

*Journée thématique :
Fluides de travail pour la production de froid
16 mars 2017*

Frigorigène/lubrifiant : formez le bon couple !

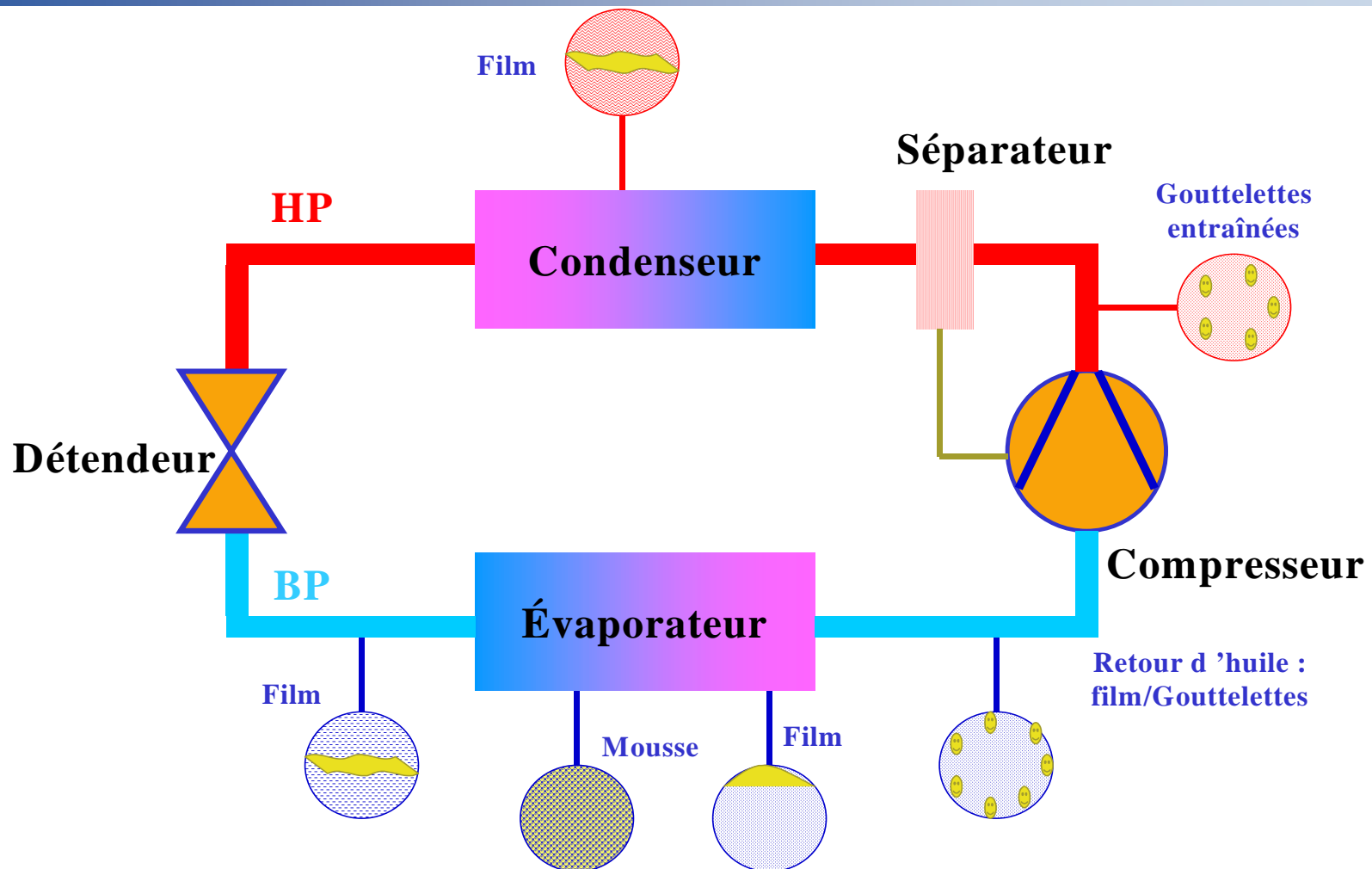
Mohammed YOUNBI IDRISSE

Responsable du Groupe R&D Sciences de la Vie – Air Liquide
Expert Judiciaire près la Cour d'Appel de Versailles

Rôles de l'huile

- Lubrification des pièces mécaniques en mouvement
du compresseur : pistons, bielle-manivelle, clapets, ...
- Étanchéité :
cylindre / piston ou inter-lobes des vis
- Refroidissement
- Réduction du bruit
- Évacuation des dépôts

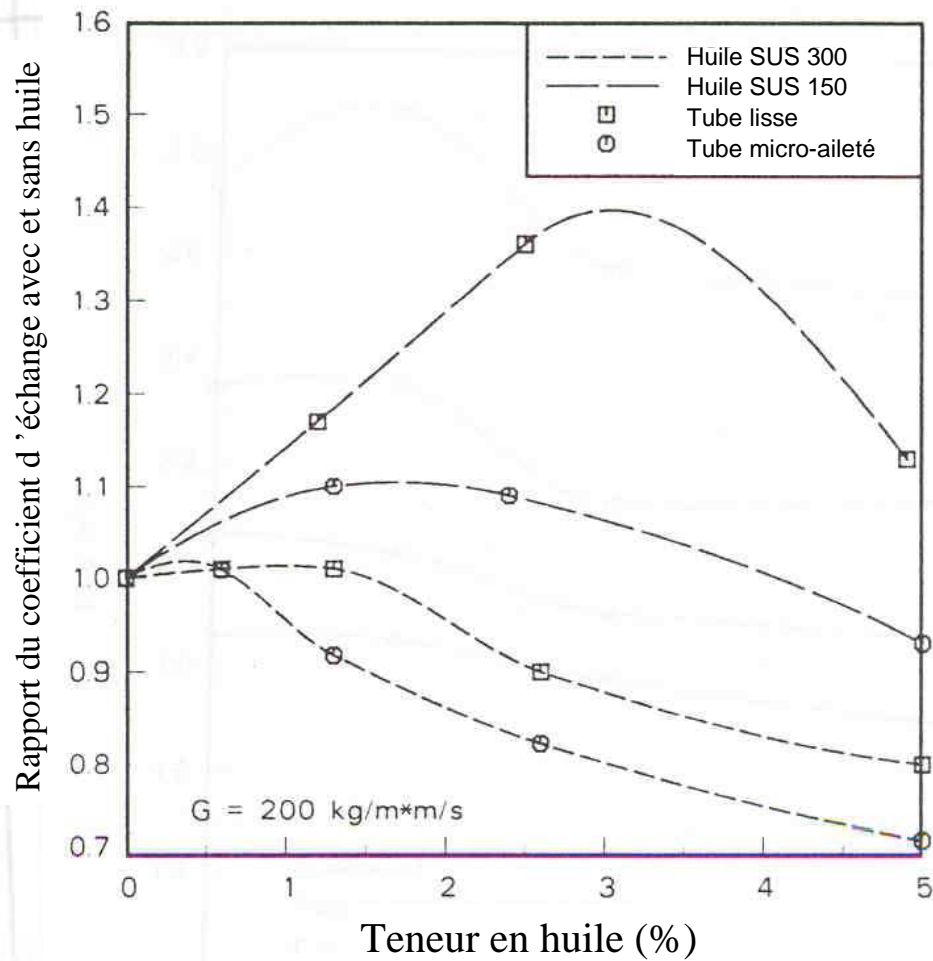
Présence d'huile : où et comment ?



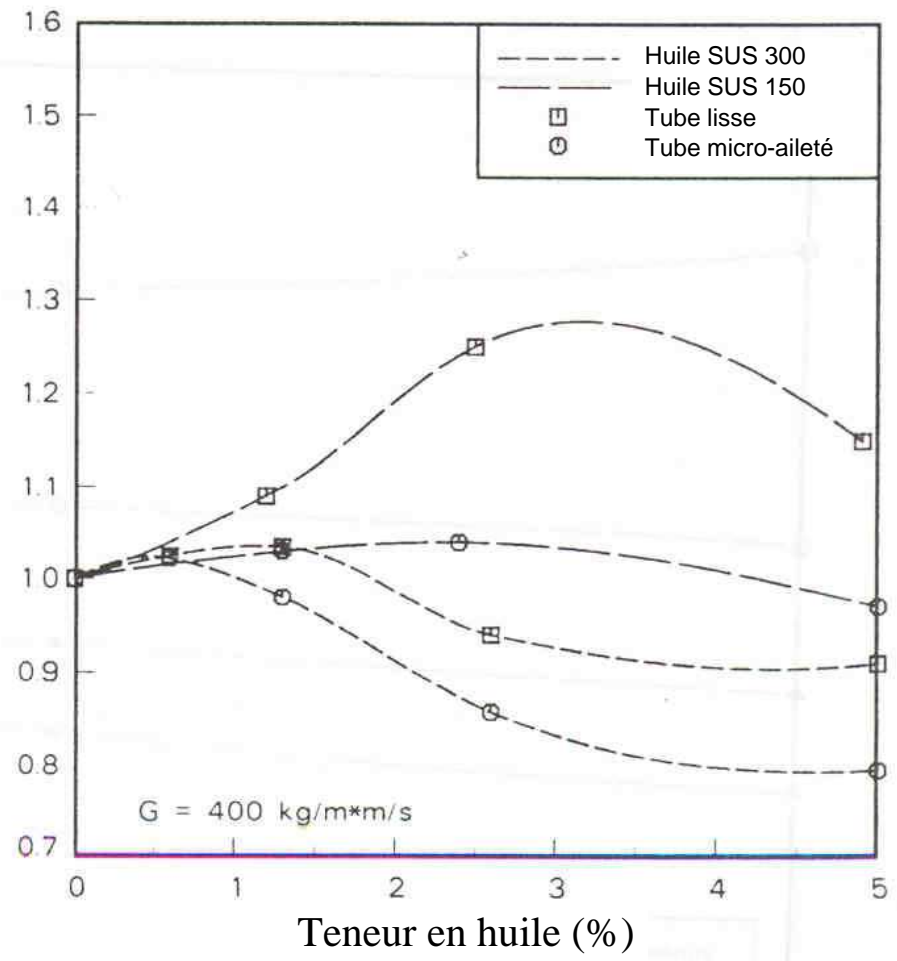
- ⇒ L'évaporateur est l'organe le plus pénalisé par la présence d'huile
- ⇒ L'huile reste sous forme liquide « non-volatile » dans tout le circuit

Transfert thermique en présence d'huile

➔ En évaporation



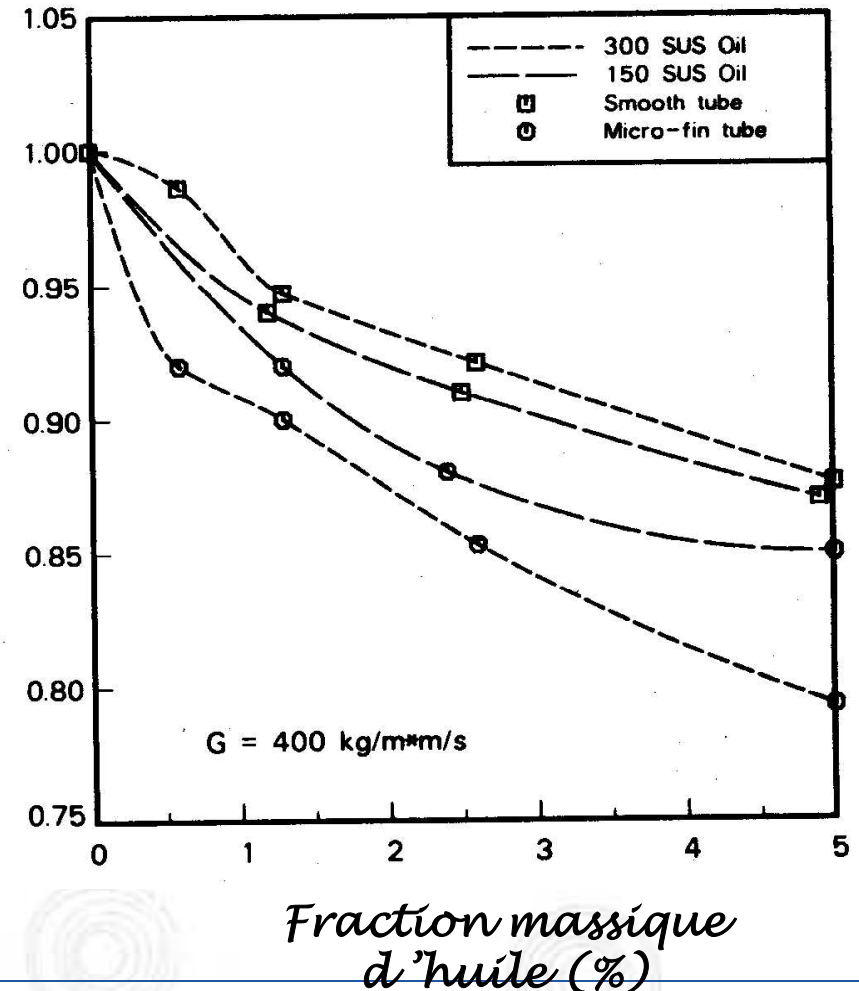
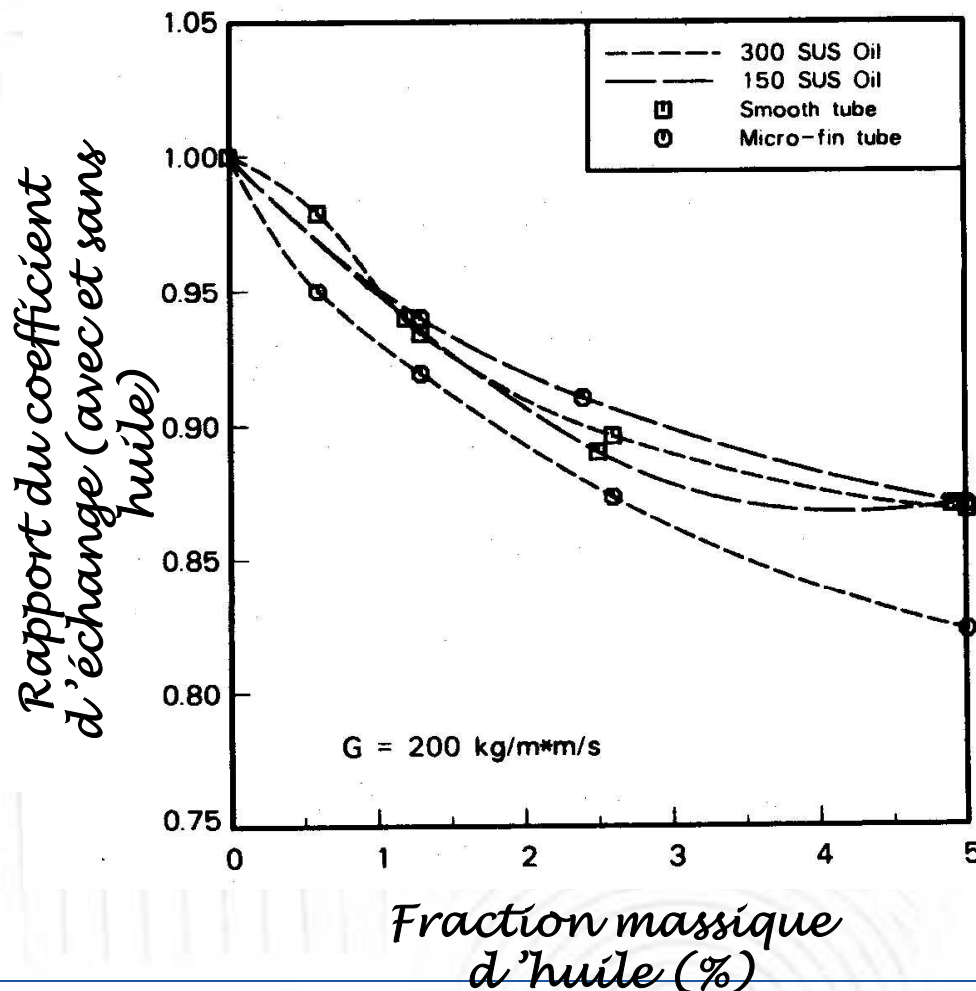
(a)



(b)

Transfert thermique en présence d'hu

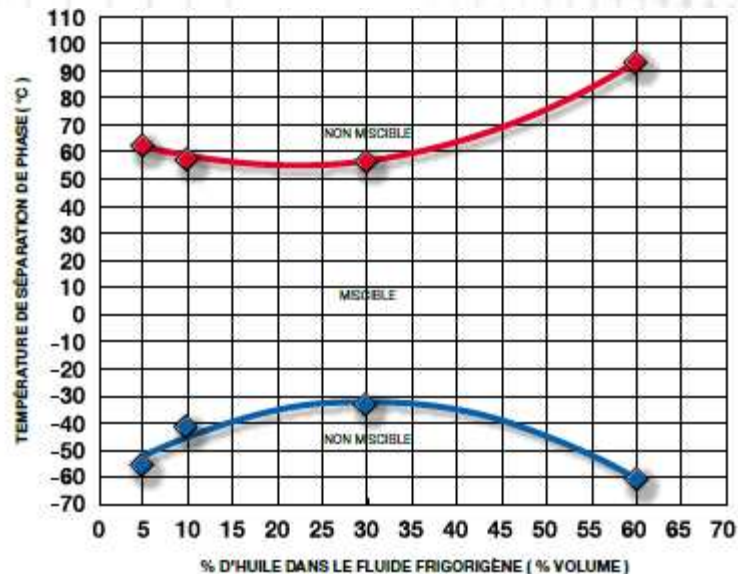
➔ En condensation



Propriétés Frigorigène/Lubrifiant

⇒ Miscibilité :

Propriété qui détermine les conditions de température et pression dans lesquelles le couple frigorigène/huile constitue (ou non) une phase liquide homogène



Propriété importante au niveau de l'évaporateur

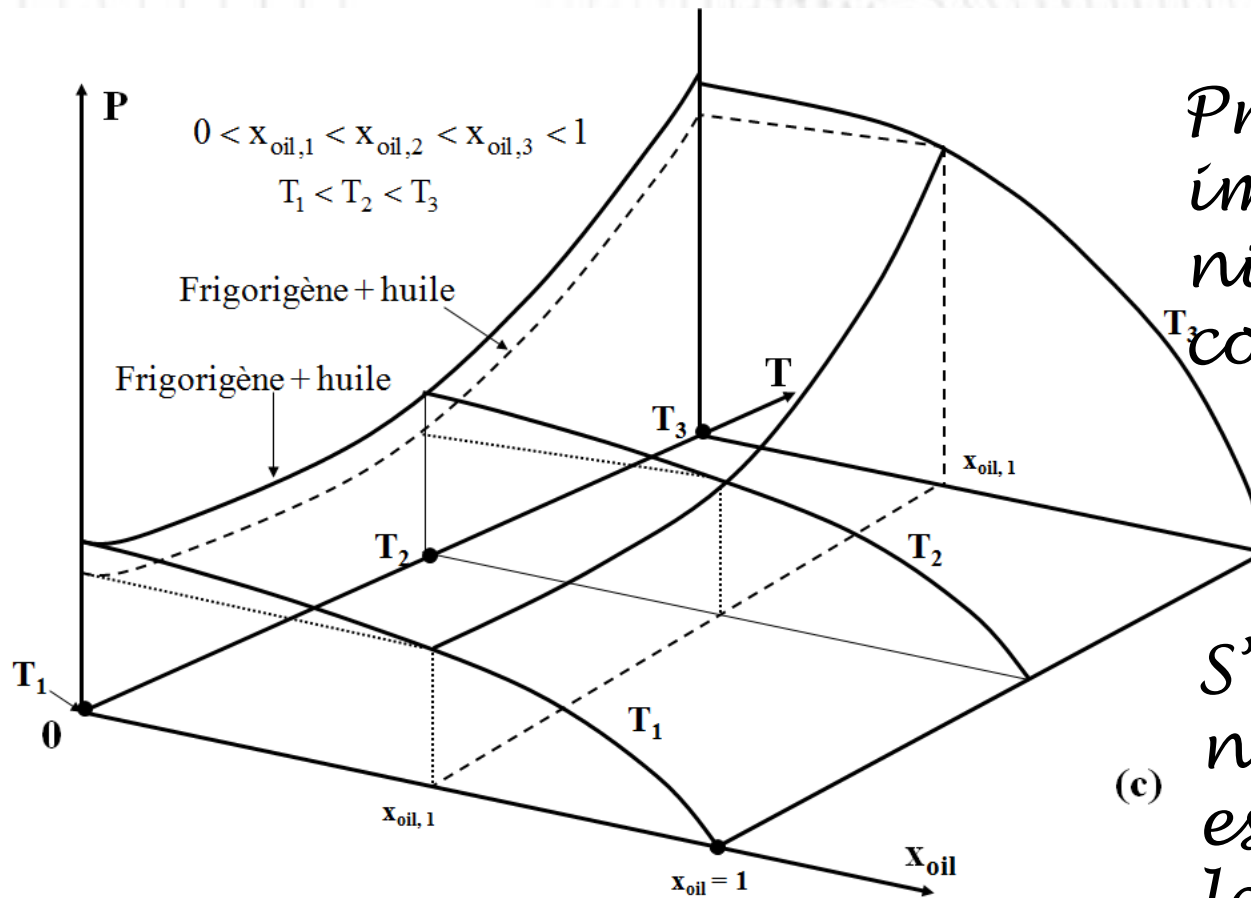
15% est la concentration maximum admise dans l'évaporateur

- S'assurer que le lubrifiant sélectionné est compatible avec le de fonctionnement de machine
- Adapter la conception de la machine en fonction de miscibilité dans les conditions d'utilisation

Propriétés Frigorigène/Lubrifiant

⇒ Solubilité :

indique à un état d'équilibre, pour une huile miscible avec un fluide frigorigère, la fraction massique de frigorigère dissoute dans la phase liquide

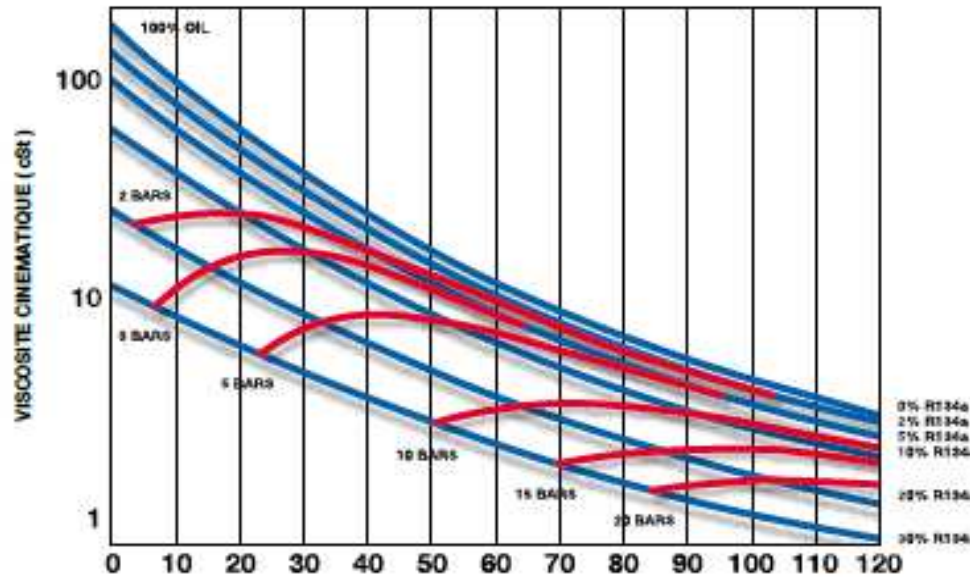


Propriété importante au niveau du compresseur

(c) S'assurer que le niveau de viscosité est suffisant pour la lubrification

Propriétés Frigorigène/Lubrifiant

⇒ Viscosité :

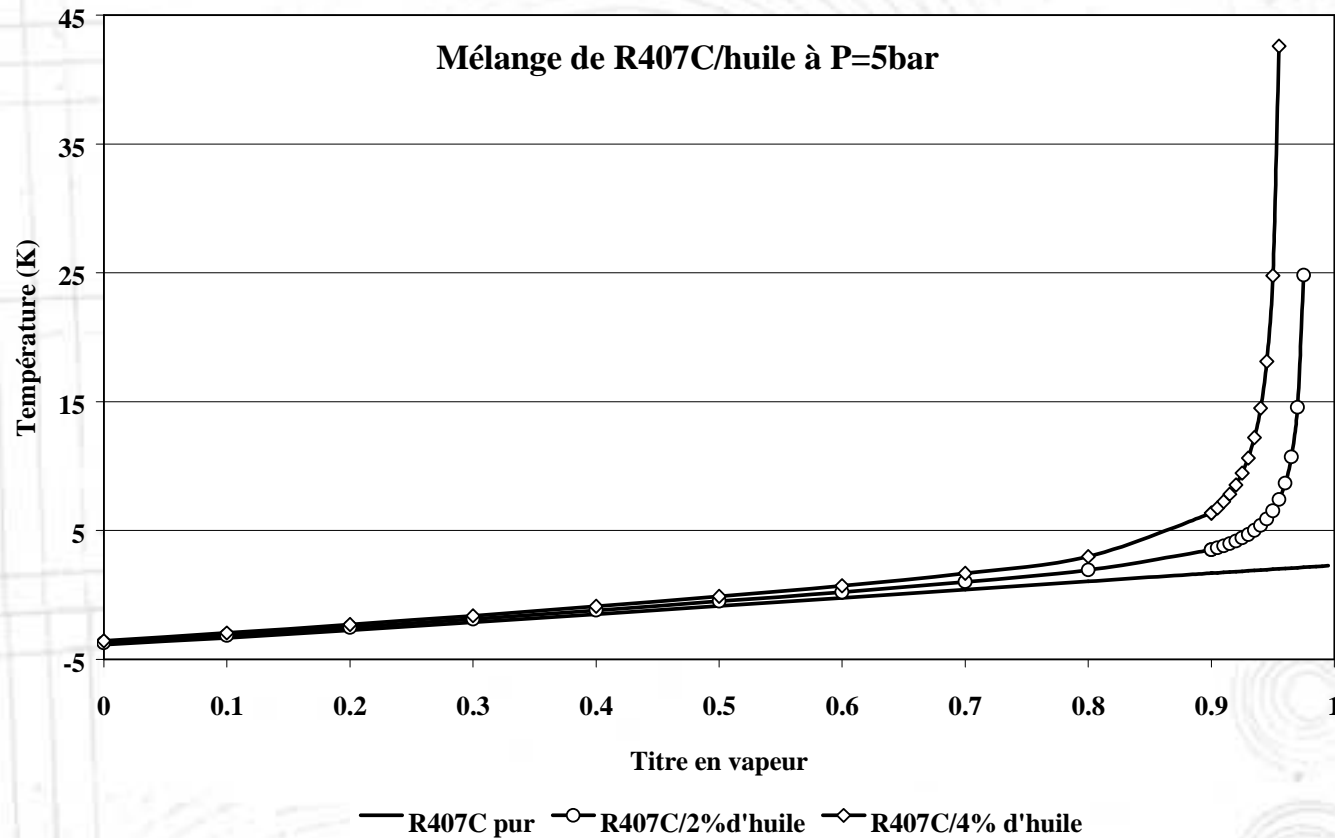


Propriété importante pour tout le circuit

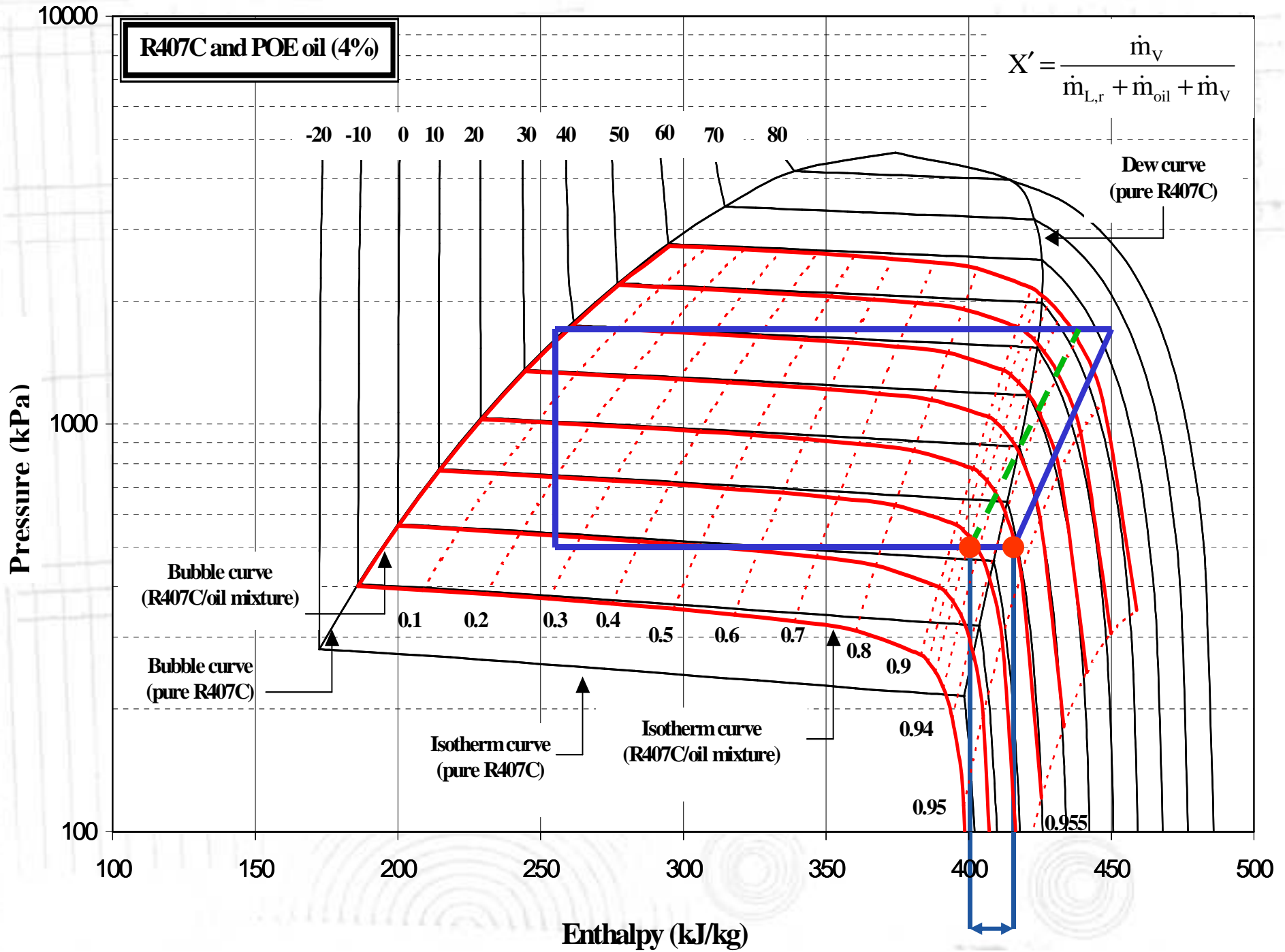
Compressor	Viscosity Grades							
	22	32	46	68	100	150	170	220
Reciprocating	✓	✓	✓	✓				
Rotary - Vane			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scroll	✓	✓	✓	✓				
Centrifugal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Screw				✓	✓	✓	✓	✓

Propriétés Frigorigène/lubrifiant

⇒ Enthalpie : le mélange se comporte comme un fluide zéotrope

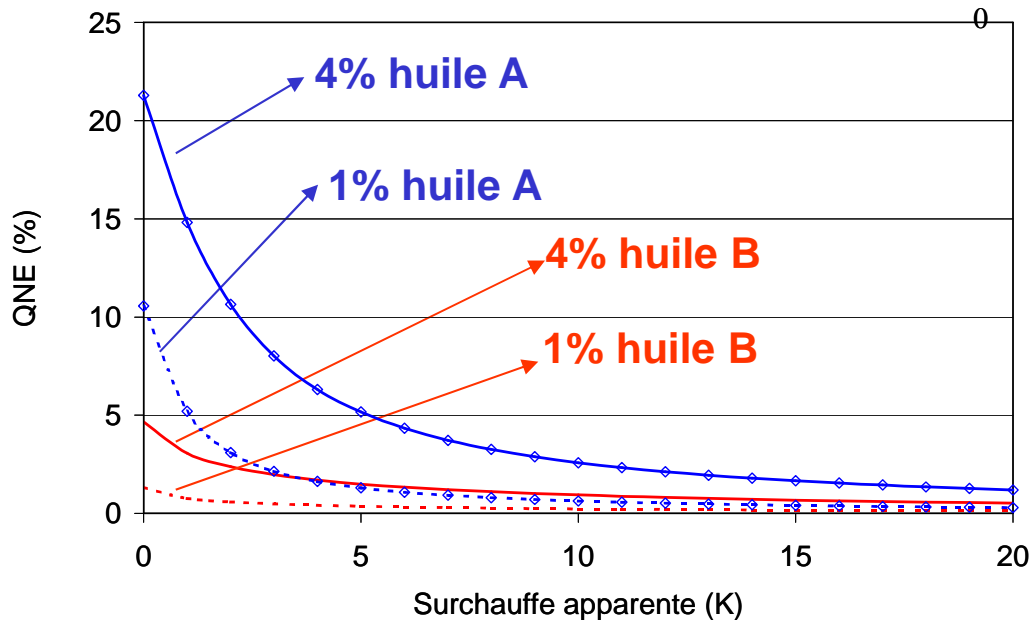
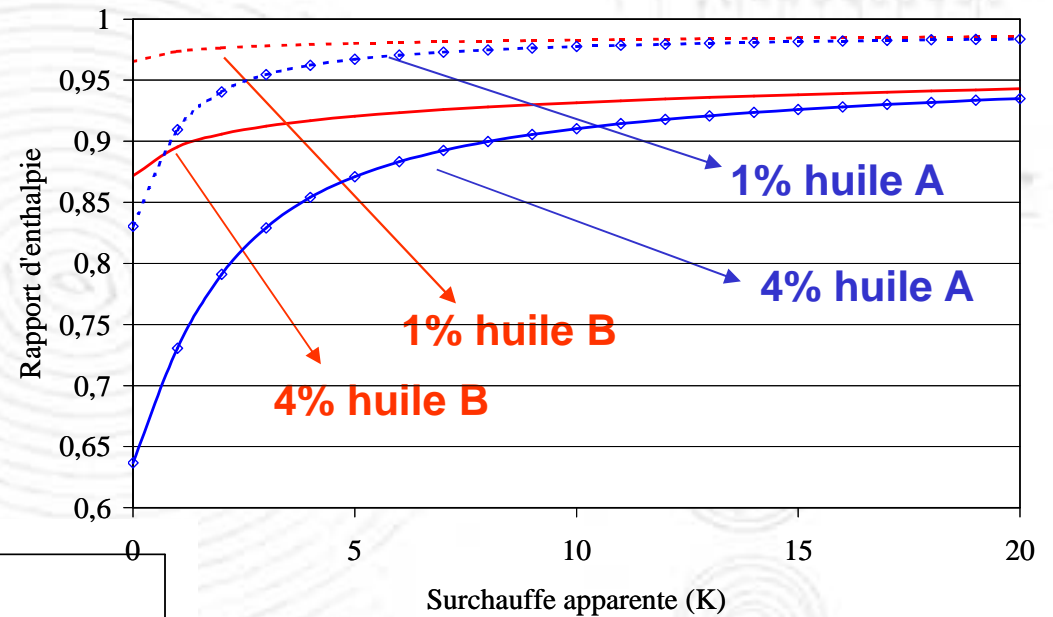


$$h_t = [1 - X' - C_g] h_{L,r} + C_g h_{oil} + X' h_V$$



Propriétés Frigorigène/Lubrifiant

Considérant deux huiles A et B
de même grade de viscosité:
le frigorigène est plus soluble
dans l'huile A
que dans l'huile B



le choix doit être porté sur le
couple le moins soluble à
condition que la miscibilité ne soit
pas atteinte

Quel lubrifiant pour quel fluide ?

Frigorigène	Lubrifiant
HFC/HFO	Huiles synthétiques (POE, PAG, PVE)
Fluides Naturels	
NH3	Huile minérale (MO), Huile synthétique AB ou PAO (Alkylbenzène, Polyalphaoléfine)
CO2	PAO, PAG, POE
HC	MO (naphténique), PAG

MO : bas coût, bonne stabilité, large gamme de grade de viscosité

AB : bon marché, bonne stabilité mais viscosité élevée, utilisée dans les applications en basse température

PAO : plus chère, très bonne stabilité, utilisée dans les systèmes cascades NH3/CO2

PAG : plus chère, souvent proposée pour le CO2 et les HC (grandes puissances), très sensible à l'humidité

POE : très chère, large utilisation, sensible à l'humidité

Conséquences d'un mauvais choix du



Conclusions et perspectives

- ⇒ Si les règles de l'art sont respectées et si le taux de circulation d'huile dans la machine est inférieur à 2%, l'impact de l'huile en terme de réduction de puissance est limité et est expérimentalement atténué par les incertitudes de mesure.
- ⇒ Le mauvais choix du lubrifiant peut conduire au mieux à une dégradation de la performance énergétique de la machine frigorifique, au pire à la casse du compresseur
- ⇒ REX de HFO/lubrifiant
- ⇒ Développer des méthodes de mesure non-intrusive de composition globale et locale
- ⇒ Après l'enthalpie, quid de l'entropie ?