



**Optimisation de l'utilisation des gaz en œnologie**

**Philippe GIRARDON- SECF**

**Mercredi 2 Février 2022**

**Webinaire TEAMS**

# Optimisation de l'utilisation des gaz en œnologie

## SOMMAIRE

- Quels gaz, propriétés, quels équipements
- Vendange –(contrôle de la température)
- Foulage/Pressage –(contrôle de la température)
- Fermentation
  - ✓ Macération
  - ✓ Remontage
- Elevage- (inertage, homogénéisation)
- Ouillage
- Viellissement (microoxygénation)
- Ajustement des gaz dissous
- Carbonatation
- Embouteillage (inertage)

# LES AVANTAGES DE L'UTILISATION DES GAZ EN OENOLOGIE

L'utilisation des gaz en viticulture permet ↵

- ☒ De maîtriser la qualité du vin d'un millésime sur l'autre
- ☒ D'en contrôler chaque étape de son élaboration
- ☒ De respecter et de valoriser les techniques de vinification traditionnelles
- ☒ De protéger le vin de manière naturelle avec respect de l'environnement
- ☒ D'effectuer des économies de temps



# Rappel: Composition des gaz dans l'atmosphère

GAZ	VOLUME %
N <sub>2</sub>	78,08
O <sub>2</sub>	20,95
<b>Ar</b>	<b>0,93</b>
CO <sub>2</sub>	0,03
Ne	0,0018
H <sub>2</sub>	0,00005
He	0,0005
Kr	0,0001
Xe	0,000009

GAZ	Masse molaire (g/mole)	SOLUBILITE DANS L'EAU m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> à 1,013 bar	DENSITE PAR RAPPORT A L'AIR
N <sub>2</sub>	28	0,0235	0,96
CO <sub>2</sub>	44	1,7163	1,53
<b>Ar</b>	<b>40</b>	<b>0,0537</b>	<b>1,38</b>
O <sub>2</sub>	32	0,04865	1,1

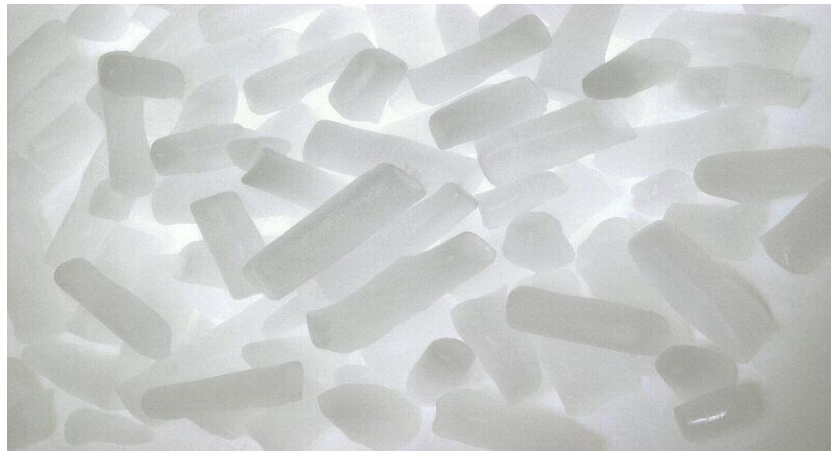
# Les Gaz utilisés en Oenologie- Qualité alimentaire



Gamme de gaz et mélanges conditionnés (bouteilles)



Générateurs d'azote « sur site »



Glace sèche; i.e CARBOGLACE™

(neige, sticks, pellets, pains)



Gaz liquéfiés réfrigérés(N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>)

# Propriétés des Gaz: l'azote (N<sub>2</sub>)

## Propriétés

L'azote N<sub>2</sub> est gazeux à température ambiante et à pression atmosphérique. Il est liquide à -196°C. C'est un gaz inerte, incolore et inodore, il est présent à 78% dans l'air ambiant.

Production: produit industriellement selon 3 types de procédés en fonction de l'utilisation qui en est faite:

➤ Voie cryogénique (liquéfaction de l'air, distillation – séparation) et distribution sous forme liquide à -196°C. L'azote obtenu est d'une grande pureté de l'ordre de 99,999%. Sous cette forme il est réservé principalement aux applications du froid (refroidissement, surgélation) et aux applications sous forme gazeuse après vaporisation (dont pour remplissage de bouteilles de gaz).

➤ Perméation: filtration à travers des fibres creuses en polymères. Production « sur site client » = générateur d'azote de capacité variable. L'azote est obtenu sous forme gazeuse exclusivement avec une pureté modulable fonction du débit (et inversement). Ces générateurs sont généralement installés avec une capacité tampon qui permet de contrôler le débit et de ne pas faire fonctionner le générateur en permanence. La source énergétique est l'électricité. Cette autonomie permet de s'affranchir des problèmes de logistique (livraisons camion de gaz liquéfié ou bouteilles) pour le bienfait de l'environnement.

➤ Adsorption sur zéolite (tamis moléculaire) en « générateur pression swing adsorption » sur site client .

# Propriétés des Gaz: Gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

- Gaz « fatal » de certains procédés chimiques ou biologiques: fabrication d'engrais azotés (la source principale), d'alcool éthylique d'origine agricole.

Séché, épuré, comprimé et liquéfié à la source.

- Sources naturelles du sol (puits, eaux minérales) nécessitant également une purification poussée (composés soufrés, hydrocarbures, ...).

Son extraction à partir de l'air n'est pas envisageable compte tenu de sa faible concentration dans l'atmosphère (350 ppm).

Livré en: gaz liquéfié (20 bar, -20°C)

gazeux en bouteille (58 bar à 20°C)

bouteille gaz liquéfié+ tube plongeur (78 bar, température ambiante)

glace solide à -78,5°C à pression atmosphérique

# SO<sub>2</sub>, stabilisant incontournable en œnologie

- Antioxydant puissant; inhibe le développement des moisissures et levures indésirables (candida, rhototorula,...)
- Antioxydasique; freine l'action des enzymes oxydantes (tyrosinase, laccase) à l'origine du brunissement des moûts et de la madérisation des vins ;
- Antiseptique. Il a une action plus forte, à dose équivalente, sur les bactéries que sur les levures fermentaires. Avant fermentation, il sélectionne la flore microbienne. Ensuite, il préserve le vin contre les bactéries (acétiques, lactiques) et diverses autres espèces bactériennes responsables d'altération.

**Le SO<sub>2</sub> utilisé en œnologie existe sous trois états physiques différents :**

- **Gaz comprimé liquéfié**
- **Liquide : solution aqueuse de SO<sub>2</sub> gazeux, de bisulfite de potassium (KHSO<sub>3</sub>), de bisulfite d'ammonium (NH<sub>4</sub>HSO<sub>3</sub>)**
- **Solide : poudre de métabisulfite de potassium (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**



# SO<sub>2</sub>, stabilisant incontournable en œnologie

## ■ Différents composés soufrés et teneur en SO<sub>2</sub> total

- Lors de l'incorporation du SO<sub>2</sub> dans un moût ou dans un vin, une fraction de celui-ci va se combiner aux sucres, ou aldéhydes (éthanal) ou à des cétones présents. La fraction restante dite libre, est celle qui possède les propriétés les plus intéressantes.
- La teneur en SO<sub>2</sub> total est la somme du SO<sub>2</sub> libre et du SO<sub>2</sub> combiné. La fraction la plus active du SO<sub>2</sub> libre est appelée SO<sub>2</sub> actif et est composée du SO<sub>2</sub> moléculaire.
- Selon la dose de SO<sub>2</sub> total utilisée par l'œnologue, le dioxyde de soufre inhibe ou arrête le développement des levures et bactéries, ce qui peut être mis à profit pour le mutage des vins moelleux ou liquoreux, ou simplement pour assurer la conservation du vin.
- La réglementation donne des limites maximales de SO<sub>2</sub> total dans le vin. *Par exemple, elles sont de 150 mg/l pour les vins rouges secs, de 200 mg/l pour les blancs, les rosés secs et pour les rouges contenant plus de 5 g/l de sucre.*

# CO2 solide, agent de refroidissement

- ❑ Neige carbonique obtenue à partir d'une bouteille de CO<sub>2</sub> liquide sous pression--→ détente + Tromblon (équivalent extincteur)



- ❑ Glace sèche livrée; un produit spécifique :
  - Fabriquée en usine à partir de CO<sub>2</sub> liquide de qualité alimentaire
  - Livraison en carton double ou triple canelure
  - ou en glacière (Isolation thermique)Rapidement disponible: J+1



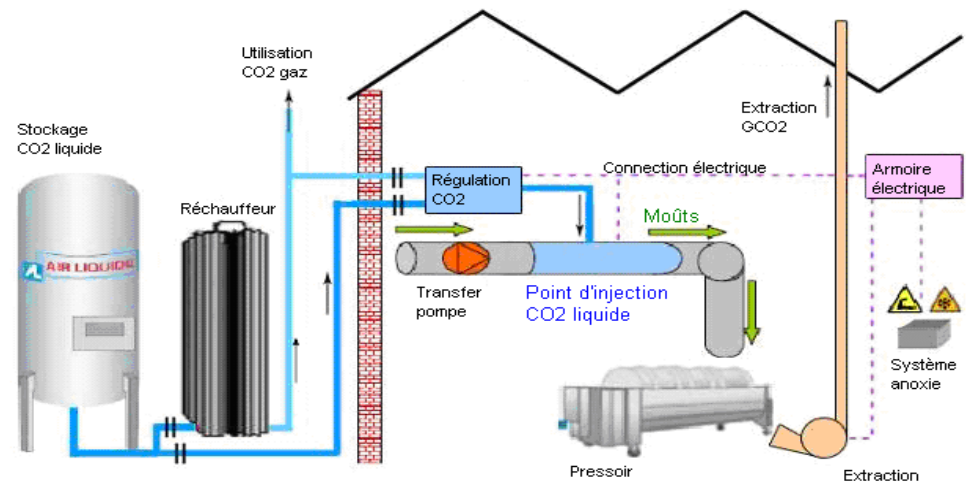
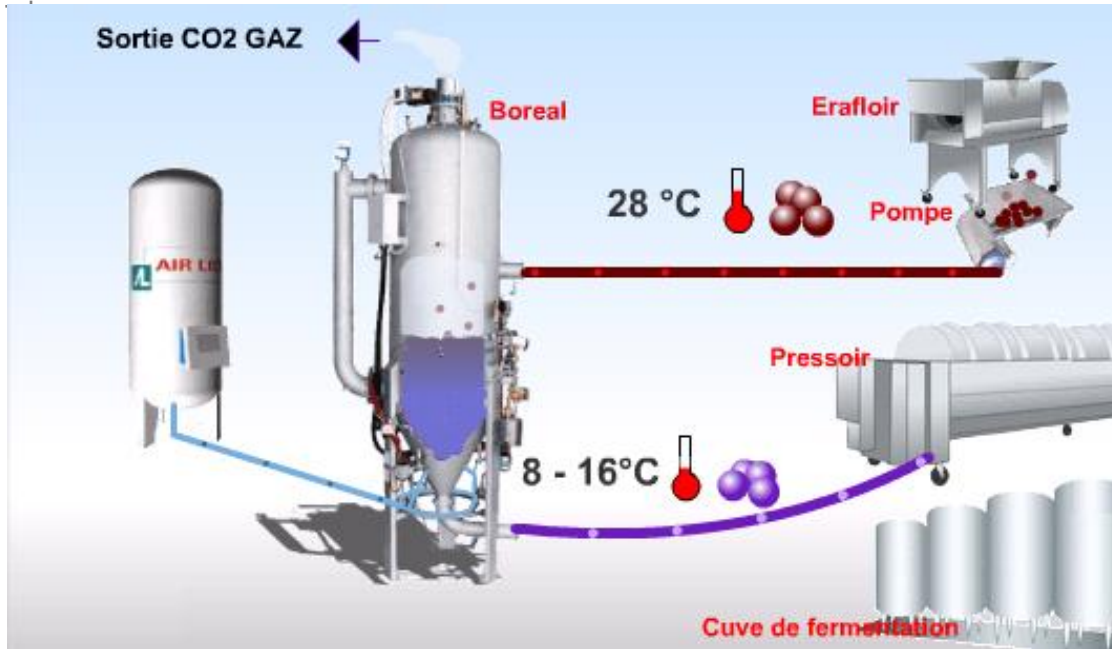
**NEIGE OU GLACE = -78°C**

**GLACE = NEIGE compressée**

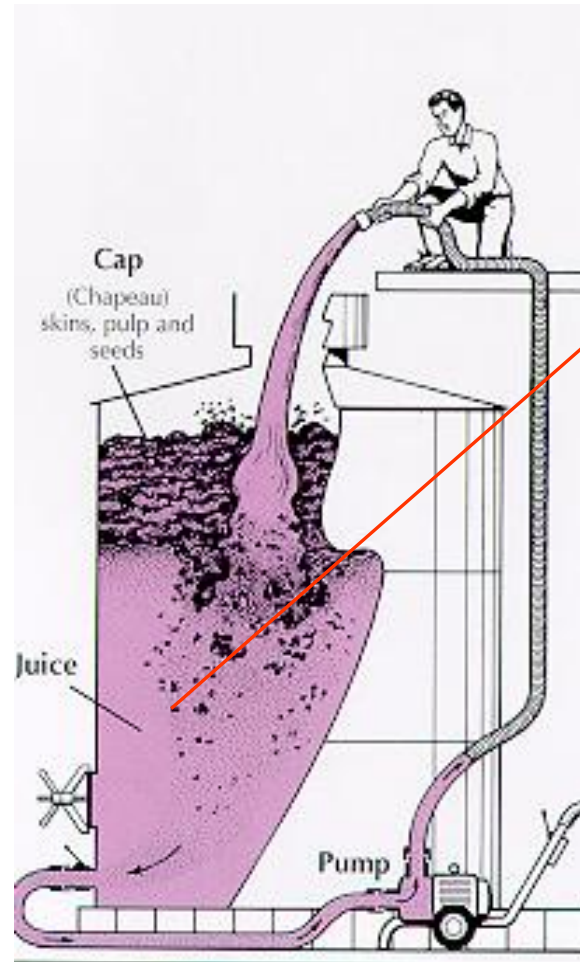
# CO2 solide, agent de refroidissement

- Effet combiné de protection et de refroidissement
- Froid puissant et rapide  
Limitation des départs en fermentation
- Inertage efficace  
Limitation des oxydations, évite le brunissement  
Réduction des traitements de sulfitage
- Simplicité de mise en œuvre  
Pas ou peu d'investissement  
Disponible partout

# Injection de CO2 liquide directement dans le process



# FERMENTATION



Remontage du mout

Hyper Oxygénation

Refroidissement

Traitement au SO<sub>2</sub>

Azote et CO<sub>2</sub>

# LE REMONTAGE DES MOUTS A L'AZOTE PENDANT LA VINIFICATION

- Gain de temps

Alternance des opérations de remontage à l'azote et de remontage à la pompe

Temps de traitement court : de 2 à 5 mn

- Simplicité de mise en œuvre

Peu de manipulation

Déplaçable facilement d'une cuve à l'autre

- Respect des moûts

Pas de « triturage » énergique des moûts

Pas de risque d'oxydations



**Equipement: Canne de remontage en sommet de cuve**

- Meilleure homogénéisation des températures et des couleurs

# L'INERTAGE

- Supprime l'obligation de maintenir les cuves pleines
- Se substitue aux systèmes de chapeaux flottants
- Permet de diminuer l'emploi de dioxyde de soufre
- Permet de s'affranchir de la cuverie divisionnaire
- Evite la prise de risque en protégeant un contenant durant les phases intermédiaires
- Epargne « fatigue » et « traumatisme » des vins par des transferts en contenants de volume inférieur



## INERTAGE DES CUVES

- ☑ Balayage à l'azote du ciel gazeux  
Consommation à 3 à 4 fois le volume à inertier (21% O<sub>2</sub> → < 1% O<sub>2</sub>)  
Difficulté de contrôle
  
- ☑ Purge par effet piston avec un gaz lourd.
  - CO<sub>2</sub> pur → risque de sur carbonatation
  - CO<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> → densité de l'azote pas suffisante
  - Argon ou Azote pur → risque de décarbonation du vin
  - Mélange Ar / CO<sub>2</sub> → optimum
  
- ☑ Présence d'un ou de deux orifices



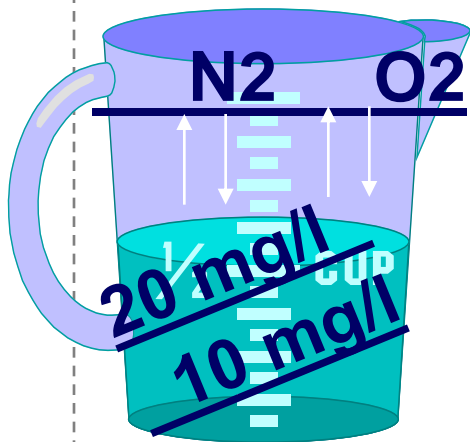
# SOLUBILITE DES GAZ DANS LES LIQUIDES

## Importance du type de gaz ou mélange de gaz

### 1/ SYSTEME STATIQUE

#### AIR

78% N<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub>



#### Mélange

50% CO<sub>2</sub> - 50% N<sub>2</sub>

15°C



#### Paramètres

Pression absolue

Pressions partielles des gaz  
(proportion de chaque gaz)

Coefficient de solubilité du gaz  
(différent pour chaque gaz)

Nature du liquide

Température

Viscosité

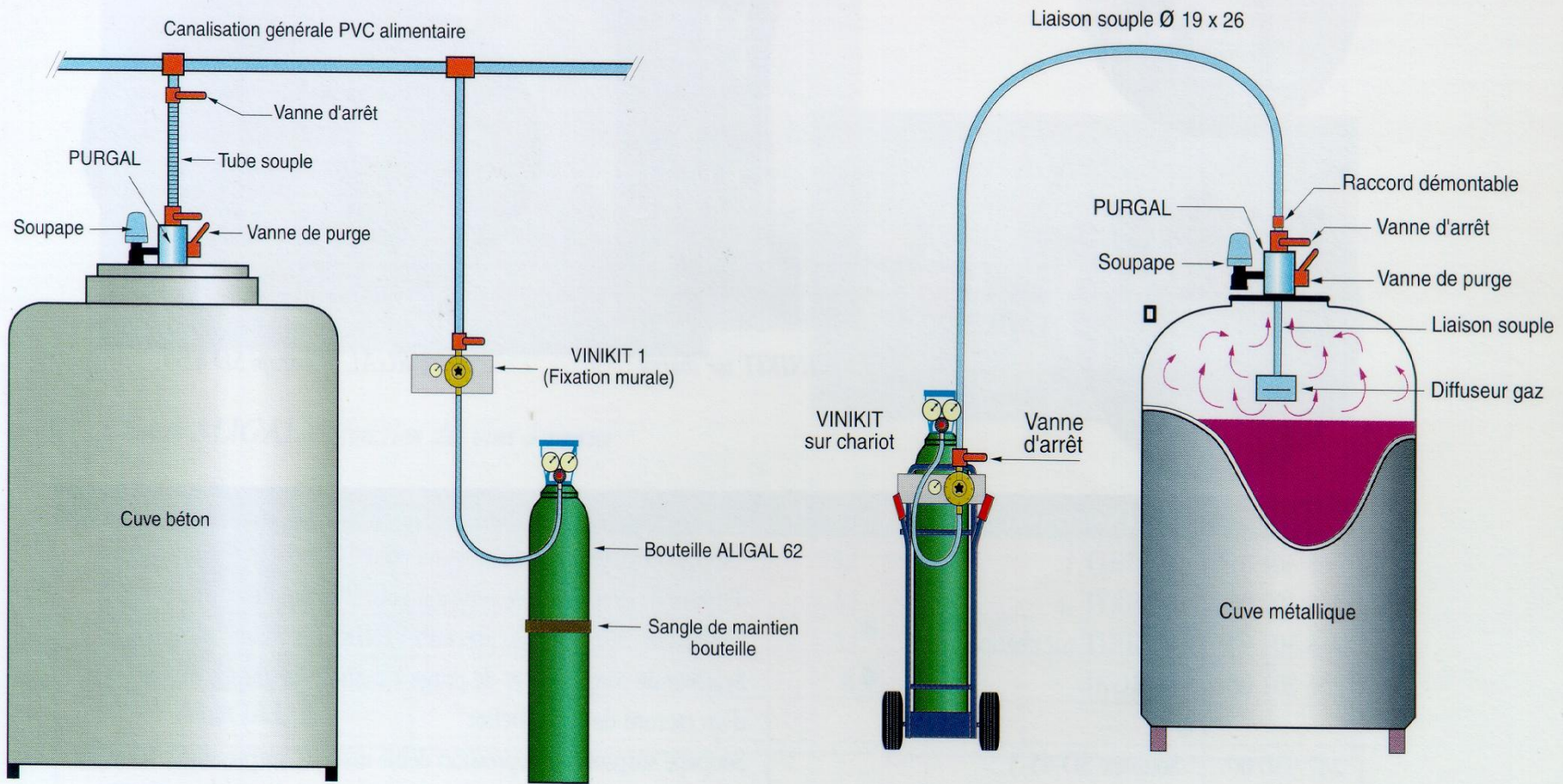
Temps pour obtenir l'équilibre des pressions partielles  
en gaz dissouts plus ou moins long

Loi de Henry

# Inertage

## Principe d'une installation d'inertage de cuves par VINIKIT et PURGAL

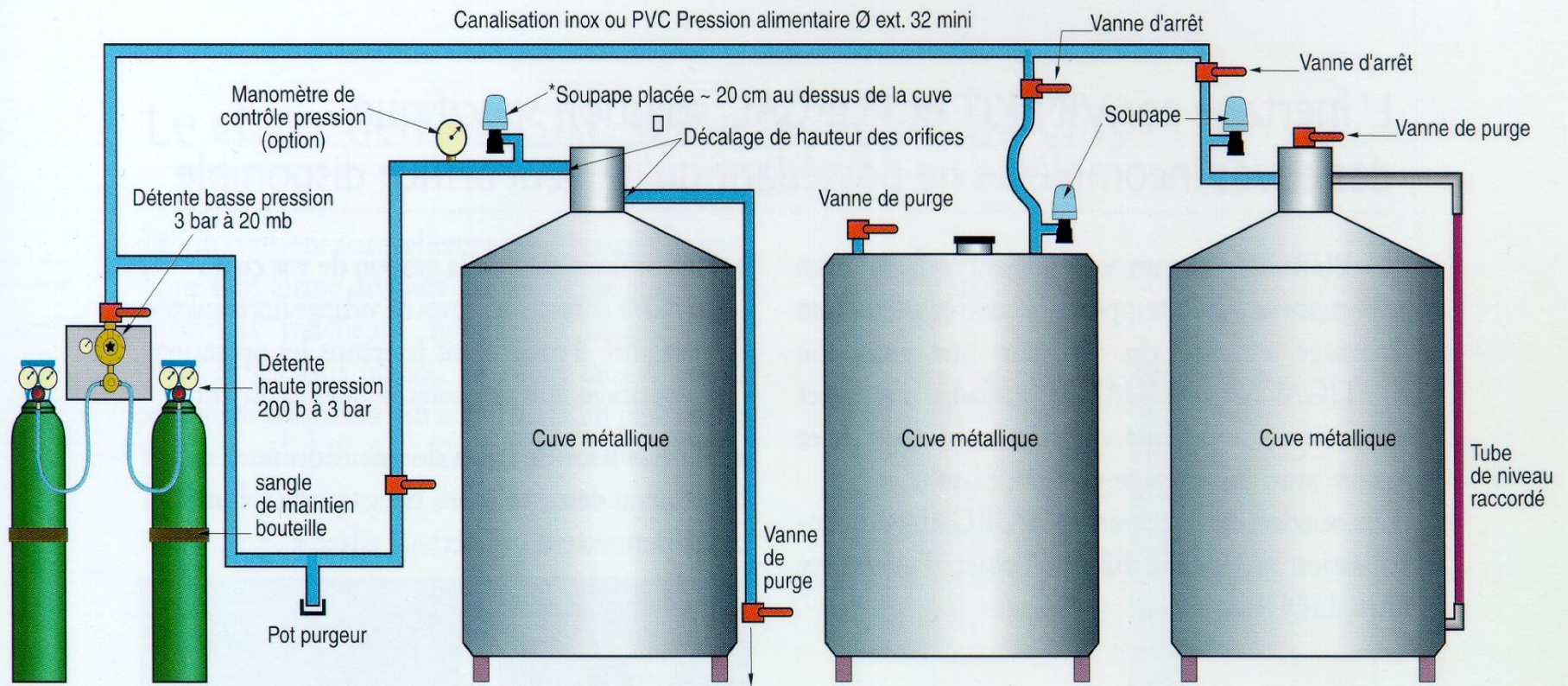
Solution spécifique des cuves incomplètes ne possédant qu'un seul orifice.



# Inertage

## Principe d'une installation d'inertage de cuves par VINIKIT

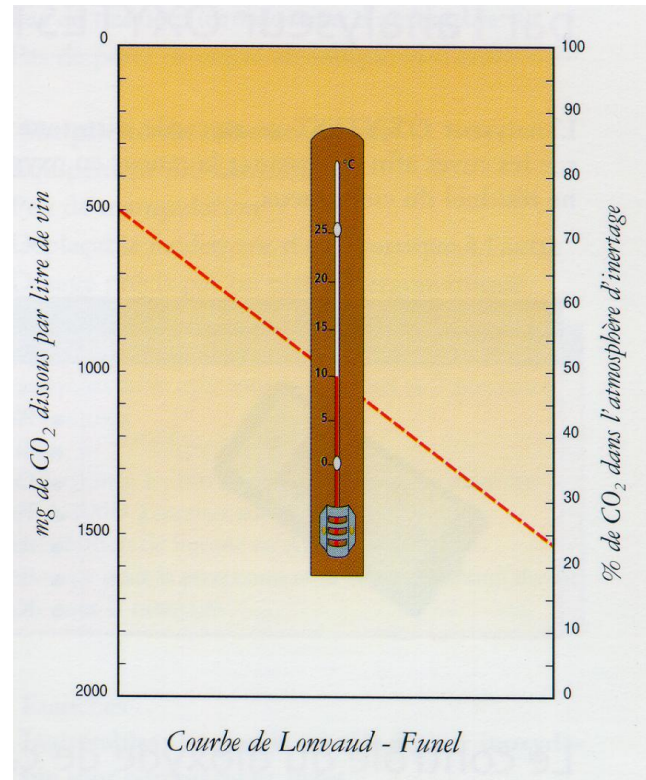
Solution polyvalente adaptée au plus grand nombre de cuve.



VINIKIT 2 (fixation murale)

La vanne de purge permet de chasser l'air résiduel par balayage gazeux. - \*Soupape surpression/dépression

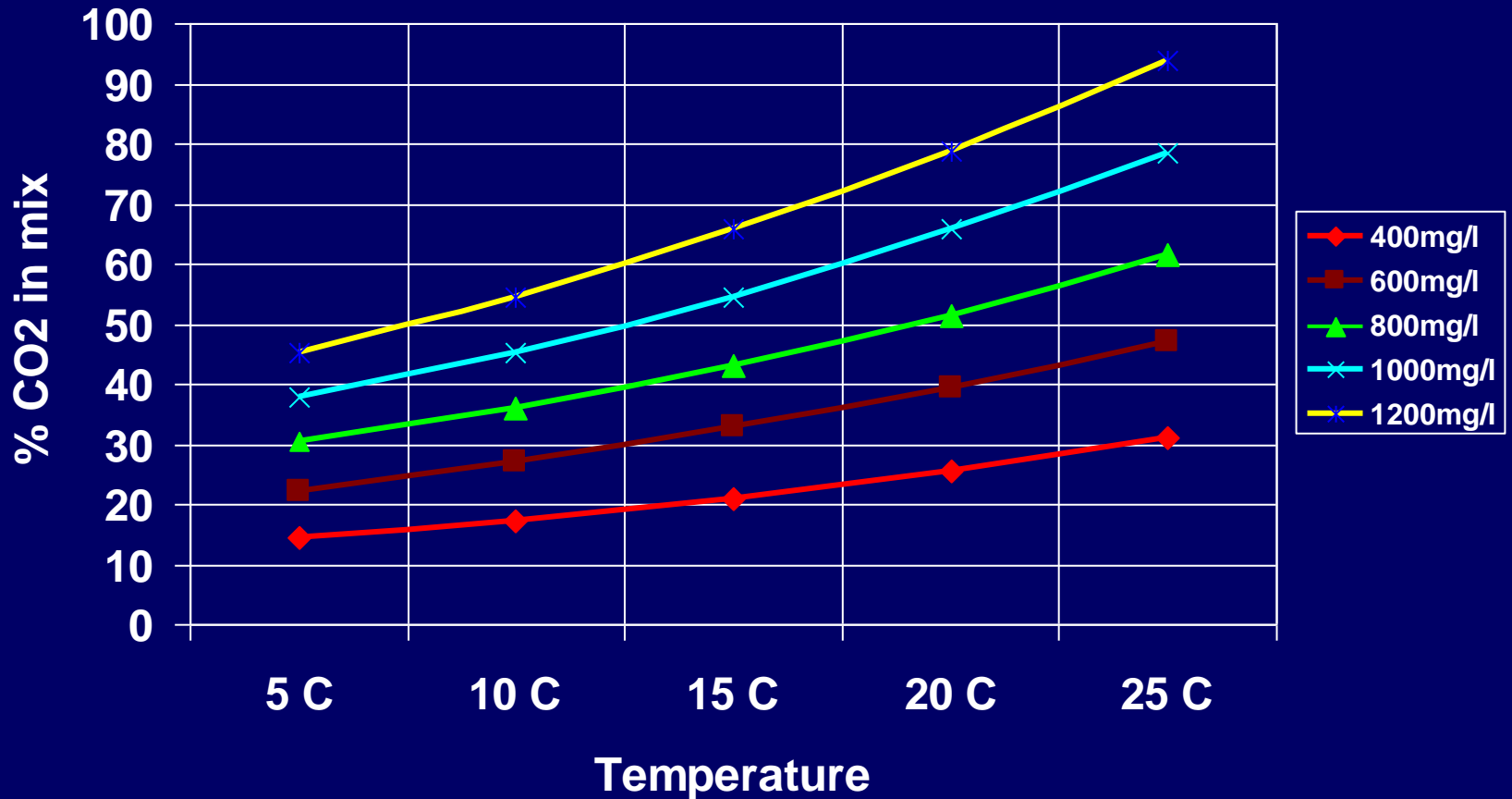
# Mélange CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> optimum



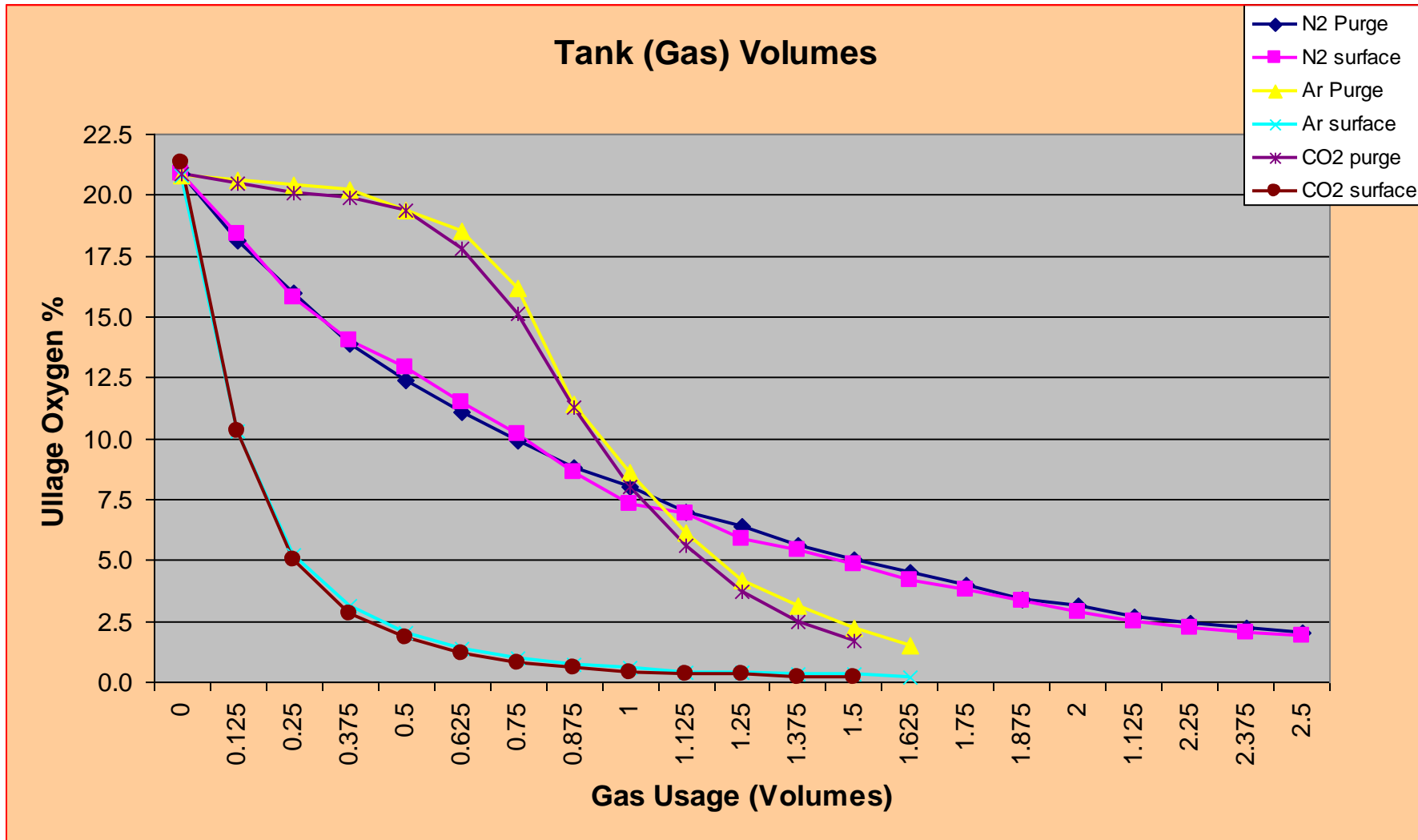
	Vins rouges	Vins rosés	Vins blancs et pétillants
100%Azote	●		
80%N <sub>2</sub> /20%CO <sub>2</sub>	●	●	●
80%Ar/20%CO <sub>2</sub>	●	●	●
100%CO <sub>2</sub>			●

# Mélange CO2/N2 optimum

## Lonvaud-Funel, effect of CO2/N2 mixtures

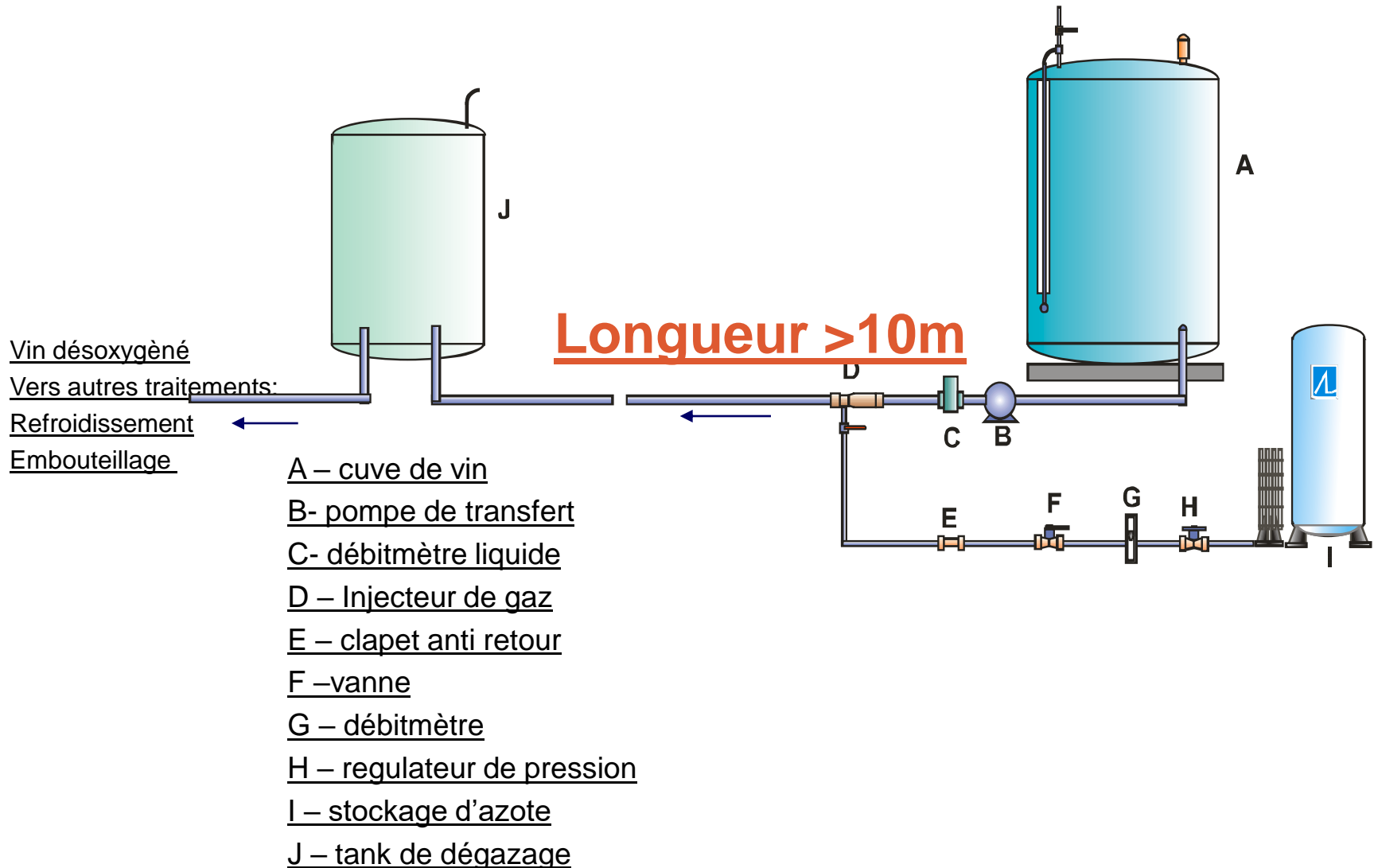


# Mélange CO2/N2 optimum



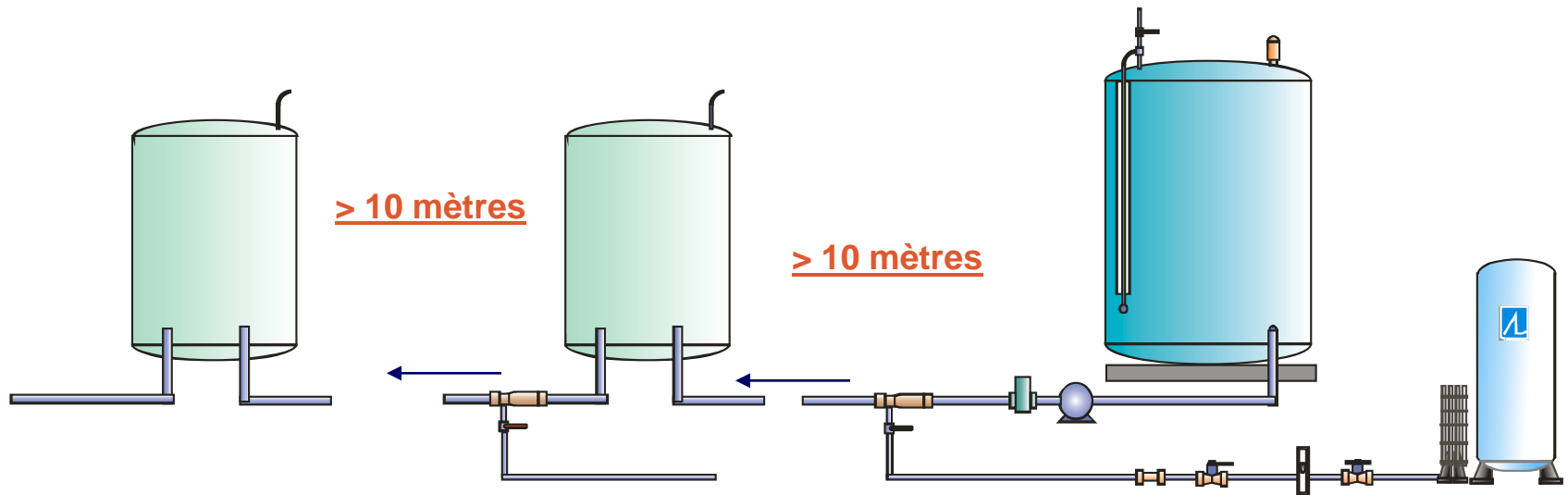
# AJUSTEMENT DES GAZ DISSOUS

## ■ Elimination de l'oxygène dissous en continu en 1 étape



# AJUSTEMENT DES GAZ DISSOUS

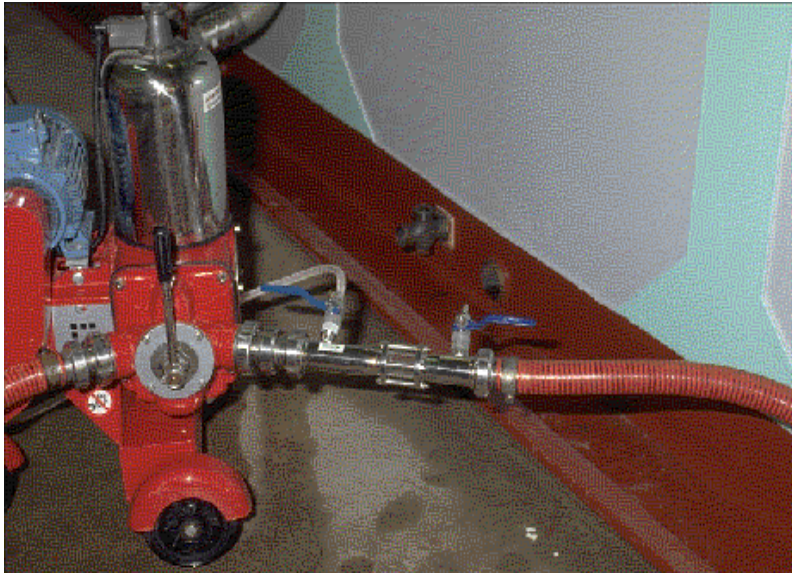
- Elimination de l'oxygène dissous en continu en 2 étapes





# AJUSTEMENT DES GAZ DISSOUS

- Reproductibilité de la qualité organoleptique du vin d'un millésime à l'autre
- Suppression des goûts de « réduits », des excédents de CO<sub>2</sub> ou d'oxygène
- Dosage précis de la quantité de gaz dissous dans le produit final



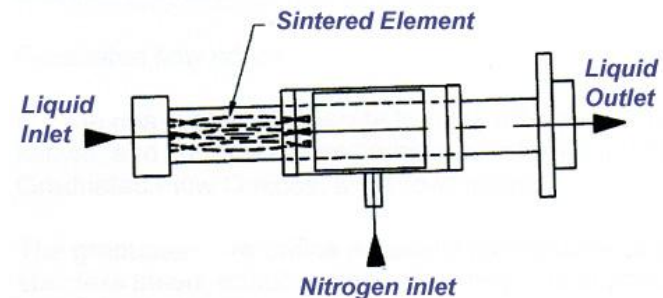
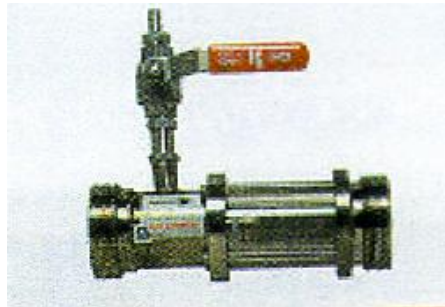
*Injecteur de gaz en sortie de pompe*

# SOLUBILITE DES GAZ DANS LES LIQUIDES

## 2/ SYSTEME DYNAMIQUE

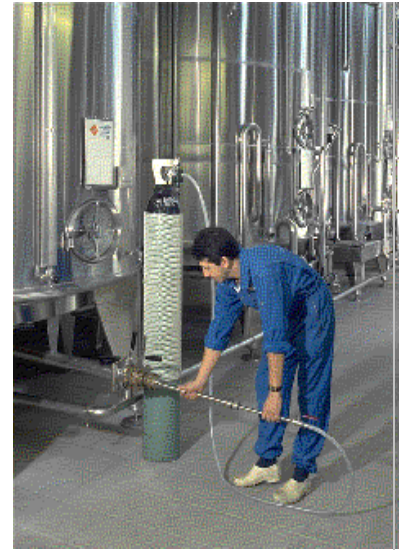
Même résultat que statique mais avec cinétique accélérée

- ⇒ Surface d'échange gaz/liquide accrue
- ⇒ Fines bulles de gaz, fractionnement du liquide
- ⇒ Matériel de transfert de gaz dans les liquides: injecteur poreux ...



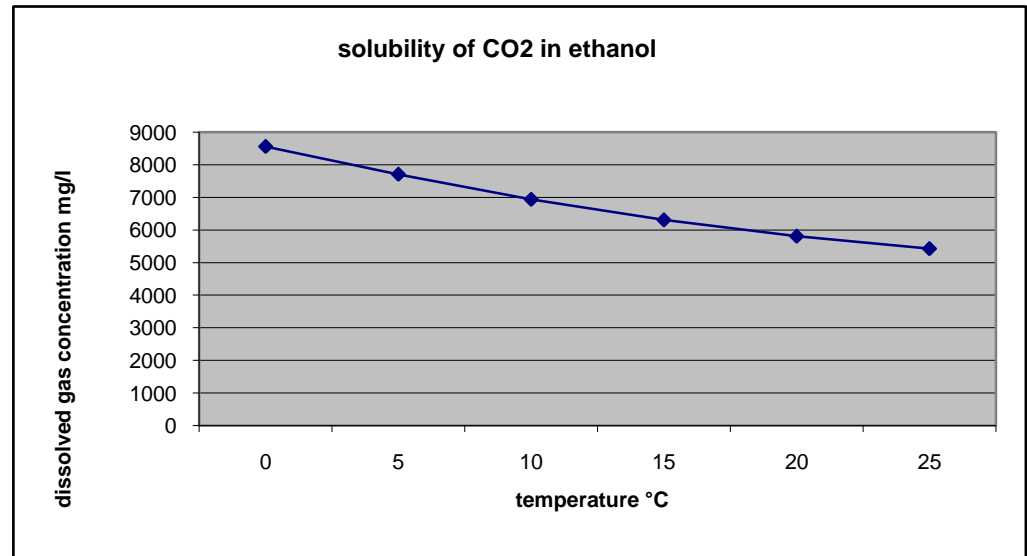
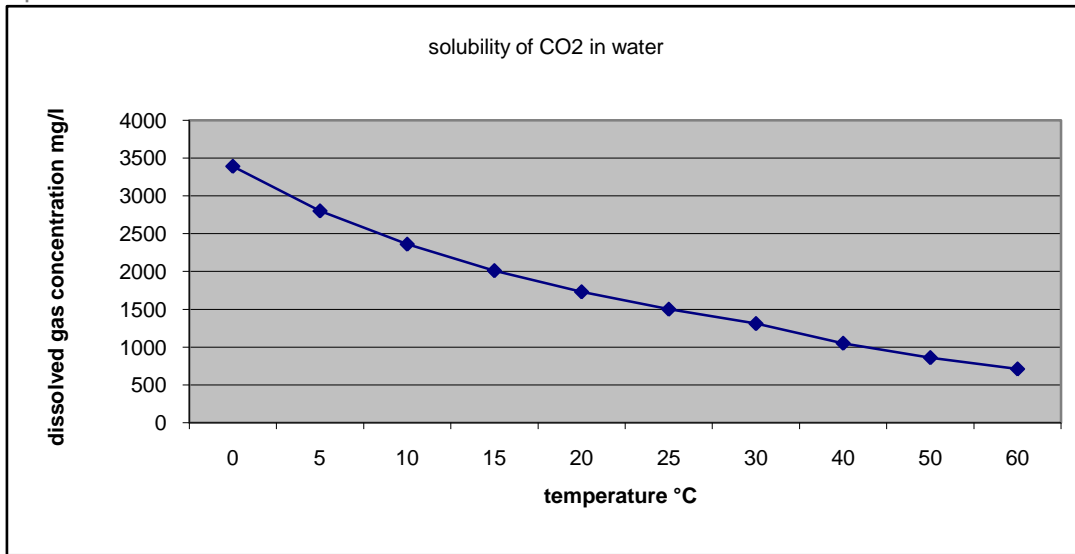
# L'HOMOGENEISATION A L'AZOTE

- Respect de la qualité du vin
  - Pas de risque d'introduction d'air
  - Pas de perte de degré alcoolique ni d'arômes
  - Pas d'échauffement local du vin
- Gain de temps
  - Remplacement des opérations d'homogénéisation mécanique
  - Temps de traitement court : de 5 à 20 mn
- Simplicité de mise en oeuvre
  - Peu de manipulation
  - Déplaçable facilement d'une cuve à l'autre
- Meilleure homogénéisation des températures et des couleurs



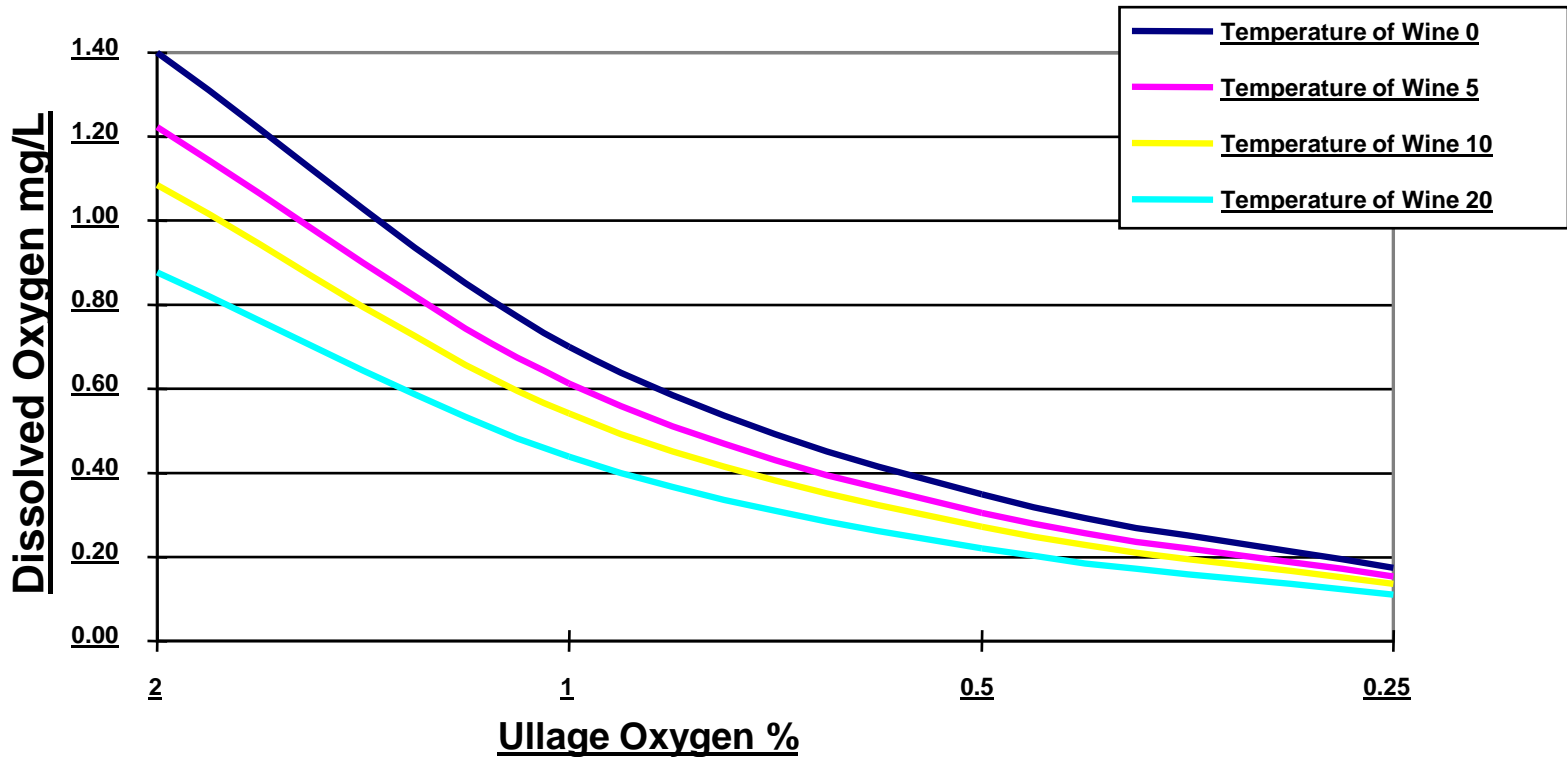
**Equipement Canne de brassage**

# Solubilité du CO<sub>2</sub> dans les liquides



# Control de l'oxygène dissous

***Effect of Gaseous Oxygen on Dissolved Oxygen***



# OXYGENE, SON ROLE DANS LE VIN



**Consommation théorique d'Oxygène**

**• du vin en fut de chêne:**


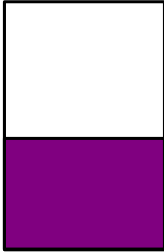
**-30ml/l par an**

**-soit 0,6ml/l par semaine**

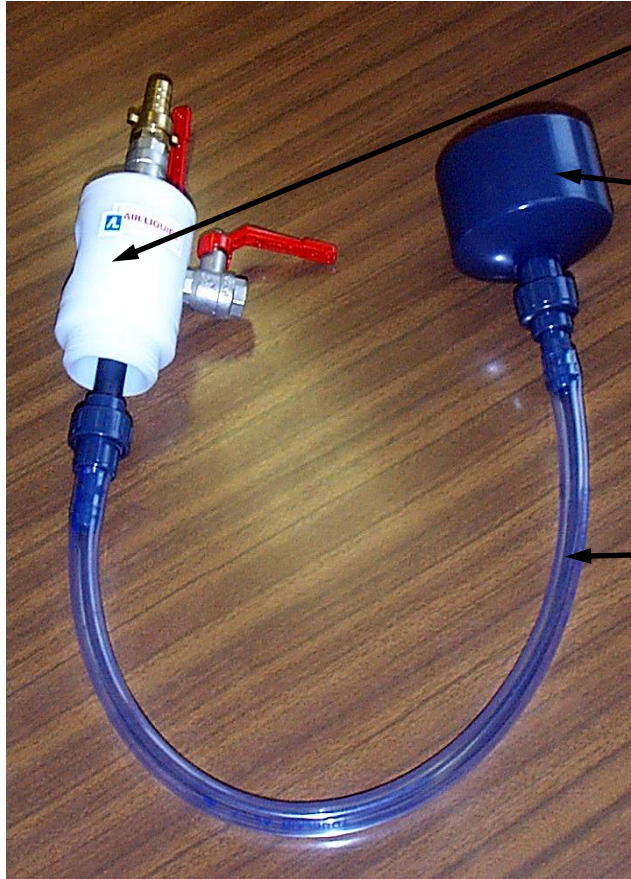
**:**



# L'ARGON LA SOLUTION D'INERTAGE

Caractéristique de la cuve au départ	Equipement des cuves	Techniques de protection du vin	Gaz utilisé
Cuve pleine 		GARDE-VIN (CHAPEAUX FLOTTANTS)  TECHNIQUE DE OUILLAGE  INERTAGE « CLASSIQUE »	-  -  N2 ou N2-CO2
Cuve incomplète 	2 orifices    1 orifice	GARDE-VIN (CHAPEAUX FLOTTANTS)  INERTAGE « CLASSIQUE » POSSIBLE (peu efficace si les 2 orifices sont rapprochés)  <b>INERTAGE AVEC ARGON/CO2</b>	-  N2 ou N2-CO2  80%Argon- 20%CO2

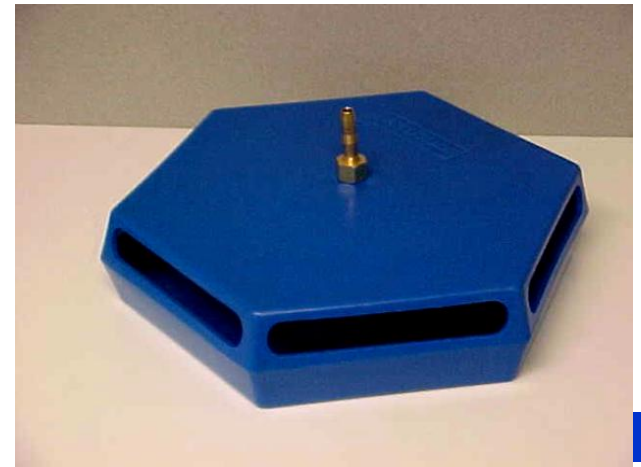
# L'ARGON LA SOLUTION D'INERTAGE



1/ " corps " qui se visse  
directement au sommet de la  
cuve

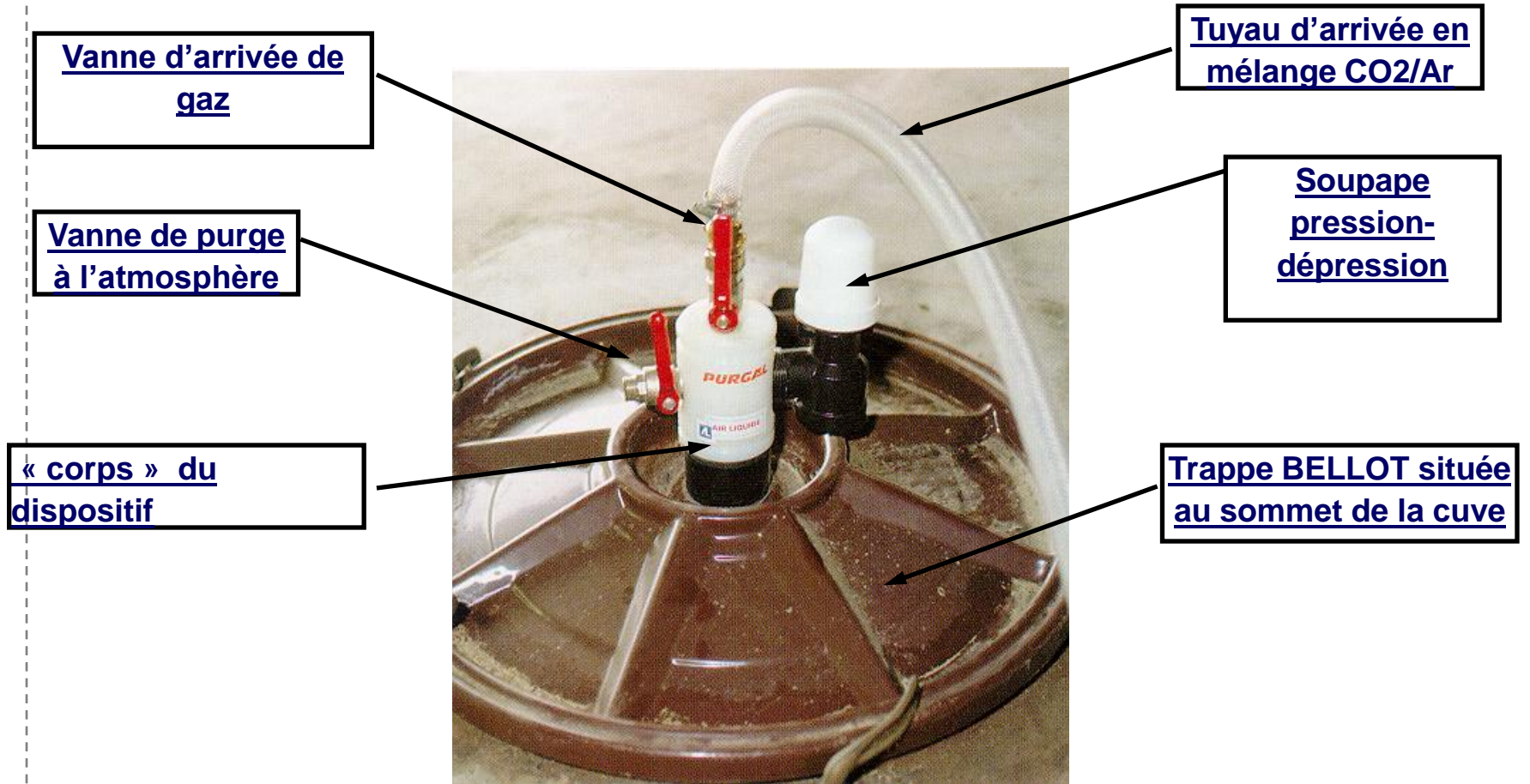
3/ diffuseur PVC

2/ tuyau de transfert





# L'ARGON LA SOLUTION D'INERTAGE



Appareil de connexion vissé sur une trappe BELLOT en sommet de cuve



# L'ARGON LA SOLUTION D'INERTAGE

## ■ PERFORMANCES

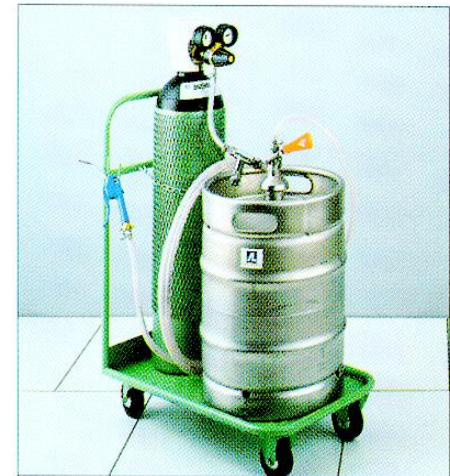
## ■ CONSOMMATIONS

	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>Ar/CO<sub>2</sub> (80% / 20%)</b>	<b>GAIN</b>
Purge	4 x 20 hl = 80 hl	2 x 20 hl = 40 hl	-50%
Soutirage	120 hl	120 hl	0
TOTAL	200 hl 2,0 m <sup>3</sup>	130 hl 1,6 m <sup>3</sup>	-20%



# L'OPERATION DE OUILLAGE A L 'AZOTE

- Respect de la qualité du vin stocké dans le fût inox
  - Vin inerté et poussé à l 'azote
  - Pas de risque d 'introduction d'air
  - Pas de perte de degré alcoolique ni d'arômes
- Gain de temps
  - Remplacement des opérations de ouillage par transvasements longs et pénibles
  - Disponibilité du vin de ouillage à tout moment
- Simplicité de mise en oeuvre
  - Peu de manipulation
  - Equipement pré-assemblé
  - Déplaçable facilement d une barrique à l'autre
  - Dosage précis par un pistolet ergonomique



Kit mobile de ouillage

# MICRO-OXYGENATION

- Obtention de vins rouges dont les caractéristiques correspondent aux attentes des marchés
- Degrés de maturité et de « vieillissement » plus rapide des produits
- Reproduction en cuves étanches (inox) des échanges d 'oxygène identiques à ceux obtenus en barrique
- Correction des goûts de réduit par injection contrôlée d 'oxygène pur

# INERTAGE A L'EMBOUTEILLAGE

- Protection du vin à long terme contre l'oxydation de l'air
- Non remise en cause des traitements antérieurs, de désoxygénation du vin
- Conservation au vin des caractéristiques finales souhaitées

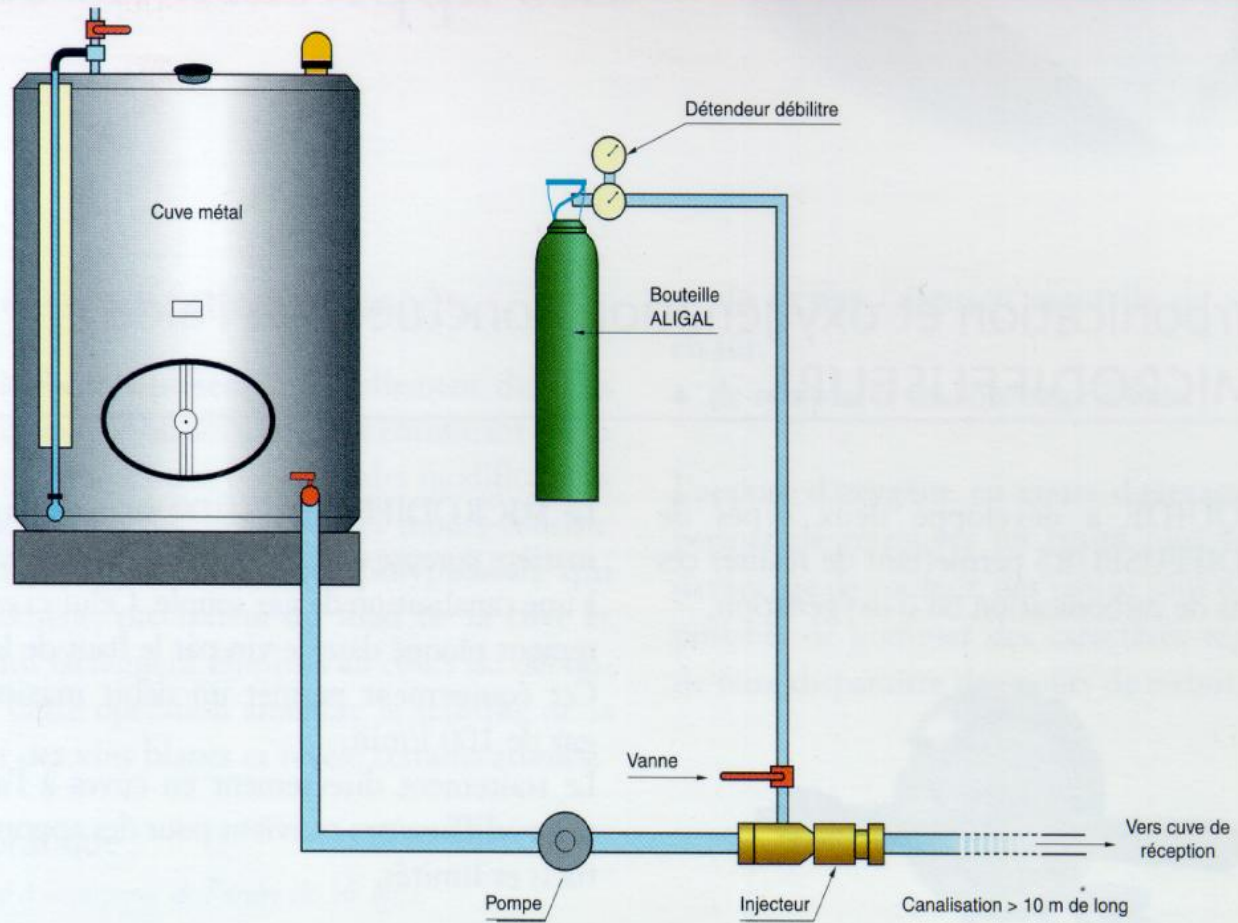


# INERTAGE LORS DU BOUCHAGE

- Supprimer la surpression entre le bouchon et le vin en injectant un gaz ou un mélange de gaz qui se dissout dans le liquide sans remettre en cause son goût
- Eviter ainsi les effets néfastes de la pression résiduelle après bouchage (bouteilles couleuses)

# carbonatation

## Principe d'une installation de carbonatation/décarbonication avec injecteur



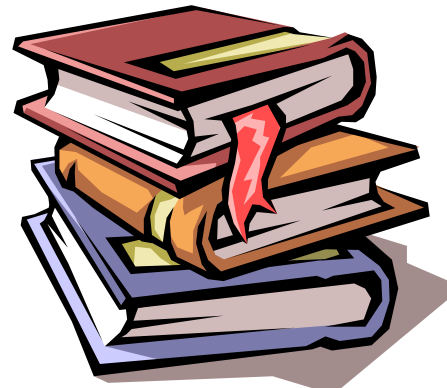
# UNE GAMME DE GAZ SPECIFIQUE A CHAQUE ETAPE DE VINIFICATION

	Pains de glace / pellets, CO2 liquéfié	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> bouteille tube plongeur	O <sub>2</sub>	Mélange 20%CO <sub>2</sub> /80%N <sub>2</sub>	Mélange 20%CO <sub>2</sub> /80%Ar
<b>1) Macération, fermentation</b>						
<b>Maitrise de la température</b>	X					
<b>Protection en phase pré-fermentaire</b>	X		X			
<b>Remontage</b>		X				
<b>Micro-diffusion (oxygénation de levures...)</b>				X		
<b>Hyperoxygénation</b>				X		
<b>2) Elevage</b>						
<b>Brassage</b>		X				
<b>Inertage</b>		X			X	X
<b>Ouillage de barriques</b>		X				
<b>Micro-diffusion</b>				X		
<b>Maitrise des gaz dissous :</b> Décarbonation- désoxygénation Carbonication		X	X			
<b>Transfert sous pression</b>		X			X	
<b>3) Embouteillage</b>						
<b>Bouchage sous CO2</b>			X			
<b>Purge de bouteilles vides</b>		X			X	
<b>Pousse sur filtre</b>		X			X	



# Qualité des Gaz- Réglementation

- Règlement CE n°178/2002 : traçabilité & étiquetage *applicable au 1er janvier 2005.*
- Règlement CE n°852/2004 : HACCP *applicable au 1er janvier 2006.*



# Règlements Concernant Le Monde Du Vin

- RÈGLEMENT (CE) N° 1493/1999 DU CONSEIL du 17 mai 1999 portant organisation commune du marché vitivinicole.
- Anciens règlements:  
Le cadre existant de l'organisation commune du marché vitivinicole a été mis en place par le règlement (CEE) n° 822/87(5), modifié en dernier lieu par le règlement (CE) n° 1627/98(6)

# Traçabilité, Règlement N°178/2002 (CE)

- Définition de la traçabilité:

« *Aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'emplacement de ce qui est examiné* », selon la norme ISO 9000.

- Objectif: rappel de lot rapide et efficace.

- Mise en place: système d'étiquetage ou d'identification des produits pour faciliter leur traçabilité donc leur retrait du marché, le cas échéant.

# HACCP, Règlement N°852/2004 (CE)

## ■ Définition HACCP:

« *méthode permettant la réduction de risques physiques, chimiques et microbiologiques identifiables à des niveaux acceptables dans les entreprises alimentaires.* » selon l'ASEPT.

## ■ Objectif:

« *les exploitants du secteur alimentaire mettent en place, appliquent et maintiennent une ou plusieurs procédures permanentes fondées sur les principes HACCP* », article 5 du règlement 852/2004.

=> système d'assurance en sécurité alimentaire.

## ■ Points particuliers:

- ✓ Les exigences concernant le système HACCP doivent prendre en considération les principes énoncés dans le Codex Alimentarius.
- ✓ Association principes HACCP – Bonnes Pratiques d'Hygiène.
- ✓ La souplesse est aussi nécessaire pour permettre le maintien des méthodes traditionnelles.

# European Regulatory Survey on Food

## ■ Directives:

- ✓ 1333/2008/EC Food additives & processing aid (labeling requirements)
- ✓ 89/396/EC Food lot marking regulation
- ✓ 93/43/EC General food hygiene of foodstuff (HACCP system)
- ✓ 95/2/EC Miscellaneous on food additives (CO<sub>2</sub>, Ar, He, N<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)  
Defines packaging gases and propellants
- ✓ 96/77/EC CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> - Purity criteria
- ✓ 2008/84/EC Ar, He, N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> - Purity criteria
- ✓ 2001/5/EC Propane, butane, iso-butane, H<sub>2</sub>
- ✓ 2002/82/EC Food definition – Traceability

## ■ Legislations: “Hygiene package”(merging, harmonizing and simplifying UE hygiene legislation (17dir.)

- ✓ EC178/2002 General principles & requirements (“food” definition, traceability)  
In force January 2005
- ✓ 852/2004 Hygiene of foodstuffs (“Food business” definition, HACCP mandatory) In force January 2006

## ■ EIGA documents (European industrial Gas Association):

- ✓ IGC Doc 125/04/E Guide to the supply of gases for use in food  
(HACCP bulk, cylinders, dry ice, on-site)
- ✓ EIGA 126/04/E Minimum specifications for food gas applications  
(EU, JECFA, gas specifications)

# Les différents gaz utilisés en Oenologie

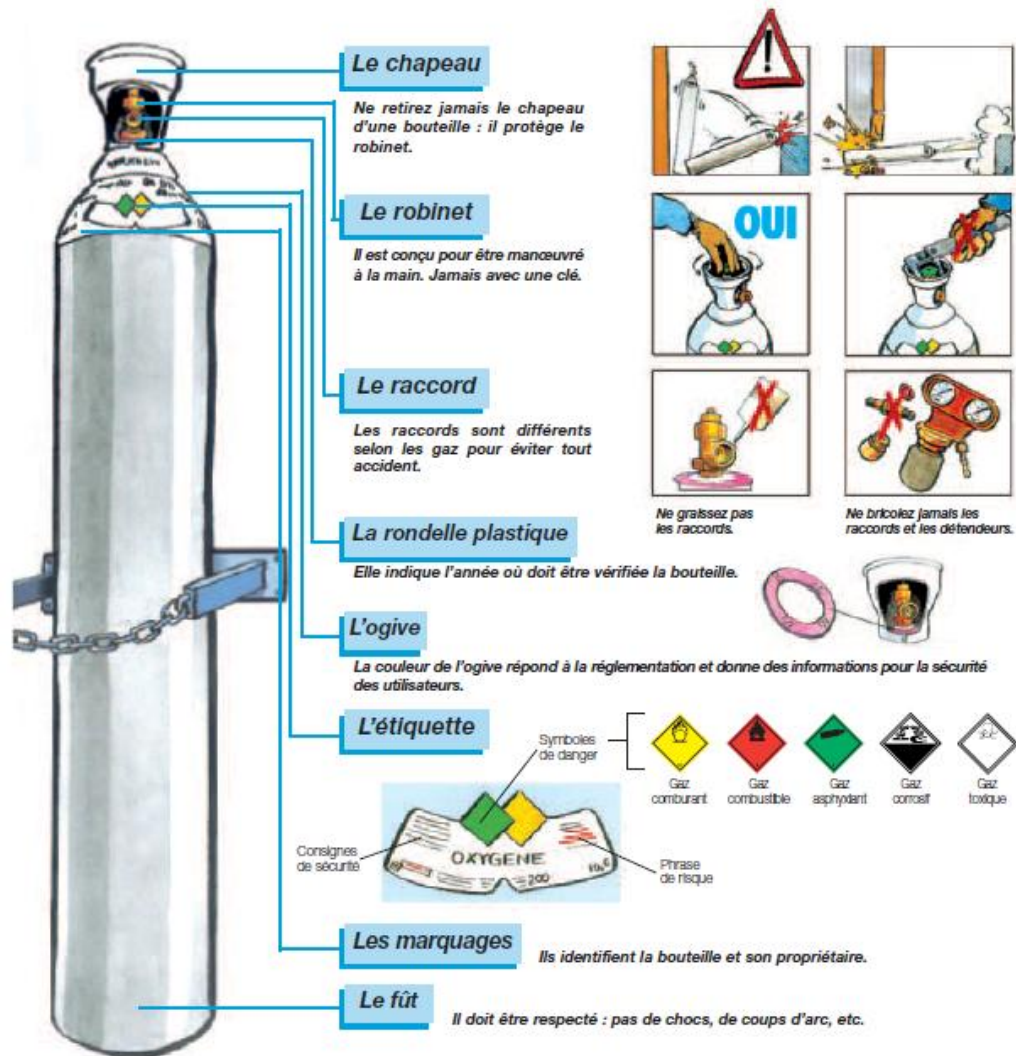


## Critères de pureté des gaz- Réglementation Européenne

Gaz	CO2	N2	N2O	Ar	He	O2
Additif	E 290	E 941	E 942	E 938	E 939	E 948
Pureté minimum (% vol.)	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Teneur en eau maxi (ppm)		500	500	500	500	500
Teneur en CO maxi (ppm)	10	10	30			
Teneur en huile maxi (mg/l)	0,1					
Teneur en CnHm maxi (ppm)*		100		100	100	100
Teneur en NO2/NO maxi (ppm)		10	10			
Teneur en O2 maxi (%)		1				

- La réglementation européenne ne définit pas de normes pour la qualité microbiologique des gaz.

## Mieux connaître la bouteille



### MANIPULEZ AVEC PRECAUTION



- Utilisez des gants de protection.
  - Ne manipulez pas à mains nues.
  - N'avez pas.
- Vous risquez de vous brûler.*



### TRANSPORTEZ SANS RISQUE

*Vous risquez l'asphyxie !*



- Placez la Carboglace dans un compartiment SEPARÉ et VENTILÉ.

### STOCKEZ LA CARBOGLACE EN TOUTE SECURITE



- Ne stockez pas en sous-sol ou dans un endroit confiné.
  - Aérez la zone de stockage.
  - Ne mettez pas la Carboglace dans un récipient hermétique même frigorifique.
- Vous risquez l'éclatement.*

### NE JOUEZ PAS AVEC LA CARBOGLACE

- Gardez la Carboglace hors de portée des enfants.
- Ils peuvent l'avaler, se brûler ou s'asphyxier !*







**Merci de votre attention**

