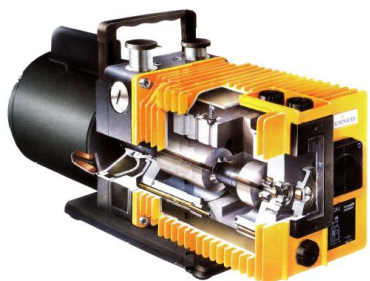


(Quelques) Bonnes pratiques pour la protection des pompes à vide vis-à-vis des gaz polluants



R.LEVALLOIS
Recontres RT Vide / Remisol
12/10/15



Pompes primaires (200)



Sèches



à huile

Pompes secondaires (200)

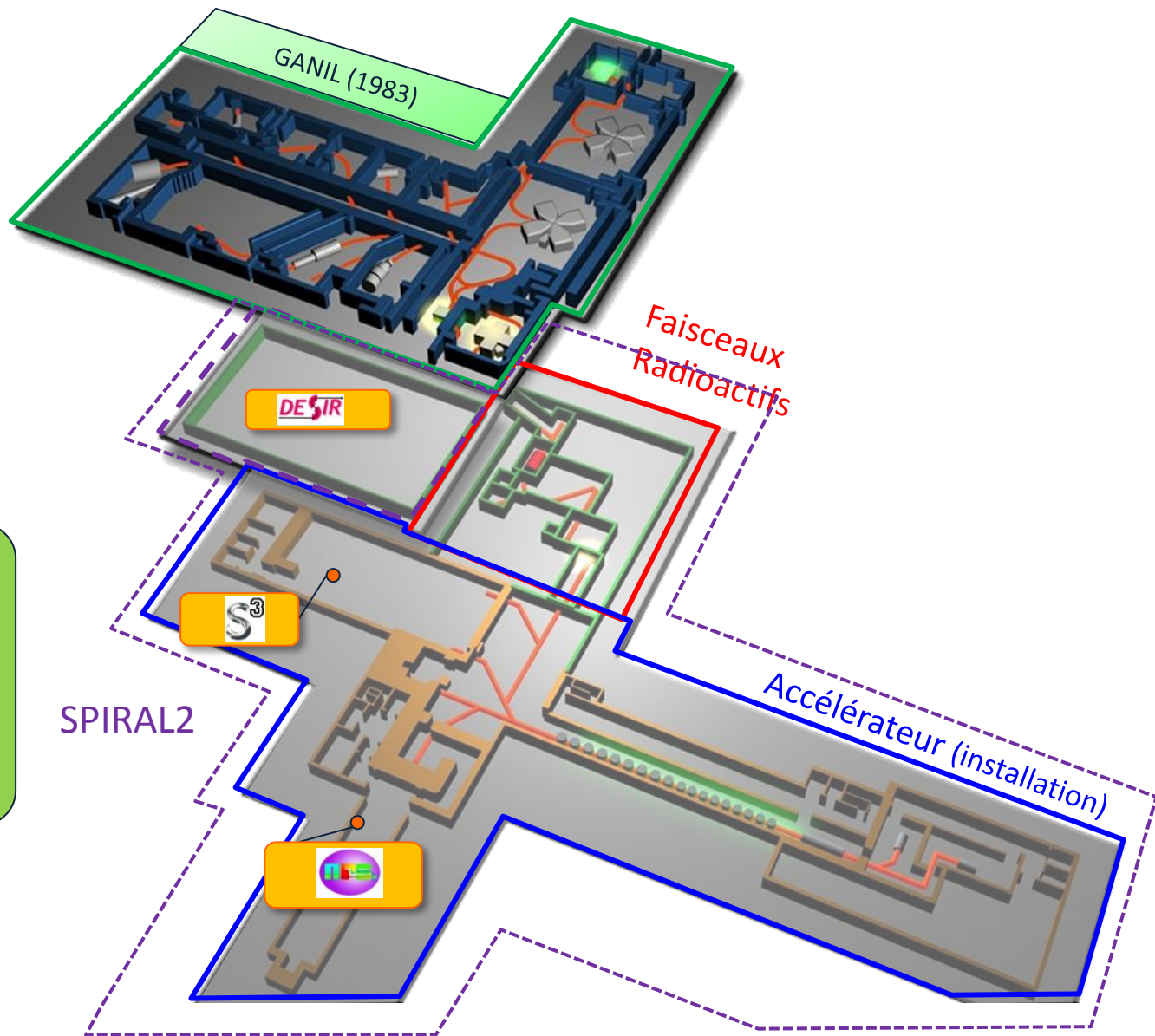


Cryogénique



Turbomoléculaire

600m lignes
Chambres jusqu'à 46m³
1 >pression> 10⁻⁸hPa



Objectif :

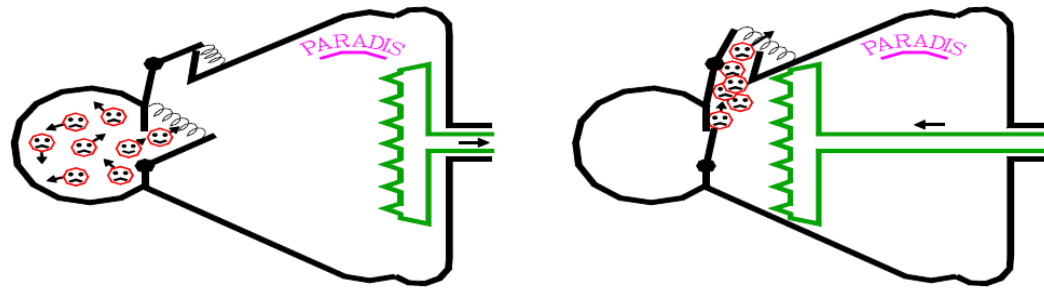
Faire profiter de notre retour d'expérience sur l'utilisation et la protection des pompes

Sommaire

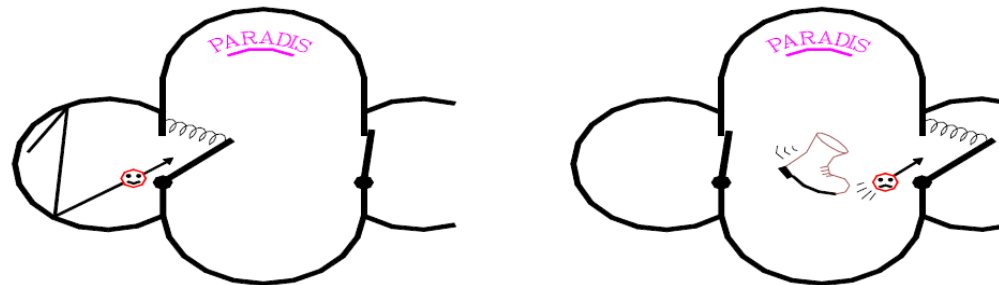
- Rappels
- Les pompes primaires
- Les pompes secondaires

Constat : Il n'existe pas de pompes parfaites pour une utilisation mais certaines peuvent s'en approcher si

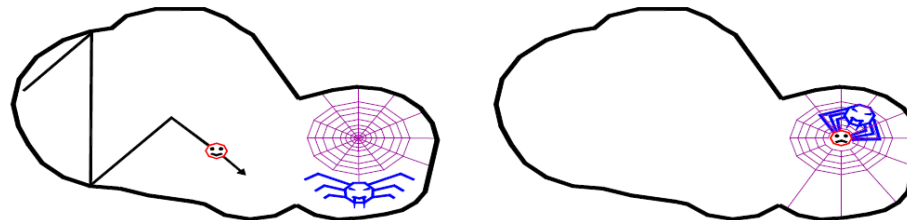
- elles sont adaptées (attention aux évolutions des procédés, récupération, etc...)
- Utilisation optimale si :
 - Protection de la pompe et du procédé
 - Pompes utilisées correctement (position, règles spécifiques, etc...)



Pompage volumétrique : transfert un volume de gaz en le comprimant



Pompage cinétique : change la direction des molécules de gaz à pomper

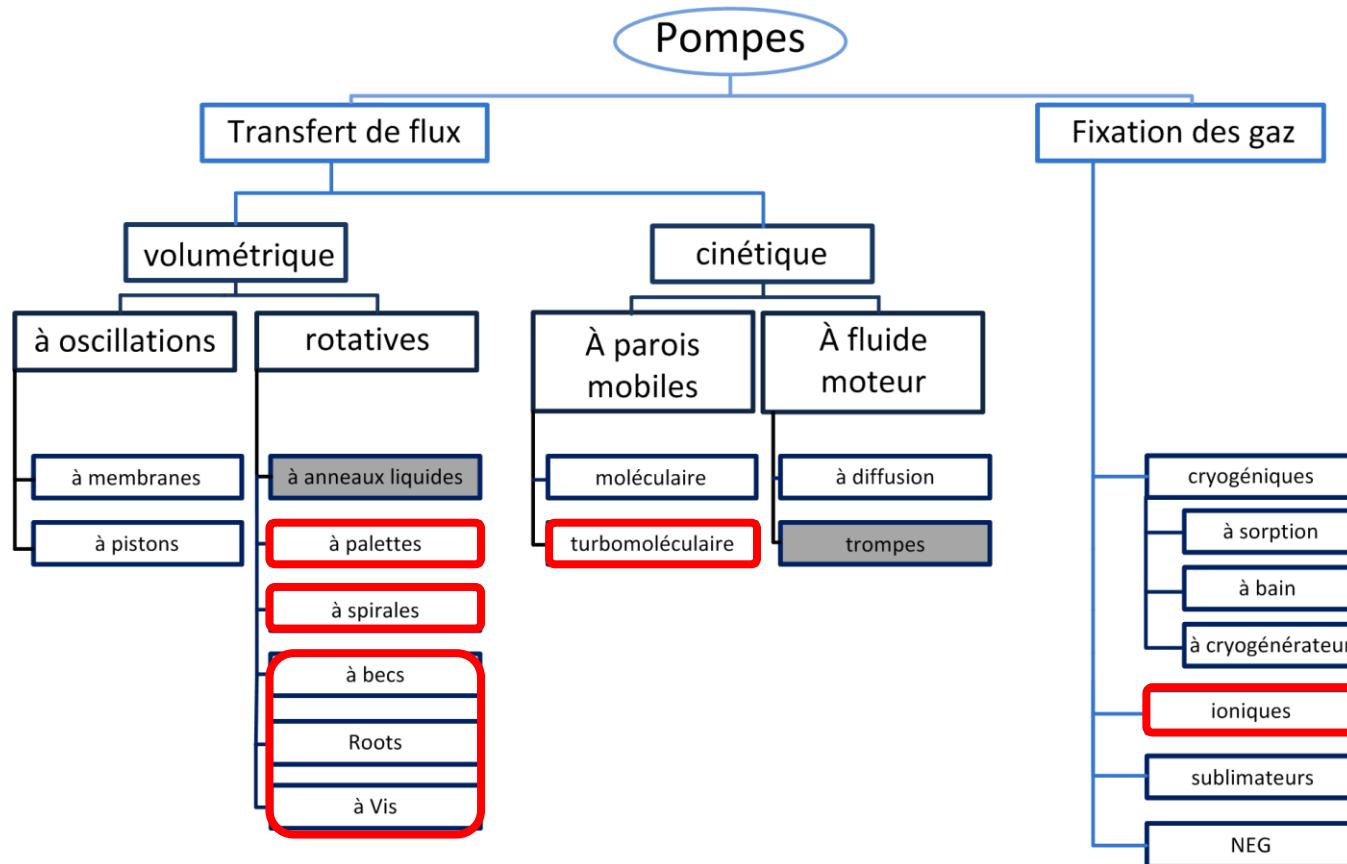


Pompage par fixation : piège les particules à pomper

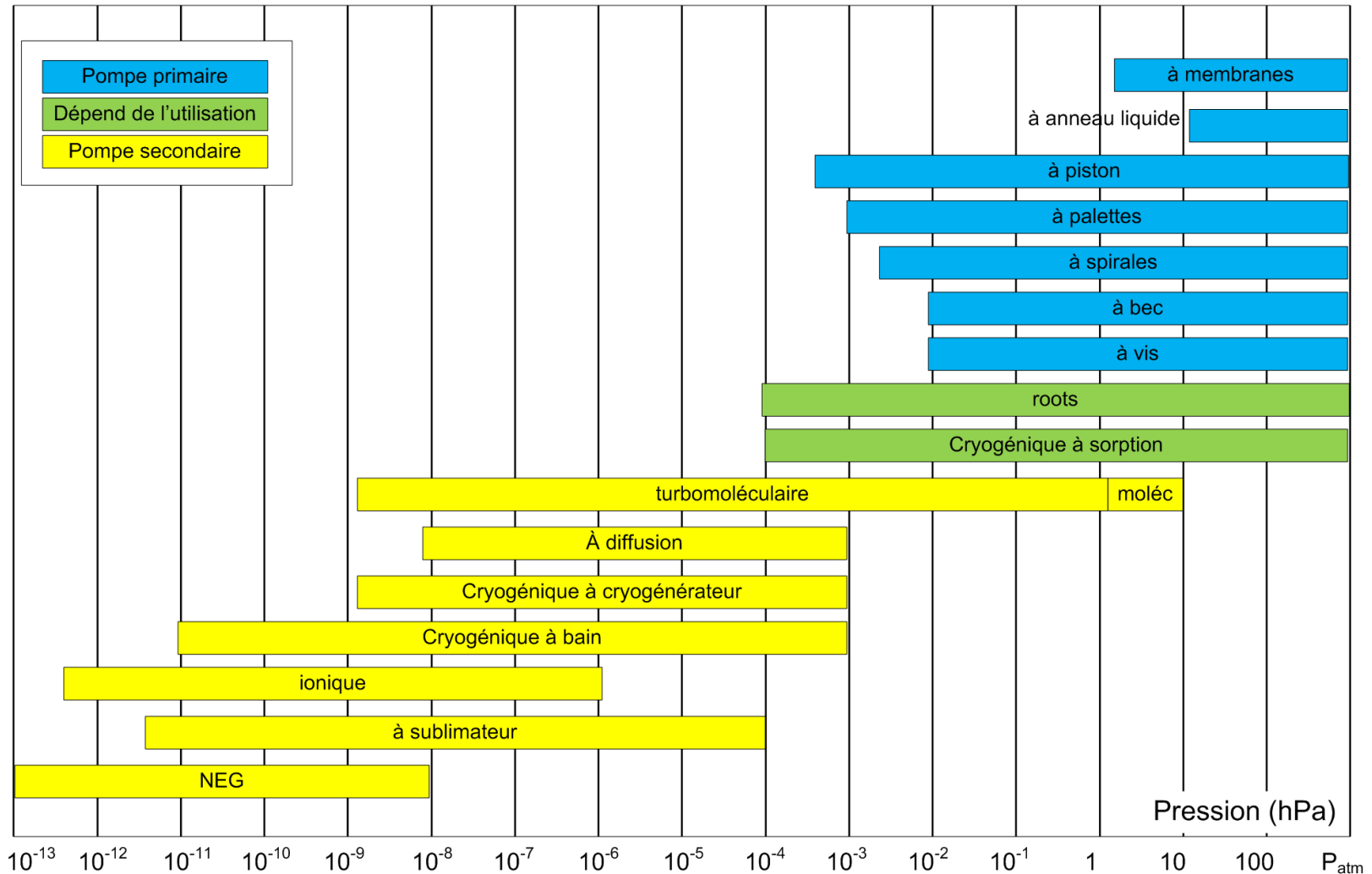
Risque de condensation

Risque de dépôts ou de saturation

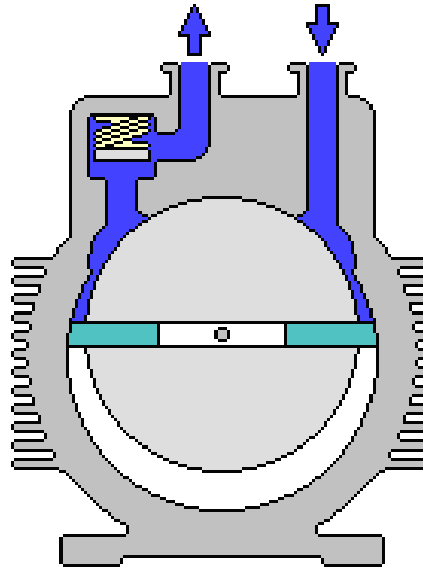
1^{ère} classification : suivant le mode de fonctionnement



2^{ème} classification : Suivant la pression de fonctionnement à l'aspiration



- Suivant d'autres paramètres :
 - **Pompes « sèches »** : flux de pompage sans contact avec des huiles ou des graisses (entraînement magnétique, segments, labyrinthes, etc...)
 - **Pompes « humides »** : Flux de pompage en contact avec des huiles ou des graisses (pompe à joint d'huile, à anneaux liquides, à roulements lubrifiés, etc...)
 - **Étanchéité** dynamique, statique ou sans étanchéité
 - **Dépôts** contre les gaz corrosifs ?
 - **Environnements** spécifiques (radioactifs, ATEX, etc...)



- Les performances dépendent de la qualité de l'huile qui assure l'étanchéité, le refroidissement et la lubrification
- Problèmes principaux liés à l'huile : pollution de et par l'huile, dégradation des performances, risque de serrage de la pompe

- Choix de l'huile appropriée (« type 100 », Fomblin[®], etc...)
- Filtres pour protéger des particules des gaz condensables, de poussières, etc...



condenseur



Piège a azote liquide



Piège à charbons
actifs / zéolite



Système de filtration
d'huile

- Système de purification de l'huile pour éliminer « en ligne » les polluants
- Pompes à circuit d'huile perdue

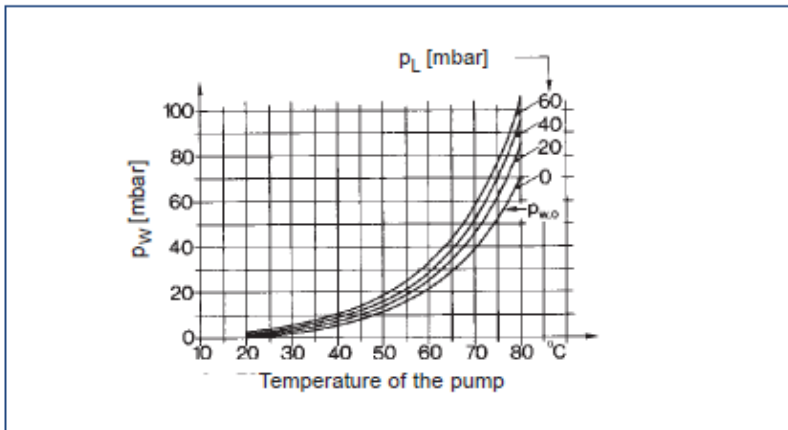
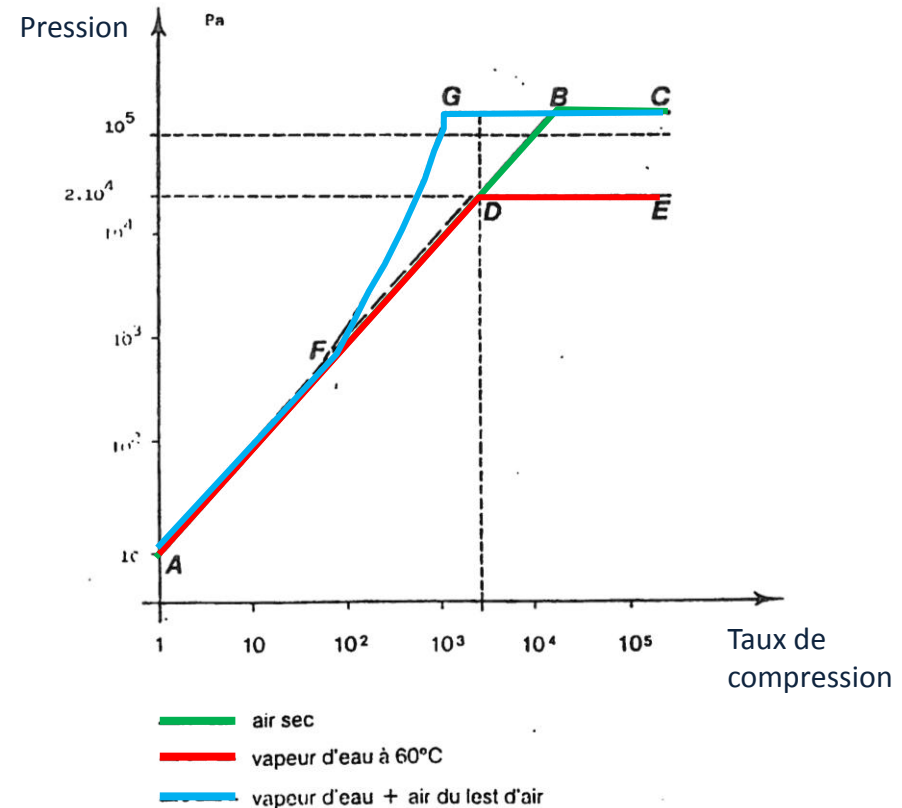
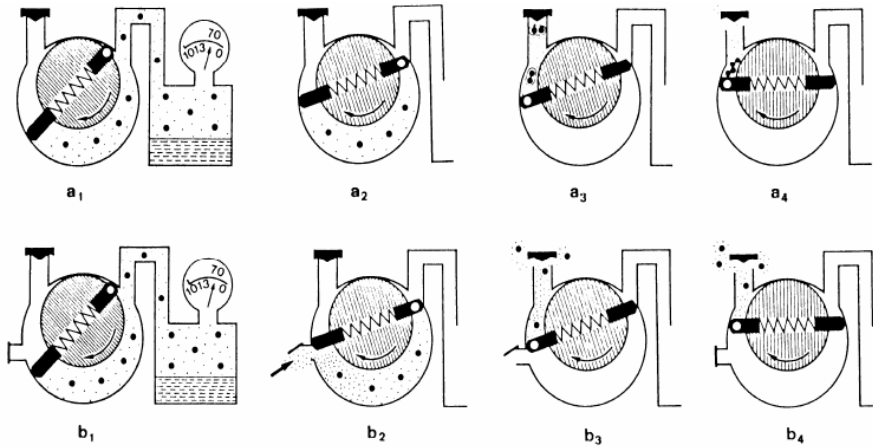


Fig. 2.16 Partial pressure p_w of water vapor that can be pumped with the gas ballast valve open without condensation in the pump, as a function of the pump temperature for various partial pressures p_L of air. The lowest curve corresponds to the water vapor

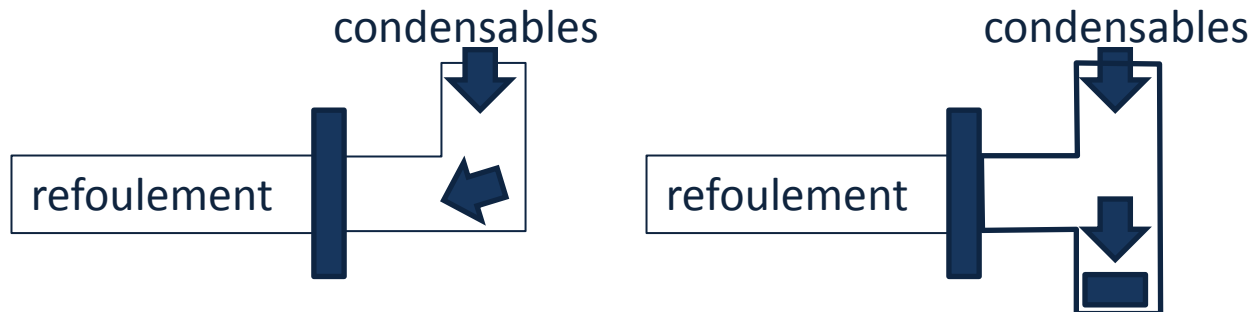
Source : Fundamentals of Vacuum Technology (RedHead)

Pour les gaz condensables : ballast ouvert et pompe chaude

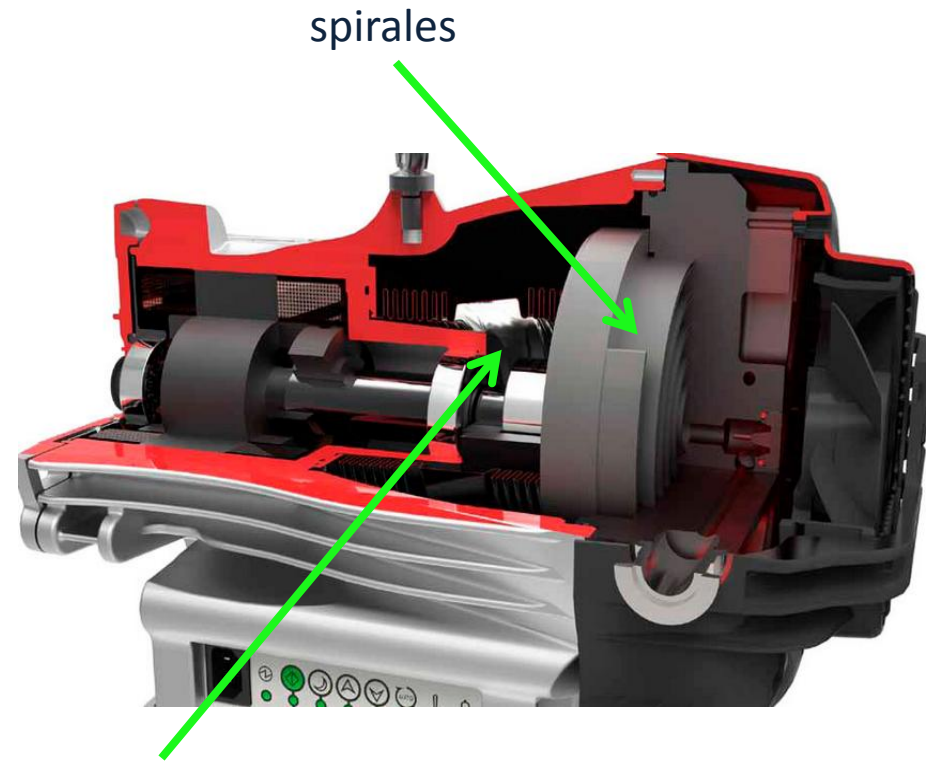
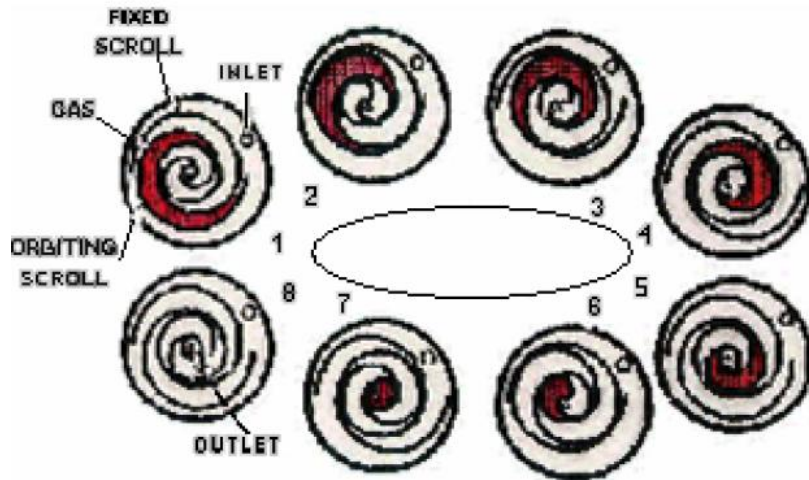
- Filtre au refoulement (le brouillard d'huile peut être explosif !!)



- Ne pas connecter de circuit de récupération de gaz à la verticale du filtre



- Contre la rétro-diffusion : filtre (idem précédemment) ou micro-fuite pour éviter de travailler au vide limite



Soufflet pour isoler les roulements et le moteur

- Problème principal : usure des joints lors des frottements ce qui génère de la poussière :
 - Contamination des procédés très sensibles aux poussières (exl :NEG)
 - Mélange avec les éléments condensables
 - Etc...



- Maintenance régulière des joints avec nettoyage des poussières (9000h)
- Vanne d'isolation pour la remontée de pression lors de l'arrêt de la pompe (intégrée sur certaines pompes)
- Ouverture du ballast de gaz qui injecte du gaz au niveau de la partie haute pression pour éviter la condensation (idem ballaste pompe à palettes)

Pompe à becs/vis/multiroots/roots

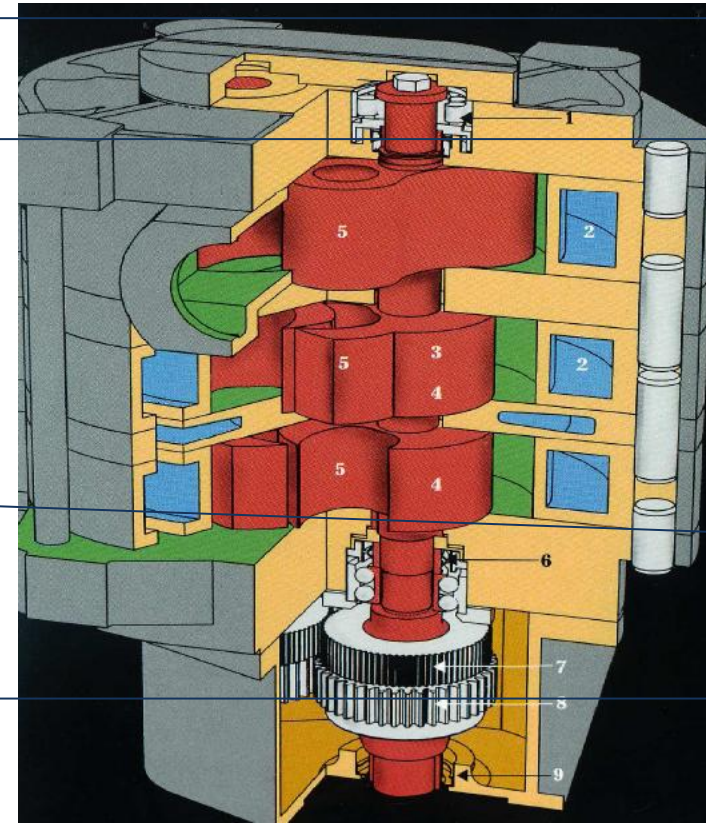
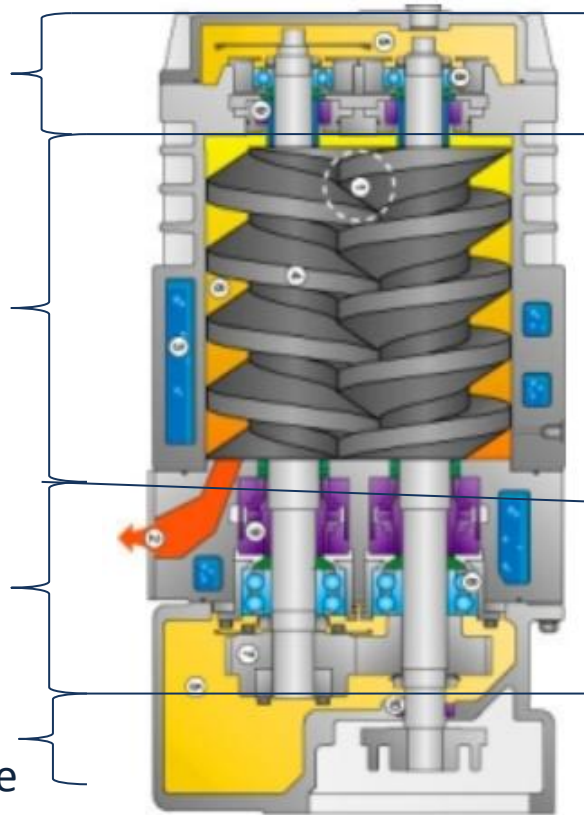
En Bref

Basse pression (si injection de gaz, dégradation de la pression limite)

Étage(s) pompage avec jeu mécanique très serré (très sensible à la pollution)

Roulements / synchronisation partie lubrifiée et très sensible à la pollution

rotor avec isolation ou non du stator par une chemise étanche



- ➡ Protection des roulements, des engrenages et du stator avec un gaz neutre (surpression),
- ➡ Température de fonctionnement élevée pour éliminer la condensation

Précautions d'emploi applicables à toutes les pompes primaires

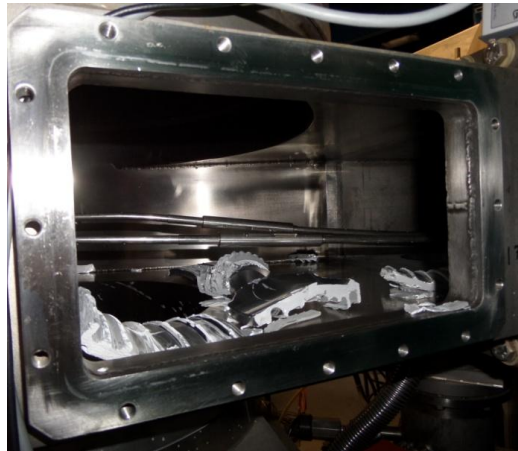
- **Au démarrage :**
 - Laisser chauffer la pompe pour limiter la condensation des gaz
 - Vérifier la pression limite avant mise en pompage
- **En fonctionnement**
 - Surveiller la pression de fonctionnement, le bruit, la température
 - Surveiller la couleur et le niveau de l'huile (sauf spirales).
- **Arrêt :**
 - **Isoler** la pompe sur elle-même pour éviter des dommages causés par une remontée de pression importante lors de l'arrêt de la pompe
 - Avant arrêt de la pompe : **laisser tourner** pour éliminer les gaz condensables
 - après utilisation : **Aérer** (certaines pompe ne redémarrent pas après un arrêt prolongé sous vide)
 - Stocker sous azote ou air sec
 - Faire tourner de temps en temps

+ recommandations spécifiques indiquées dans la documentation

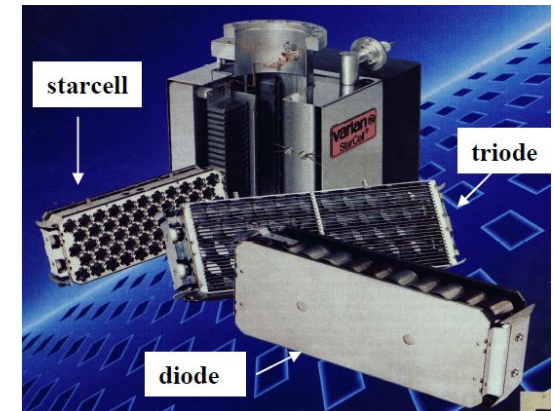
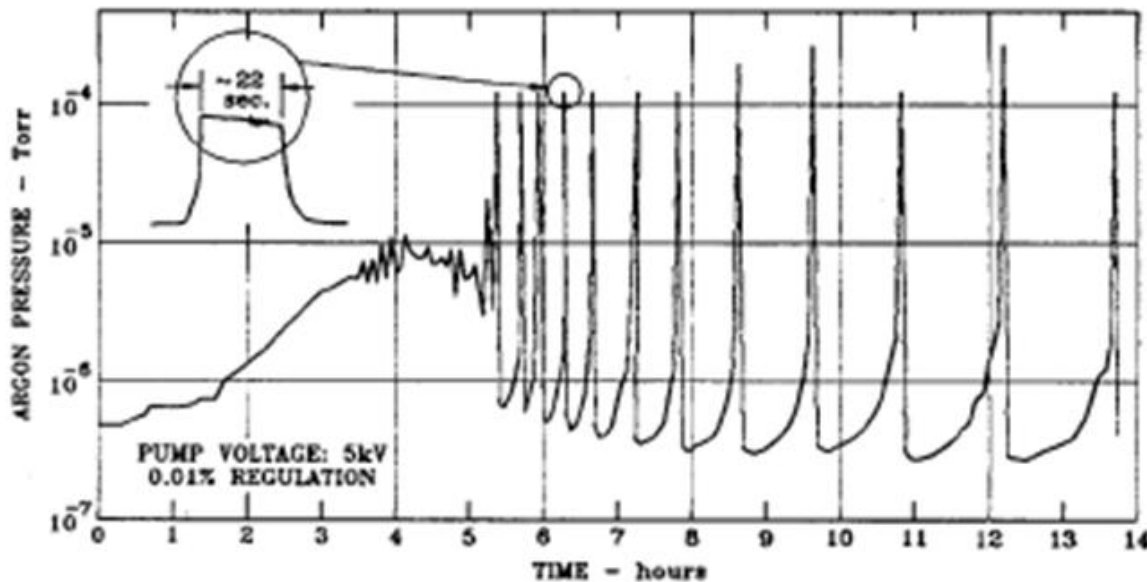
Pompes Turbomoléculaires

PRECAUTIONS D'EMPLOI :

- L'orientation de la pompe est à privilégier « **verticale** » pour les pompes sans éléments magnétiques afin de minimiser l'usure des roulements (30%).
- Balayage en gaz des roulements
- utiliser les pare-éclats et orienter l'aspiration vers le bas pour limiter les risques de pièces tombant dans la pompe
- Suivre la puissance consommée et la températures pour évaluer l'usure des roulements
- Pour l'arrêt, utiliser les systèmes de décélération rapide pour minimiser les vibrations pouvant endommager les roulements (aération via la vanne spécifique, frein actif)
- En stockage, faire tourner la pompe pour préserver les roulements
- Etuvage des pompes (80°C)



- Nettoyage très complexe et coûteux
- Démarrer la pompe à la pression la plus basse possible (inférieur à 10^{-7} mbar)
- Eviter les procédés avec gaz uniquement « enterrés » (argon, etc...)
- Baffles avec système de régénération (étuvage + turbo)



Relâchement d'argon par une pompe ionique

- Fundamentals of Vacuum Technology (*RedHead*)
- Cern Accelerator school (*1999 ; 2006*)
- Technique du Vide (*J.Arianer*)
- U.S Particle Accelerator School