en seconde monte sur tracteur

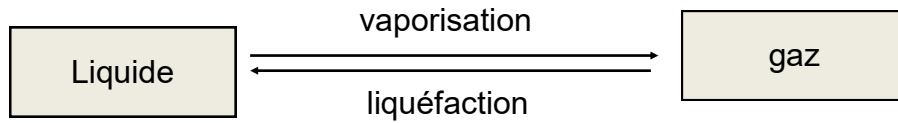


Groupes frigorifiques avec condenseurs

II Comment obtenir du froid ?

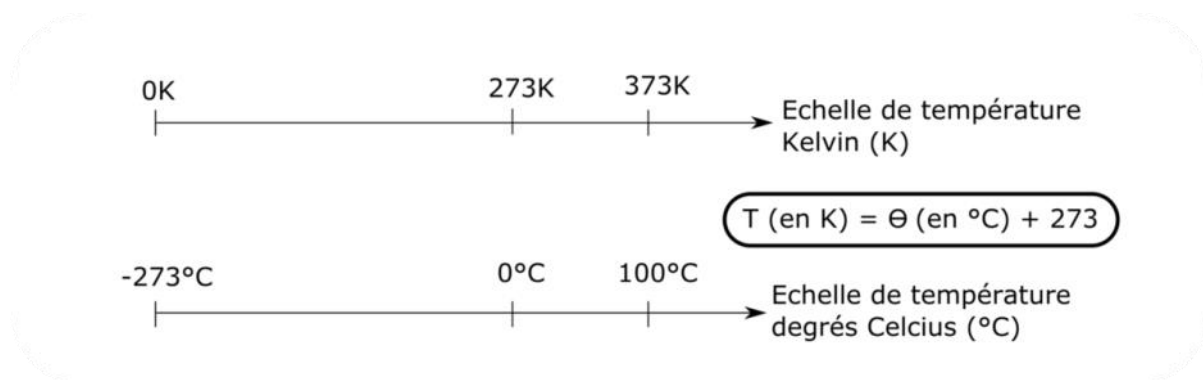
Nous allons nous baser sur les changements d'état d'un corps pur :

De plus de manière générale:



- ⇒ La compression d'un gaz augmente sa température.
- ⇒ La condensation (ou liquéfaction) d'un gaz en liquide libère de la chaleur.
- ⇒ La détente d'un gaz abaisse sa température.
- ⇒ L'évaporation d'un liquide nécessite un prélèvement de chaleur uniquement pour changer d'état.

Autre prérequis, **le froid n'existe pas !** Le zéro absolu ($-273,15^{\circ}\text{C}$ ou 0°K) est la température la plus basse pouvant être atteinte. Tout corps au dessus de cette température est considéré comme chaud.



Pour « produire du froid », il faut prélever de la chaleur dans un milieu pour le rejeter dans un autre.

Le milieu auquel on prélève la chaleur se refroidit. Le milieu dans lequel on rejette la chaleur se réchauffe.

Il faut donc un système technique capable d'assurer ce transfert. C'est le rôle des groupes frigorifiques.

- 1- Le fluide frigorigène circule dans le circuit de refroidissement, aussi nommé évaporateur, dans lequel il absorbe la chaleur des aliments. En chauffant, il s'évapore et passe à l'état gazeux.
- 2- Le gaz issu de l'évaporation du liquide frigorigène passe ensuite dans le compresseur. Comme son nom l'indique, il comprime le gaz, le propulsant dans le condenseur en faisant augmenter sa température au passage. C'est une réaction physique : la température d'un gaz augmente lorsqu'il est comprimé.
- 3- Dans le condenseur, le long serpentín qui se trouve à l'extérieur du réfrigérateur, le gaz redevient liquide et évacue ainsi sa chaleur vers l'extérieur. Il s'agit encore d'un principe physique : un gaz qui devient liquide libère de la chaleur.
- 4- Enfin, le liquide frigorigène passe dans le détendeur, une partie du tuyau beaucoup plus large où le liquide est moins comprimé (il se détend). À ce moment, la température du liquide chute d'un coup.

III Les composants d'un système frigorifique

31 Un jeu à quatre plus un

Nous avons vu que l'évaporation d'un liquide provoque un abaissement de la température du milieu où il se trouve.

Un circuit frigorifique se compose de plusieurs éléments qui vont permettre d'obtenir la gestion de la température de la zone souhaitée.

Le circuit est constitué :

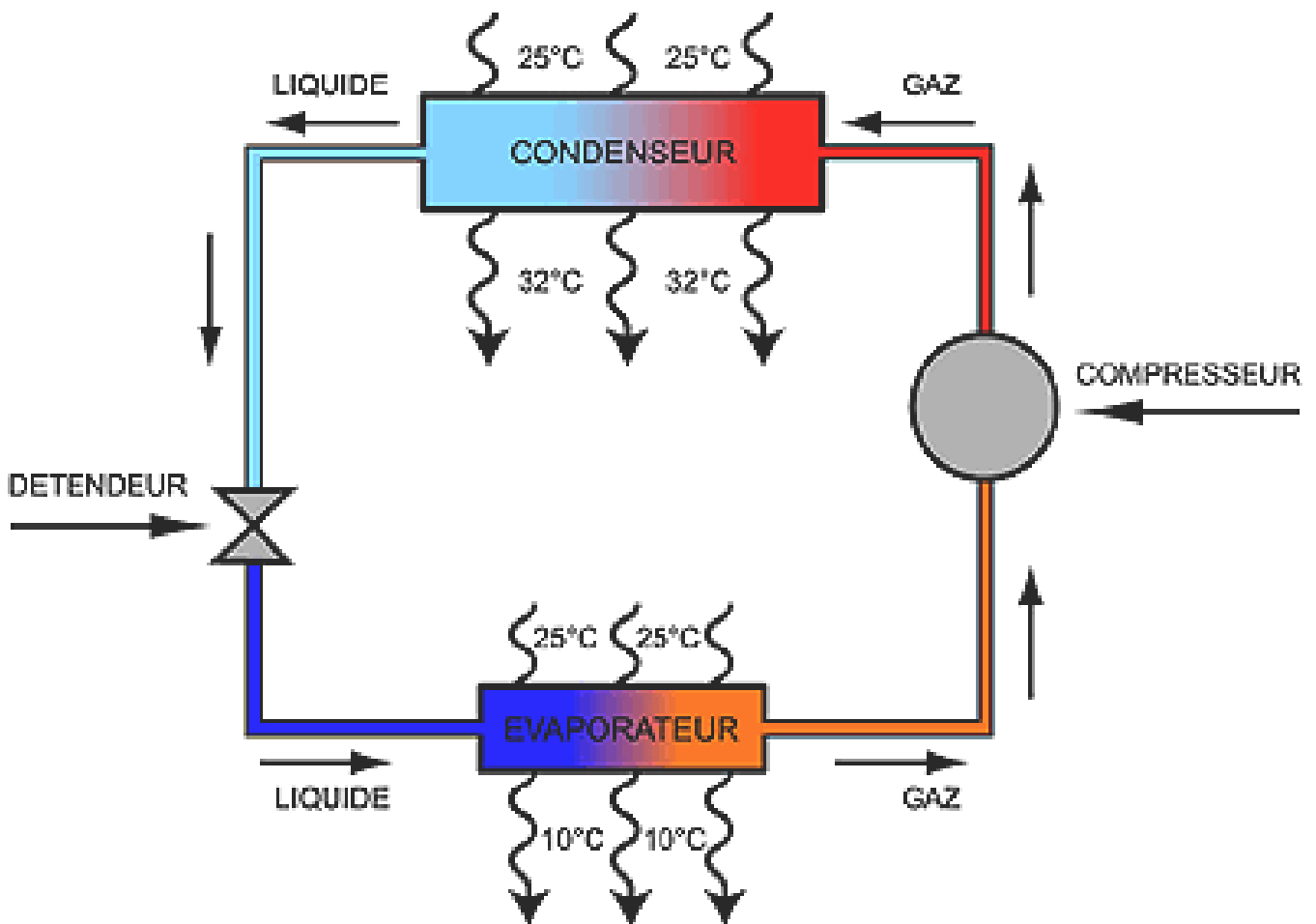
Un compresseur _____

Un condenseur _____

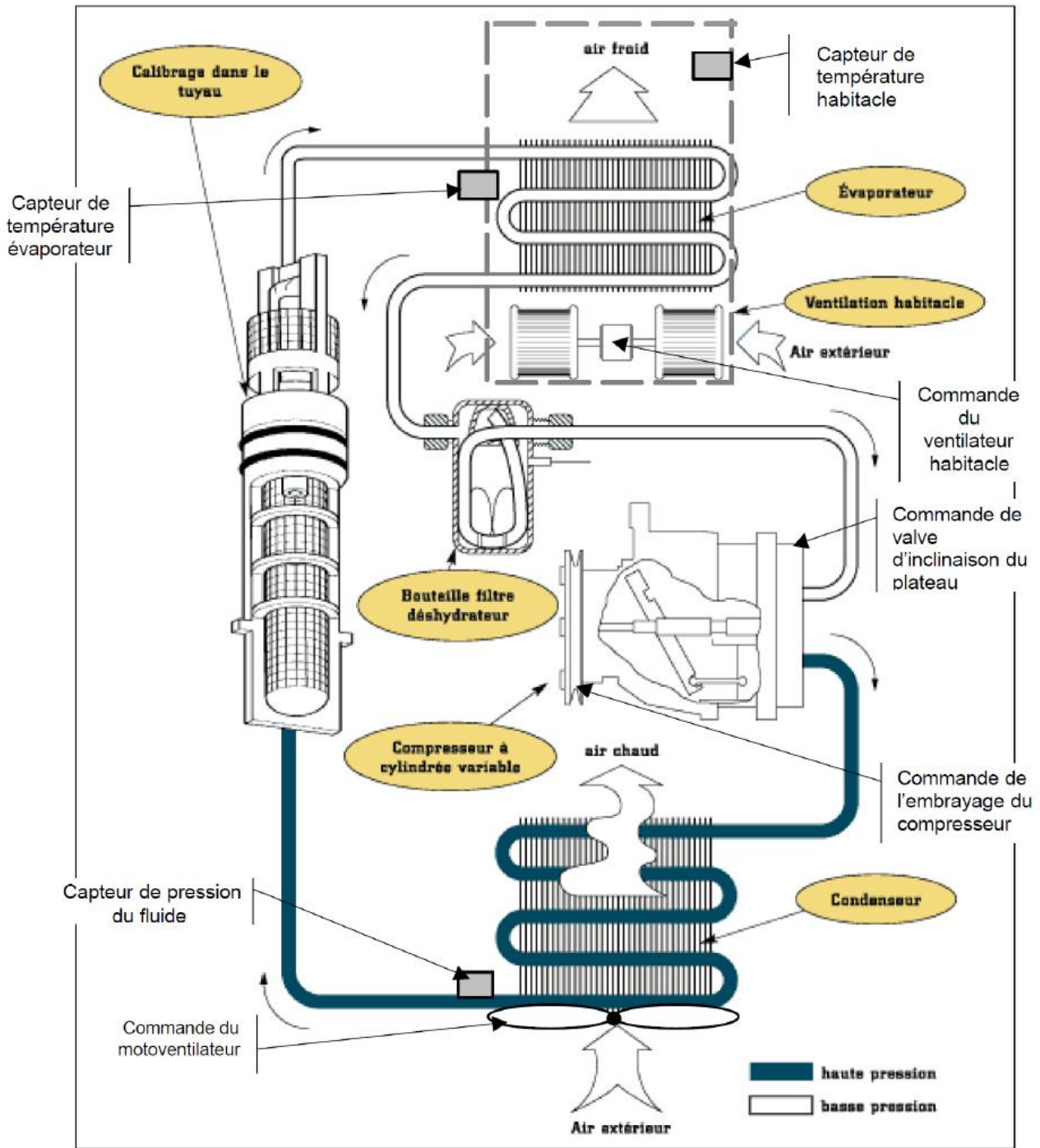
Un détendeur _____

Un évaporateur _____

Il est rempli par un fluide spécial (R12, R 134a, R1234yf, R410a, etc.)



32 Implantation en pratique sur un véhicule



Par rapport au circuit théorique on trouve des éléments complémentaires :

Le déshydrateur : _____

Le capteur de pression : _____

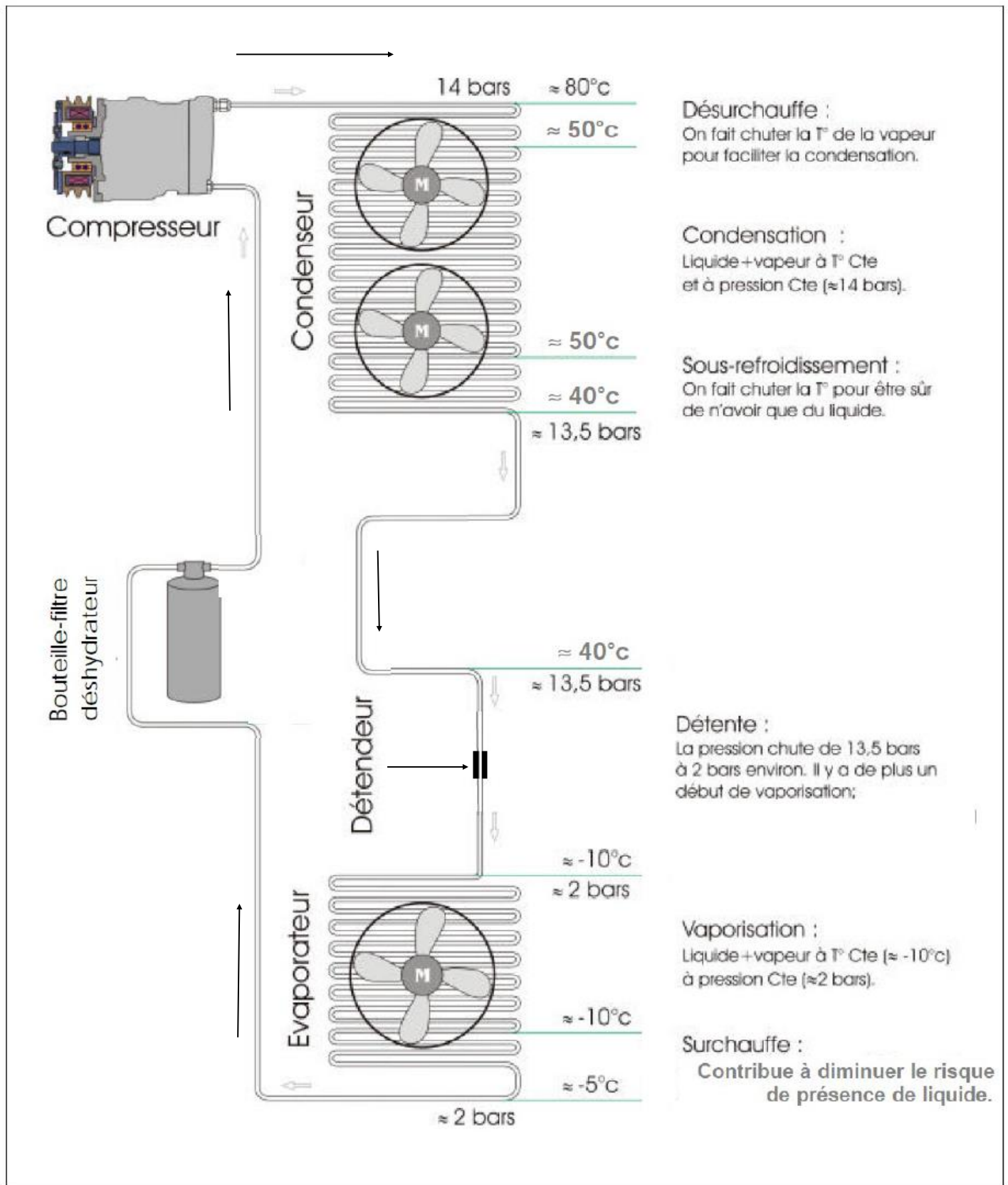
Les capteurs de température : _____

Les motoventilateurs : _____

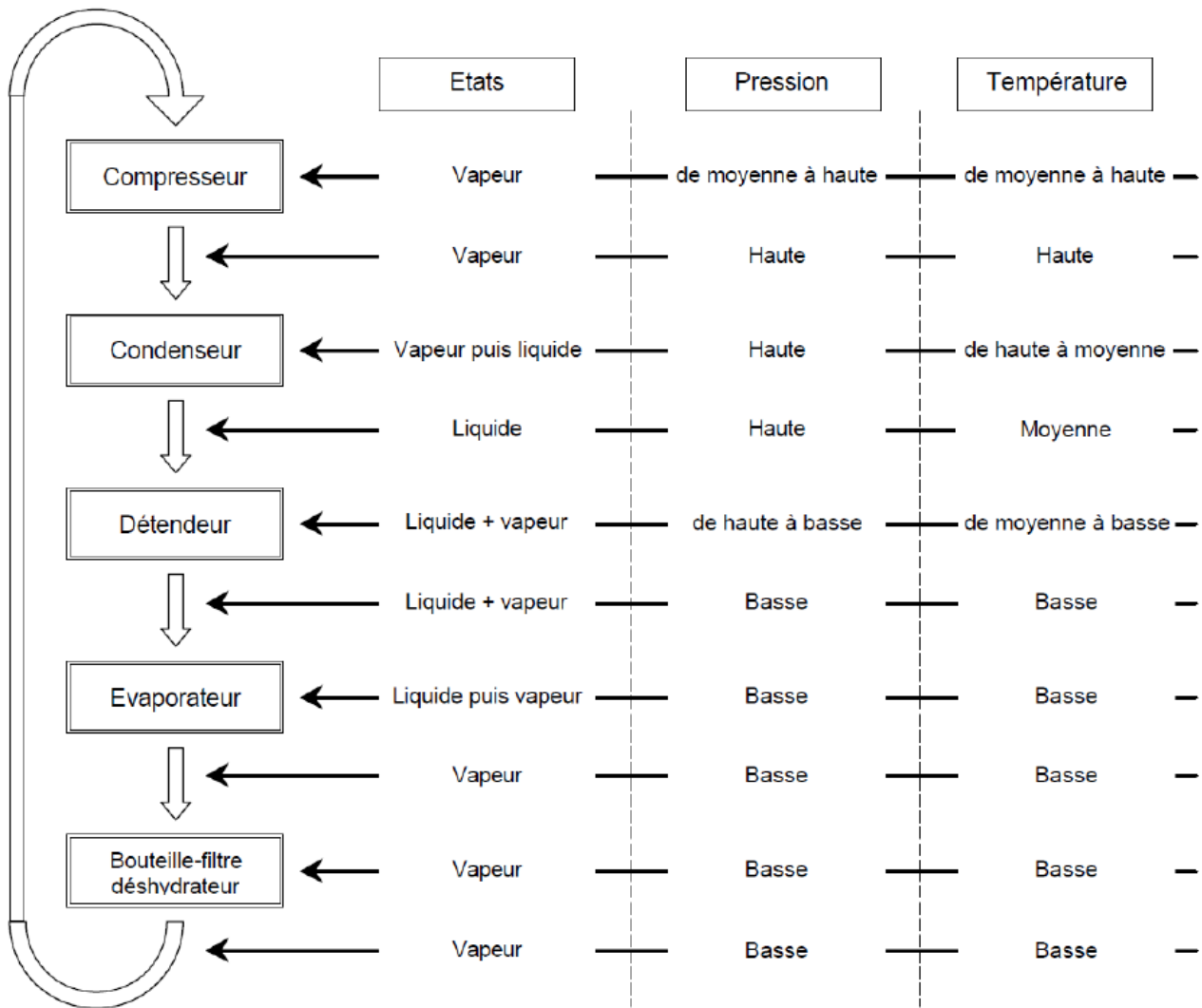
L'embrayage de compresseur : _____

IV Températures et pressions pendant le fonctionnement

Pendant le fonctionnement les températures et les pressions vont évoluer selon les schéma suivant (cas d'un véhicule automobile : tracteur, voiture)



41 Synoptique du circuit



V Fluides utilisés

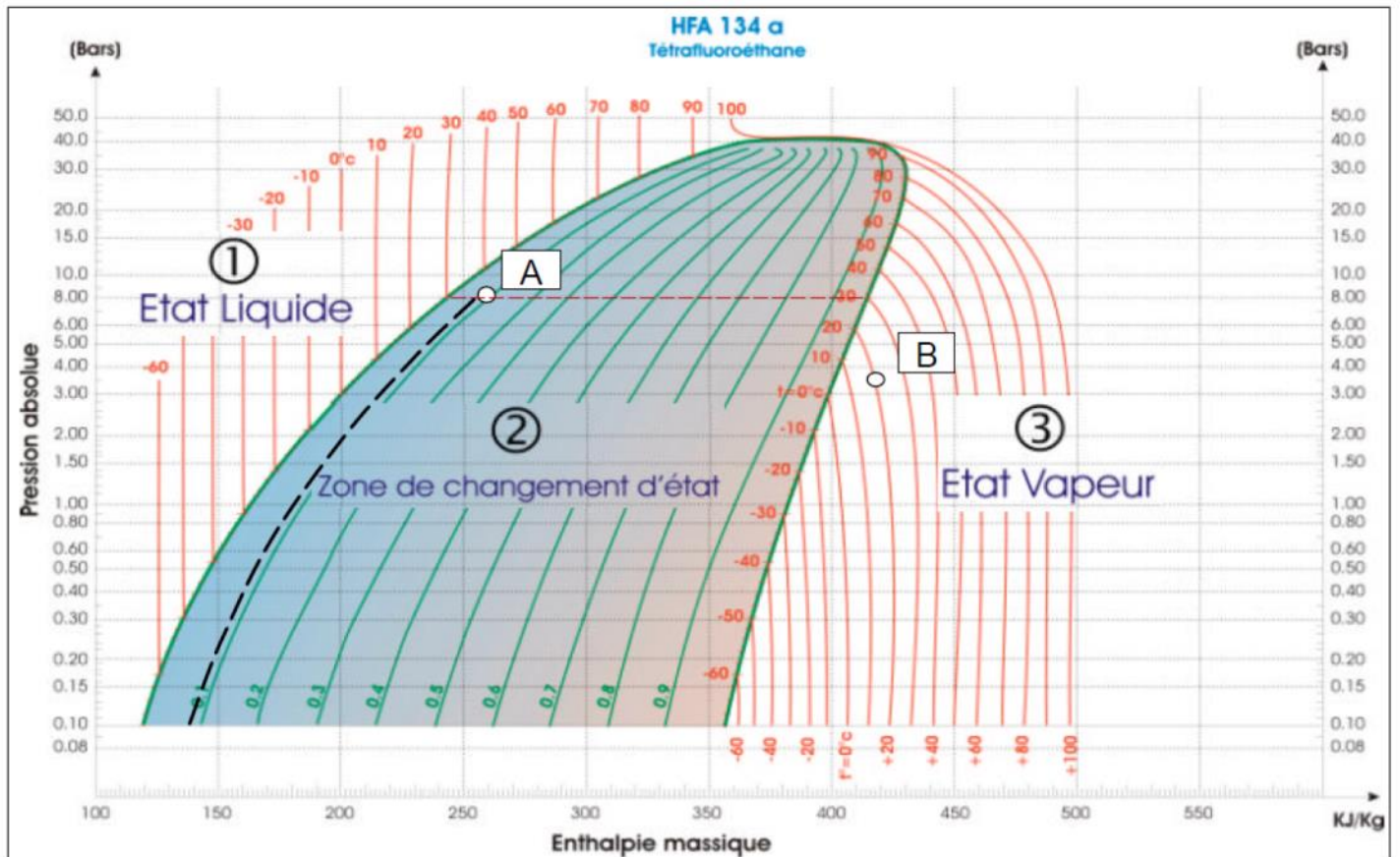
Pour les climatisations automobiles on utilise les fluides suivants (suivant la classification R):

- R12 _____
- R134a _____
- R1234yf _____

Chaque fluide a un état caractéristique (liquide ou gaz ou mélange des deux) en fonction de sa température et de sa pression.

Le fluide peut être caractérisé à l'aide du diagramme de Mollier

Diagramme de Mollier pour le R134a (tétrafluoroéthane) utilisé dans les véhicules.



Dans la zone 1, le R134a est à l'état liquide. En zone 3, il est à l'état vapeur. En zone 2, c'est un mélange des deux états (liquide et vapeur) qui peut être titré.

Par exemple au point B :

Pression _____

Température _____

Titrage _____

Au point A :

Pression _____

Température _____

Titrage _____

VI Les fluides frigorigènes et la protection de l'environnement

61 Les chlorofluorocarbones (CFC)

On trouvait dans cette catégorie le R12. (dichlorodifluorométhane CCl_2F_2)

ODP (Ozone Depleting Potential) : 0,82 (Wikipedia)

GWP (Global Warming Potential) : 2400

Ils sont interdits depuis l'an 2000 par le protocole de Montréal.

62) Les hydrofluorocarbures (HFC)

On trouve dans cette catégorie le R134a (1,1,1,2-Tétrafluoroéthane $C_2H_2F_4$)

ODP (Ozone Depleting Potential) : 0

GWP (Global Warming Potential) à 100 ans : 1 430

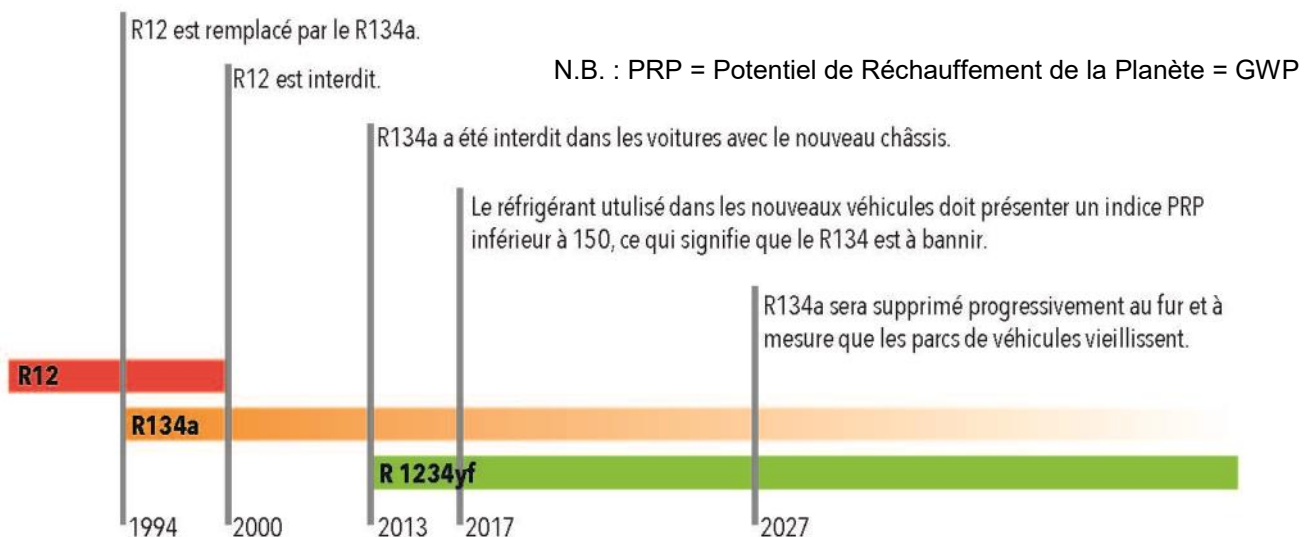
Ils sont interdits en première monte depuis 2013 sur les véhicules mais peuvent continuer à être utilisés.

63) Les hydrofluoroalcène

On trouve dans cette catégorie R1234yf (2,3,3,3-Tétrafluoropropène $CH_2=CF_3$)

ODP (Ozone Depleting Potential) : 0

GWP (Global Warming Potential) à 100 ans : 4



64 Les autres fluides frigorigènes

Ils sont nombreux (il en existe une cinquantaine) en fonction des utilisations que l'on souhaite obtenir : froid positif, froid négatif (température à atteindre), système fixe ou mobile, inflammable ou non, etc.

Pour les climatisations d'habitations, on utilise couramment le R410a

Ils sont tous classés selon le « Numéro R »

Tableau des principaux fluides utilisés et de leur impact sur l'environnement atmosphérique.

Les fluides utilisés dans les circuits frigorifiques ont un impact sur l'environnement. Il est interdit de les relâcher dans l'atmosphère.

Ils peuvent augmenter l'effet de serre et participer au réchauffement climatique (GWP)

Ils peuvent participer à la destruction de la couche d'ozone (ODP)

Common refrigerants and their Ozone Depletion Potential (ODP) and Global Warming Potential (GWP) are indicated below.

- Ozone Depletion Potential (ODP) of a chemical compound is the relative amount of degradation it can cause to the ozone layer
- Global Warming Potential (GWP) is a measure of how much a given mass of a gas contributes to global warming. GWP is a relative scale which compares the amount of heat trapped by greenhouse gas to the amount of heat trapped in the same mass of Carbon Dioxide. The GWP of Carbon Dioxide is by definition 1. Be aware that GWPs are highly controversial.

Refrigerant	Ozone Depletion Potential (ODP)	Global Warming Potential (GWP)
R-11 Trichlorofluoromethane	1.0	4000
R-12 Dichlorodifluoromethane	1.0	2400
R-13 B1 Bromotrifluoromethane	10	
R-22 Chlorodifluoromethane	0.05	1700
R-32 Difluoromethane	0	650
R-113 Trichlorotrifluoroethane	0.8	4800
R-114 Dichlorotetrafluoroethane	1.0	3.9
R-123 Dichlorotrifluoroethane	0.02	0.02
R-124 Chlorotetrafluoroethane	0.02	620
R-125 Pentafluoroethane	0	3400
R-134a Tetrafluoroethane	0	1300
R-143a Trifluoroethane	0	4300
R-152a Difluoroethane	0	120
R-245a Pentafluoropropane	0	
R-401A (53% R-22, 34% R-124, 13% R-152a)	0.37	1100
R-401B (61% R-22, 28% R-124, 11% R-152a)	0.04	1200
R-402A (38% R-22, 60% R-125, 2% R-290)	0.02	2600
R-404A (44% R-125, 52% R-143a, R-134a)	0	3300
R-407A (20% R-32, 40% R-125, 40% R-134a)	0	2000
R-407C (23% R-32, 25% R-125, 52% R-134a)	0	1600
R-502 (48.8% R-22, 51.2% R-115)	0.283	4.1
R-507 (45% R-125, 55% R-143)	0	3300
R-717 Ammonia - NH ₃	0	0
R-718 Water - H ₂ O	0	
R-729 Air	0	
R-744 Carbon Dioxide - CO ₂		1*

* CO₂ is the GWP reference

Source : http://www.engineeringtoolbox.com/Refrigerants-Environment-Properties-d_1220.html

Pour l'effet de serre.

On se base en prenant comme étalon le CO₂. Il aura un indice de gaz à effet de serre de 1. En comparaison le R134a a un potentiel de 1300. Cela veut dire que si on relâche dans l'atmosphère 1 gramme de R134a, c'est comme si on avait relâché 1300 grammes de CO₂.

Pour la destruction de la couche d'ozone.

On se base en prenant le R12 comme étalon. On constate qu'il y a des fluides frigorifiques qui ont un impact nul sur la destruction de la couche d'ozone car ils ont un ODP égal à zéro.