



ANALYSE DES MOÛTS ET DES VINS



Diplôme National d'Œnologue - 1^{ère} année

Intervenant : **Adriana Capozzi**

Contact : adriana.capozzi@umontpellier.fr



PLAN DU COURS

1. Analyses des moûts

- Masse volumique, teneur en sucre, pH, acidité totale, N ...

2. Analyses classiques des vins

- TAV, acidité volatile, SO₂ ...

3. Analyses instrumentales

- Chromatographie Phase Gazeuse



EXAMENS

Moûts et vins (environ 30-40 min)

Examen écrit (fin du semestre)



Questions de cours (définitions, schémas, protocoles)

Questions calculatoires



➤ INTRODUCTION

OBJECTIFS DES ANALYSES EN LABORATOIRE

- **Utilisation technologique**
Suivi analytique : vendange / vinification / vin fini
- **Utilisation administrative**
Respect du cadre réglementaire (réglementation européenne, agrément des AOC...)
- **Utilisation commerciale**
Attestation de la conformité réglementaire, stabilité du produit, validité internationale des produits (accréditations)
- **Sécurité alimentaire**



➤ INTRODUCTION

LES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ANALYSE

Soumises aux réglementations françaises et européennes

- Méthodes officielles
- Méthodes usuelles ou alternatives



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Journal officiel
des Communautés européennes

L 133
27^e année
1^{er} mai 1982

Table des matières

Legislation

Sommaire

1. Décret de la Commission de l'Organisation des appellations

* Règlement (CEE) n° 1108/82 de la Commission, du 21 avril 1982, relatif aux méthodes d'analyse officielles applicables dans le secteur du vin et au règlement (CEE) n° 2984/82

Matière :

1. Mises en œuvre et dispositions à l'égard d'elles	3
2. Données statistiques nationales	16
3. Travaux de recherche	71
4. Accords relatifs	83
5. Sécheresse	58
6. Céréales	11
7. Alcoolisme des céréales	42
8. Acides gras	64
9. Acidité totale	46

Règlement 1108/82 : déterminant les méthodes d'analyse applicables dans le secteur du vin → **Aspect juridique**

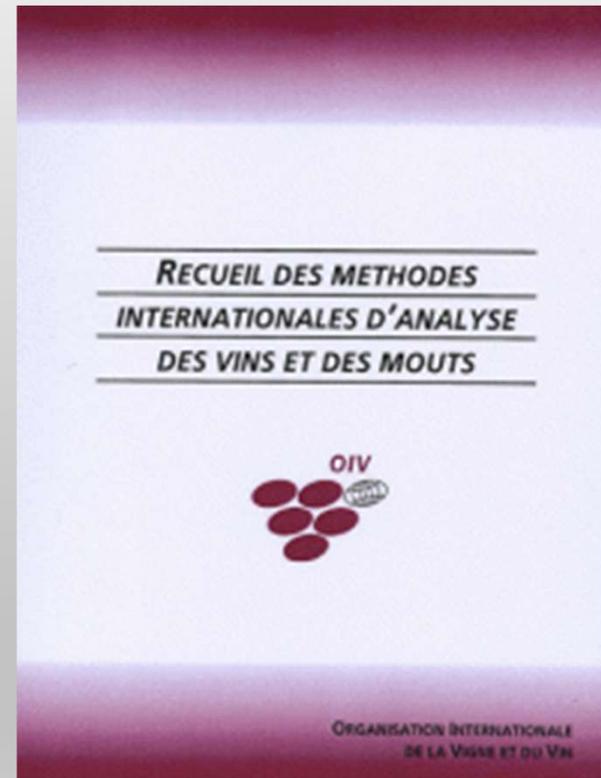


➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

OIV

Organisation Internationale
de la Vigne et du Vin



Recueil joue un grand rôle pour l'harmonisation des méthodes d'analyse



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

OIV = organisme intergouvernemental à caractère scientifique et technique



États membres : **46 pays** / 5 continents / **80 % production mondiale vin**



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Rôle de l'OIV

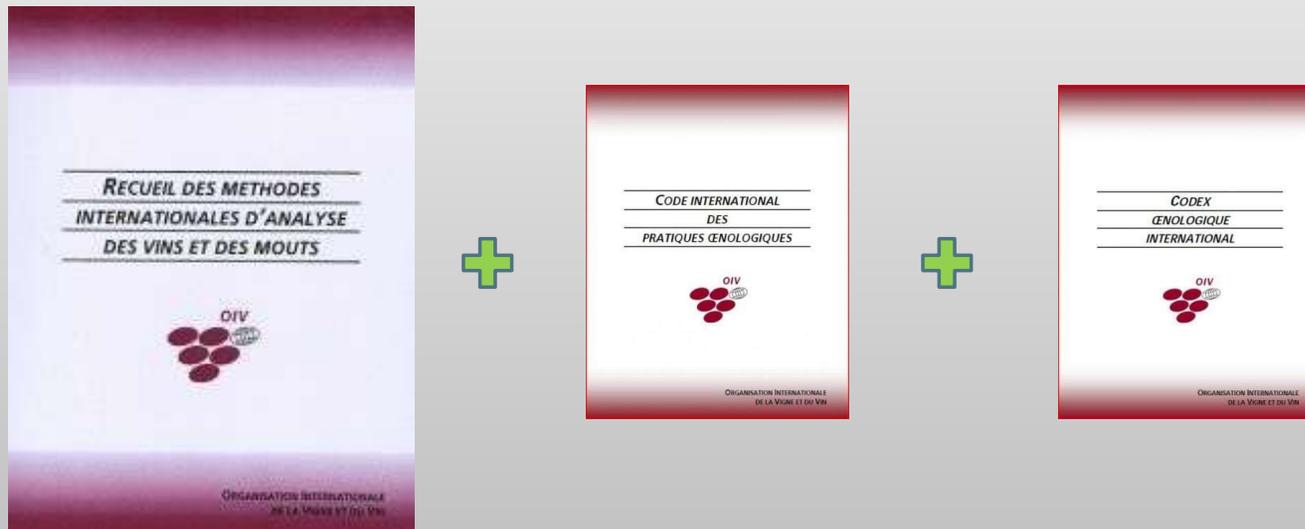
- Définition des produits de la vigne;
- Norme pour l'étiquetage des vins et des boissons spiritueuses à base de raisin;
- Description des cépages;
- Pratiques œnologiques;
- Codex œnologique international
- Pratiques environnementales pour la filière vitivinicole
- **Analyses des moûts et des vins**





➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles



Ensemble ouvrages ayant un intérêt scientifique, juridique et pratique évident et commun !

<http://www.oiv.int/fr/organisation-internationale-de-la-vigne-et-du-vin>



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Classification des méthodes officielles depuis 2000 :
RESOLUTION OIV OENO 9/2000

TYPE I : METHODE DE REFERENCE CRITERE

- Méthodes dites “justes”

TYPE II : METHODE DE REFERENCE

- Utilisables si Type I non applicable

TYPE III : METHODES DE REMPLACEMENT APPROUVEES

(Glucose et fructose par voie enzymatique)

TYPE IV : METHODE PROVISOIRE (Recherche des colorants de synthèse, mesure du potentiel d'oxydoréduction).



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Classification des méthodes officielles depuis 2000 :
RESOLUTION OIV OENO 9/2000

TYPE I
(METHODE DE REFERENCE CRITERE)

- Méthodes conventionnelles
- Validées par une chaîne interlaboratoire internationale

Exemple : Titre alcoométrique volumique, acidité totale, acidité volatile



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Exemple : acidité volatile

RECUEIL INTERNATIONAL DES METHODES D'ANALYSES – OIV
Acidité volatile

Méthode OIV-MA-AS313-02 Méthode Type I

Acidité volatile

1. Définition

L'acidité volatile est constituée par les acides appartenant à la série acétique qui se trouvent dans le vin à l'état libre et à l'état salifié.

2. Principe de la méthode

Titrage des acides volatils séparés du vin par entraînement à la vapeur d'eau et rectification des vapeurs.

Le vin est au préalable débarrassé du dioxyde de carbone.

L'acidité du dioxyde de soufre libre et du dioxyde de soufre combiné distillés dans ces conditions doit être retranchée de l'acidité du distillat.

L'acidité de l'acide sorbique éventuellement ajouté au vin doit également être retranchée.

Remarque : L'acide salicylique utilisé dans certains pays pour stabiliser les vins préalablement à l'analyse se retrouve en partie dans le distillat. Il est nécessaire de le doser et de le défalquer de l'acidité. La méthode de dosage est donnée en annexe de ce chapitre.

3. Appareillage

3.1. Appareil à entraînement à la vapeur d'eau composé :

- d'un générateur de vapeur d'eau; la vapeur d'eau produite doit être exempte de dioxyde de carbone,
- d'un barboteur,
- d'une colonne rectificatrice,
- d'un réfrigérant.

Cet appareil doit répondre aux trois essais suivants :

a) Placer dans le barboteur 20 ml d'eau bouillie; recueillir 250 ml de distillat et les additionner de 0,1 ml de solution 0,1 M d'hydroxyde de sodium et 2 gouttes de la solution de phénolphthaléine; la coloration rose doit être stable pendant au moins 10 secondes (vapeur d'eau exempte de dioxyde de carbone).

b) Placer dans le barboteur 20 ml d'une solution 0,1 M d'acide acétique. Recueillir 250 ml de distillat. Titrer avec la solution 0,1 M d'hydroxyde de sodium. Le volume versé doit être au moins égal à 19,9 ml. (acide acétique entraîné $\geq 99,5\%$).

OIV-MA-AS313-02 : R2009 1

RECUEIL INTERNATIONAL DES METHODES D'ANALYSES – OIV
Acidité volatile

c) Placer dans le barboteur 20 ml d'une solution M d'acide lactique. Recueillir 250 ml de distillat et titrer l'acidité avec la solution 0,1 M d'hydroxyde de sodium.

Le volume versé doit être inférieur ou égal à 1,0 ml (acide lactique distillé $\leq 0,5\%$).

Tout appareil ou toute technique qui satisfait à ces essais constitue un appareil ou une technique officielle internationale.

3.2. Trompe à vide d'eau.

3.3. Fiole à vide.

4. Réactifs

4.1. Acide tartrique cristallisé.

4.2. Solution 0,1 M d'hydroxyde de sodium.

4.3. Solution de phénolphthaléine à 1 p. 100 dans l'alcool à 96 % vol. neutre.

4.4. Acide chlorhydrique ($p_{20} = 1,18$ g/ml) dilué $\frac{1}{4}$ (v/v).

4.5. Solution 0,005 M d'iode.

4.6. Iodure de potassium cristallisé.

4.7. Empois d'amidon à 5 g/l :

Délayer 5 g d'amidon dans 500 ml d'eau environ. Porter à ébullition en agitant et maintenir l'ébullition pendant 10 minutes; ajouter 200 g de chlorure de sodium. Porter au litre après refroidissement.

4.8. Solution saturée de borate de sodium ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), soit environ 55 g/l à 20 °C.

4.9. Solution 0,1 M d'acide acétique.

4.10. Solution M d'acide lactique (pour la préparation, voir au chapitre *Acide lactique*, en 2. Réactifs).

5. Mode opératoire

5.1. **Réponse avant de l'échantillon** : élimination du dioxyde de carbone.

Placer environ 50 ml de vin dans une fiole à vide; agiter et en même temps faire le vide au moyen de la trompe à vide d'eau. L'agitation doit durer 1 à 2 min.

5.2. **Entraînement à la vapeur d'eau.**

Placer 20 ml de vin décarboniqué comme indiqué en 5.1 dans le barboteur. Ajouter 0,5 g environ d'acide tartrique. Recueillir au moins 250 ml de distillat.

5.3. **Titrage**

OIV-MA-AS313-02 : R2009 2

RECUEIL INTERNATIONAL DES METHODES D'ANALYSES – OIV
Acidité volatile

Titrer par la solution 0,1 M d'hydroxyde (3.2) de sodium en présence de 2 gouttes de solution de phénolphthaléine, soit n ml le volume versé.

Ajouter 4 gouttes d'acide chlorhydrique dilué $\frac{1}{4}$, 2 ml d'empois d'amidon et quelques cristaux d'iodure de potassium. Titrer le dioxyde de soufre libre par la solution 0,005 M d'iode.

Soit n' ml le volume versé.

Ajouter la solution saturée de borate de sodium jusqu'à réapparition de la coloration rose. Titrer le dioxyde de soufre combiné par la solution 0,005 M d'iode. Soit n'' ml le volume versé.

6. Expression des résultats

6.1. **Mode de calcul**

L'acidité volatile exprimée en milliéquivalents par litre avec une décimale sera :

$$5(n - 0,1n' - 0,05n'')$$

L'acidité volatile exprimée en g d'acide sulfurique par litre avec deux décimales sera :

$$0,245(n - 0,1n' - 0,05n'')$$

L'acidité volatile exprimée en g d'acide acétique par litre avec deux décimales sera :

$$0,300(n - 0,1n' - 0,05n'')$$

6.2. **Répétabilité (r) :**

$$r = 0,7 \text{ me/l}$$
$$r = 0,03 \text{ g d'acide sulfurique/l}$$
$$r = 0,04 \text{ g d'acide acétique/l}$$

6.3. **Reproductibilité (R) :**

$$R = 1,3 \text{ me/l}$$
$$R = 0,06 \text{ g d'acide sulfurique/l}$$
$$R = 0,08 \text{ g d'acide acétique/l}$$

6.4. **Cas d'un vin additionné d'acide sorbique.**

L'acide sorbique étant entraînable à la vapeur d'eau à 96 % pour un volume de distillat de 250 ml, son acidité doit être retranchée de l'acidité volatile, sachant que 100 mg d'acide sorbique correspondent à une acidité de 0,89 milliéquivalent, ou de 0,044 g d'acide sulfurique ou de 0,053 g d'acide acétique et connaissant la teneur en acide sorbique (mg/l) déterminée par ailleurs.

OIV-MA-AS313-02 : R2009 3



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Classification des méthodes officielles depuis 2000 :
RESOLUTION OIV OENO 9/2000

TYPE II (METHODE DE REFERENCE)

- Méthodes spécifiques, applicables en cas de litiges
- Validées par une chaîne interlaboratoire internationale

Exemple : Cas de litige, étallonage



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Classification des méthodes officielles depuis 2000 :
RESOLUTION OIV OENO 9/2000

TYPE III
(METHODE DE REMPLACEMENT APPROUVEE)

- Méthodes spécifiques
- Validées par une chaîne interlaboratoire internationale

Exemple: dosage du fructose et glucose par voie enzymatique



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Classification des méthodes officielles depuis 2000 :
RESOLUTION OIV OENO 9/2000

TYPE IV **(METHODE PROVISOIRE)**

- Méthodes conventionnelles ou spécifiques
- Ancienne méthodes usuelles de l'OIV
- Nouvelles méthodes
- Non validées par une chaîne interlaboratoire internationale ou en cours de validation



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Nouvelles méthodes

Méthodes manuelles classiques

Méthodes automatisées (IRTF, Séquentiel)



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

RECUEIL DES METHODES INTERNATIONALES D'ANALYSES – OIV
Guide de validation – Contrôle qualité

**Guide pratique pour la validation, le contrôle qualité, et
l'estimation de l'incertitude d'une méthode d'analyse
œnologique alternative**
(Résolution Oeno 10/2005)

Protocole de validation établi par l'OIV



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

RECUEIL INTERNATIONAL DES METHODES D'ANALYSES – OIV
Principe de validation - Méthodes usuelles – Méthodes de référence

Principe de validation des méthodes usuelles par rapport aux méthodes de référence

Résolution oeno 7/98

L'OIV reconnaît l'existence, à côté des méthodes d'analyse des vins décrites dans le Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts, de méthodes usuelles le plus souvent automatisées. Ces méthodes sont économiquement et commercialement importantes car elles permettent d'assurer un encadrement analytique complet et efficace autour de la production et de la mise en marché des vins. Par ailleurs, ces méthodes permettent la mise en oeuvre des moyens modernes d'analyse et le développement et l'adaptation des techniques d'analyse.

Méthodes plus adaptées aux
grands nombres d'échantillons

Ex : Utilisation de l'infrarouge
pour déterminer les paramètres
classiques (TAV, pH...)



Validation par rapport aux méthodes de référence



➤ INTRODUCTION

Les méthodes officielles

Méthodes de reference sont mises en place :

- **Pour homogénéiser les résultats**
- **Pour faciliter les échanges**
- **Pour utilisation en cas de contestation ou de litige**



➤ INTRODUCTION

POURQUOI ANALYSER UN VIN OU UN MOÛT ?

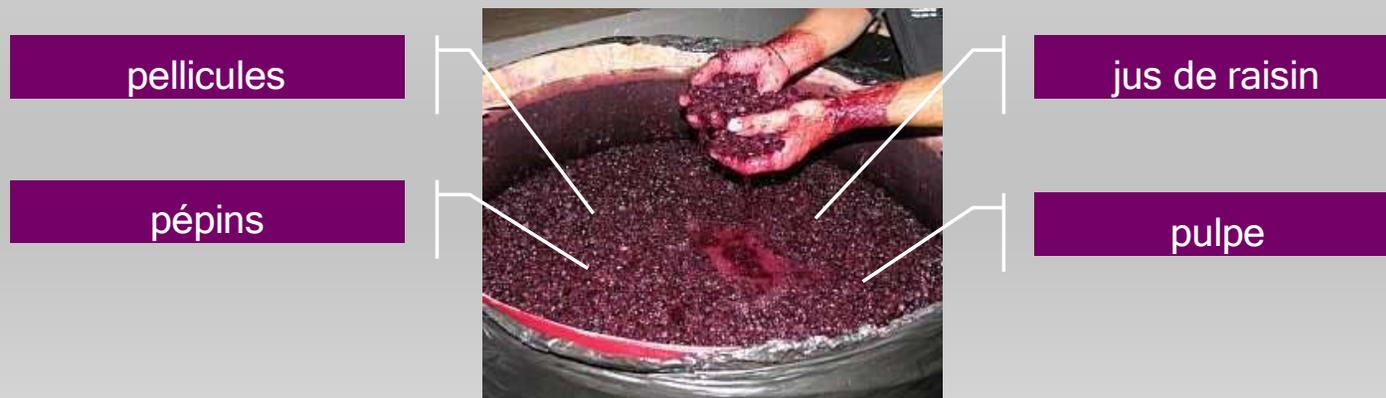
1. Garantie de qualité (acidité volatile, SO_2 ...)
2. Protection contre malfaçons (DGCCRF)
3. Agrément (AOP, IGP → TAV, sucres, SO_2 etc.)
4. Suivi de vinification (→ TAV, sucres, H_2M , HL)
5. Stabilité (→ Protéines, Fe, Cu...)
6. Transactions commerciales (→ TAV principalement)
7. Défauts (phénols volatils...)
8. Toxicité & allergènes (ochratoxine, lysozyme de l'œuf ...)
9. Recherche (précurseurs d'arômes, santé, impact N/levures...)



➤ ANALYSES DES MOÛTS

DÉFINITION DU MOÛT

« Jus de raisin non fermenté obtenu par foulage ou par pressurage, destiné à produire du vin par fermentation alcoolique »





➤ ANALYSES DES MOÛTS COMPOSITION DU MOÛT





➤ ANALYSES DES MOÛTS

Les différentes applications

- Contrôles de maturité
- Analyses des moûts avant et au cours de la fermentation



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Les analyses de base

- Richesse en sucres
- Acidité totale
- pH
- Azote

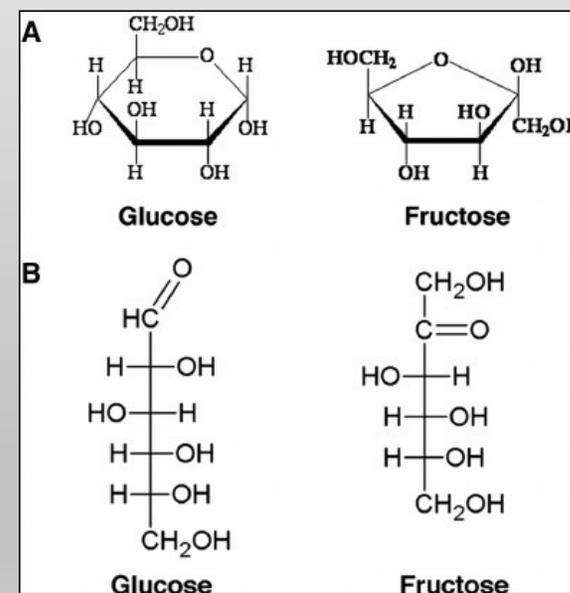


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Les analyses de base

Richesse en sucres

- Pour surveiller le processus de fermentation;
La quantité de sucres réducteurs restant dans le vin après fermentation aura une nette influence sur l'évolution et la qualité du vin.
- Pour estimer le titre alcoolique du futur vin.





➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Analyses Physiques

- Appréciation par mesure densimétrique
- Appréciation par réfractométrie

Analyses chimiques

- Dosage chimique des sucres réducteurs
- Dosage du Glucose et du Fructose



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par mesure densimétrique

Masse volumique et densité relative à 20°C

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Masse volumique (g.ml⁻¹)

Masse (g)

Volume (ml)

Exemple : 1,075 g/ml = 1075 g/L ou kg/m³

« La masse volumique ($\rho_{20^{\circ}\text{C}}$) est le quotient de la masse d'un certain volume de moût à 20°C par ce volume. Elle s'exprime en **grammes par millilitre**. »



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par mesure densimétrique

Masse volumique et densité relative à 20°C

1. Idée globale du vin fini (catégorie)

Vin sec contient $< 2 \text{ g.l}^{-1}$ sucre $\rightarrow 0,990 \text{ g.ml}^{-1} < \rho < 0,996 \text{ g.ml}^{-1}$

Vin doux $\rho > 1 \text{ g.ml}^{-1}$

2. Suivi puis terminaison de la fermentation

3. Fermentation languissante, arrêts de la fermentation



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par mesure densimétrique

Masse volumique et densité relative à 20°C

« La densité relative à 20°C ($d_{20^\circ}^{20^\circ}$) est le rapport exprimé en nombre décimal, de la masse volumique du moût à 20°C à la masse volumique de l'eau à la même température. »

$$d_{20^\circ}^{20^\circ} \text{moût} = \frac{\text{Masse volumique } (\rho) \text{ du moût à } 20^\circ\text{C}}{\text{Masse volumique de l'eau à la même température}}$$

$$d_{\text{EtOH}} = 0,78924$$

$$d_{\text{moût}} \gg 1$$



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par mesure densimétrique

Masse volumique et densité relative à 20°C

$$d_{20^{\circ}\text{moût}}^{20^{\circ}} = \rho_{\text{moût}}^{20^{\circ}} / \rho_{\text{eau}}^{20^{\circ}}$$

Par définition:

$$\rho_{\text{eau}}^{20^{\circ}} = 0,998203 \text{ g/ml}$$

$$\Rightarrow d_{20^{\circ}\text{moût}}^{20^{\circ}} = \rho_{\text{moût}}^{20^{\circ}} / 0,998203$$

$$d_{20^{\circ}\text{moût}}^{20^{\circ}} = 1,0018 * \rho_{\text{moût}}^{20^{\circ}}$$

Pas d'unités

Masse volumique de 1,075 → Densité relative à 20° C = 1,07694



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

Méthodes officielles TYPE I :

- PYCNOMETRIE
- BALANCE HYDROSTATIQUE
- RESONATEUR DE FLEXION

Traitements préalables

1. Décarbonation : $\text{CO}_2 \rightarrow$ Modification de ρ
2. Filtration ou centrifugation des moûts troubles



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

PYCNOMETRE



Détermination de la masse volumique du liquide par pesée sur une balance de précision à une température donnée;

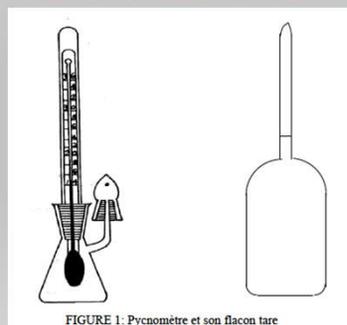


FIGURE 1: Pycnomètre et son flacon tare

Pycnomètre de Jaulmes (100mL) + thermomètre mobile.

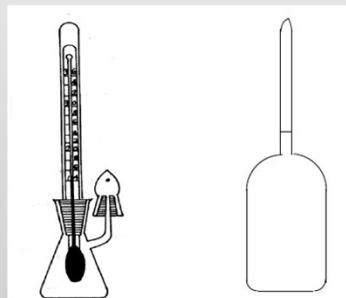


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

PYCNOMETRE



Constantes du pycnomètre

- Poids du pycnomètre a vide à 20 °C (Po)
- Volume du pycnomètre à 20 °C (Vo)
- Poids du flacon tare à 20 °C a vide (To)

Valeurs
inchangées



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

PYCNOMETRE

a) Flacon tare: ΔT (= $T_1 - T_0$)

Différence entre T_0 & le poids le jour de mesure (+ ou -) = Correction pour la poussée d'air

b) Pycnomètre: $P'o$: (= $P_0 \pm \Delta T$)

Poids du pycnomètre vide (donné) corrigé pour la poussée d'air

c) P_2

Poids du pycnomètre à t°C rempli du liquide

d) Masse volumique: $\rho_t = \frac{P_2 - P'o}{V} = \frac{\text{masse du liquide}}{\text{volume du liquide}} \text{ g/mL}$

e) Correction de la T °C (tables)

- Poids du pycnomètre vide à 20 °C (P_0)
- Volume du pycnomètre à 20 °C (V_0)
- Poids du flacon tare à 20 °C (T_0)

ANALYSE DES MOÛTS ET DES VINS



ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

PYCNOMETRE

Table des masses volumiques en fonction de la température.

TABLE III

Corrections c de température sur la masse volumique des moûts naturels et des moûts concentrés mesurée à t° à l'aide d'un pycnomètre en verre pyrex, pour ramener les résultats à 20°C ,

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{c}{1000} \quad \begin{array}{l} - \text{si } t^\circ \text{ est inférieur à } 20^\circ\text{C} \\ + \text{si } t^\circ \text{ est supérieure à } 20^\circ\text{C} \end{array}$$

		Masses volumiques																					
		1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36
Températures en °C	10	2,31	2,48	2,66	2,82	2,99	3,13	3,30	3,44	3,59	3,73	3,88	4,01	4,28	4,52	4,76	4,98	5,18	5,42	5,56	5,73	5,90	6,05
	11	2,12	2,28	2,42	2,57	2,72	2,86	2,99	3,12	3,25	3,37	3,50	3,62	3,85	4,08	4,29	4,48	4,67	4,84	5,00	5,16	5,31	5,45
	12	1,92	2,06	2,19	2,32	2,45	2,58	2,70	2,92	2,94	3,04	3,15	3,26	3,47	3,67	3,85	4,03	4,20	4,36	4,51	4,65	4,78	4,91
	13	1,72	1,84	1,95	2,06	2,17	2,27	2,38	2,48	2,58	2,69	2,78	2,89	3,05	3,22	3,39	3,55	3,65	3,84	3,98	4,11	4,24	4,36
	14	1,52	1,62	1,72	1,81	1,90	2,00	2,09	2,17	2,26	2,34	2,43	2,51	2,66	2,82	2,96	3,09	3,22	3,34	3,45	3,56	3,67	3,76
	15	1,28	1,36	1,44	1,52	1,60	1,67	1,75	1,82	1,89	1,96	2,04	2,11	2,24	2,36	2,48	2,59	2,69	2,79	2,88	2,97	3,03	3,10
	16	1,05	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,60	1,66	1,71	1,81	1,90	2,00	2,08	2,16	2,24	2,30	2,37	2,43	2,49
	17	0,80	0,86	0,90	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,37	1,44	1,51	1,57	1,62	1,68	1,72	1,76	1,80	1,84
	18	0,56	0,59	0,62	0,66	0,68	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,85	0,88	0,93	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,16	1,19	1,21	1,24
	19	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62
	20																						
21	0,29	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62	
22	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84	0,87	0,90	0,96	1,03	1,05	1,09	1,12	1,15	1,18	1,20	1,22	1,23	
23	0,89	0,94	0,99	1,03	1,08	1,12	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,44	1,51	1,57	1,63	1,67	1,73	1,77	1,80	1,82	1,94	
24	1,20	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,54	1,60	1,66	1,71	1,77	1,82	1,92	2,01	2,10	2,17	2,24	2,30	2,36	2,40	2,42	2,44	
25	1,51	1,59	1,66	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,23	2,30	2,42	2,53	2,63	2,72	2,82	2,89	2,95	2,99	3,01	3,05	
26	1,84	1,92	2,01	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42	2,50	2,58	2,65	2,73	2,87	3,00	3,13	3,25	3,36	3,47	3,57	3,65	3,72	3,79	
27	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,66	2,75	2,84	2,93	3,01	3,10	3,18	3,35	3,50	3,66	3,80	3,93	4,06	4,16	4,26	4,35	4,42	
28	2,50	2,62	2,74	2,85	2,96	3,07	3,18	3,28	3,40	3,50	3,60	3,69	3,87	4,04	4,21	4,36	4,50	4,64	4,75	4,86	4,94	5,00	
29	2,86	2,98	3,10	3,22	3,35	3,47	3,59	3,70	3,82	3,93	4,03	4,14	4,34	4,53	4,72	4,89	5,05	5,20	5,34	5,46	5,56	5,64	
30	3,20	3,35	3,49	3,64	3,77	3,91	4,05	4,17	4,30	4,43	4,55	4,67	4,90	5,12	5,39	5,51	5,68	5,94	5,96	6,09	6,16	6,22	

Note : On peut utiliser cette table pour transformer la densité d_{20}^t en d_{20}^{20}



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

Densimétrie électronique: **RÉSONATEUR DE FLEXION**



Le principe consiste à mesurer la période d'oscillation d'un tube contenant l'échantillon soumis à une excitation électromagnétique.

La masse volumique est liée à la période d'oscillation:

Relation linéaire entre la masse volumique et la période élevée au carré.

$$\rho = T^2 \times \left(\frac{C}{4\pi^2 V} \right) - \left(\frac{M}{V} \right)$$

ρ = masse volumique de l'échantillon

T = période de vibration induite

M = masse du tube vide

C = constante de rappel

V = volume de l'échantillon en vibration

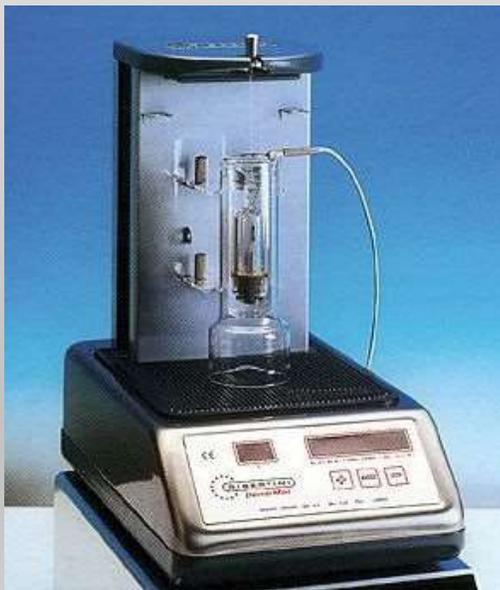


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

BALANCE HYDROSTATIQUE



Balance hydrostatique → principe d'Archimède

« Tout corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale, dirigée de bas en haut, égale au poids du fluide déplacé »

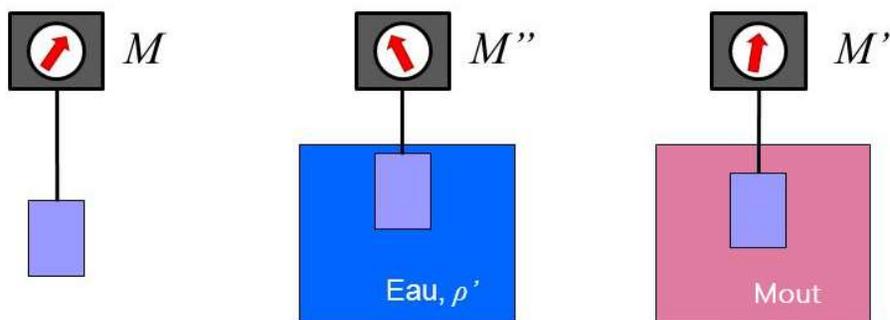


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

BALANCE HYDROSTATIQUE



$$\rho = \frac{M - M'}{M - M''}$$

M-M': masse de mout déplacée
M-M'': masse d'eau déplacée

1. Mesurez la masse du cylindre de mesure dans l'air;
2. Peser le cylindre dans l'eau;
3. Peser le cylindre dans le moût.

Attention : le cylindre ne doit pas toucher le fond.



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

Méthodes officielles TYPE IV :

● AREOMETRIE

Méthode physique qui permet la détermination de la masse volumique d'un liquide grâce au principe de la poussée d'Archimède.

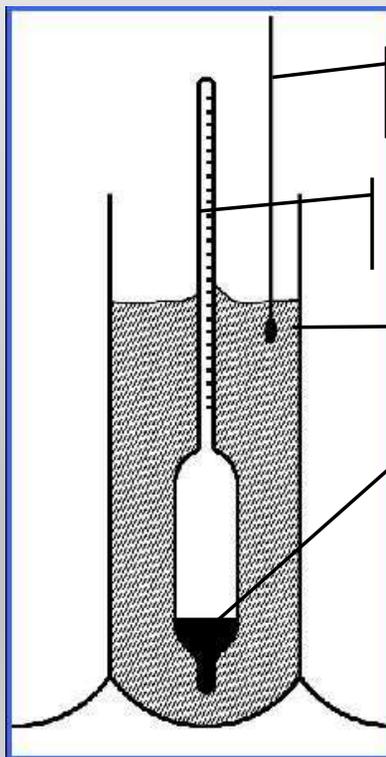




➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C



Thermomètre graduée au $\frac{1}{2}$ °C

Tige graduée cylindrique ≥ 3 mm de diamètre →
Gradué en **masse volumique** ou **densité** a 20° C

Eprouvette

Grenaille de plomb

Exemple de graduations des aréomètres

- Vins blancs : 0,983 à 1,003
- Vins doux ou **moûts** : **1,000 à 1,150**

Aréomètre

ANALYSE DES MOÛTS ET DES VINS



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

EXEMPLE 1:

ρ mesurée : 1,0660 g.ml⁻¹

à Température : 21,3 °C

		Masses volumiques																					
		1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36
Température en °C	10	2,17	2,34	2,52	2,68	2,85	2,99	3,16	3,29	3,44	3,58	3,73	3,86	4,13	4,36	4,60	4,82	5,02	5,25	5,39	5,56	-5,73	5,87
	11	2,00	2,16	2,29	2,44	2,59	2,73	2,86	2,99	3,12	3,24	3,37	3,48	3,71	3,94	4,15	4,33	4,52	4,69	4,85	5,01	5,15	5,29
	12	1,81	1,95	2,08	2,21	2,34	2,47	2,58	2,70	2,82	2,92	3,03	3,14	3,35	3,55	3,72	3,90	4,07	4,23	4,37	4,52	4,64	4,77
	13	1,62	1,74	1,85	1,96	2,07	2,17	2,28	2,38	2,48	2,59	2,68	2,77	2,94	3,11	3,28	3,44	3,54	3,72	3,86	3,99	4,12	4,24
	14	1,44	1,54	1,64	1,73	1,82	1,92	2,00	2,08	2,17	2,25	2,34	2,42	2,57	2,73	2,86	2,99	3,12	3,24	3,35	3,46	3,57	3,65
	15	1,21	1,29	1,37	1,45	1,53	1,60	1,68	1,75	1,82	1,89	1,97	2,03	2,16	2,28	2,40	2,51	2,61	2,71	2,80	2,89	2,94	3,01
	16	1,00	1,06	1,12	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,54	1,60	1,65	1,75	1,84	1,94	2,02	2,09	2,17	2,23	2,30	2,36	2,42
	17	0,76	0,82	0,86	0,91	0,96	1,00	1,05	1,09	1,14	1,18	1,22	1,25	1,32	1,39	1,46	1,52	1,57	1,63	1,67	1,71	1,75	1,79
	18	0,53	0,56	0,59	0,63	0,65	0,69	0,72	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,90	0,95	0,99	1,02	1,05	1,09	1,13	1,16	1,18	1,20
	19	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,43	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60
	20																						
	21	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,51	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60
	22	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78	0,81	0,84	0,87	0,93	0,97	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,17	1,19	1,19
23	0,85	0,90	0,95	0,99	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29	1,32	1,39	1,46	1,52	1,58	1,62	1,68	1,72	1,75	1,77	1,79	
24	1,15	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,48	1,54	1,60	1,65	1,71	1,76	1,86	1,95	2,04	2,11	2,17	2,23	2,29	2,33	2,35	2,37	
25	1,44	1,52	1,59	1,67	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,22	2,34	2,45	2,55	2,64	2,74	2,81	2,87	2,90	2,92	2,96	
26	1,76	1,84	1,93	2,02	2,10	2,18	2,25	2,33	2,41	2,49	2,56	2,64	2,78	2,91	3,03	3,15	3,26	3,37	3,47	3,55	3,62	3,60	
27	2,07	2,16	2,26	2,36	2,46	2,56	2,65	2,74	2,83	2,91	3,00	3,07	3,24	3,39	3,55	3,69	3,82	3,94	4,04	4,14	4,23	4,30	
28	2,39	2,51	2,63	2,74	2,85	2,96	3,06	3,16	3,28	3,38	3,48	3,57	3,75	3,92	4,08	4,23	4,37	4,51	4,62	4,73	4,80	4,86	
29	2,74	2,86	2,97	3,09	3,22	3,34	3,46	3,57	3,69	3,90	3,90	4,00	4,20	4,39	4,58	4,74	4,90	5,05	5,19	5,31	5,40	5,48	
30	3,06	3,21	3,35	3,50	3,63	3,77	3,91	4,02	4,15	4,28	4,40	4,52	4,75	4,96	5,16	5,35	5,52	5,67	5,79	5,91	5,99	6,04	



ANALYSE DES MOÛTS ET DES VINS

➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

EXEMPLE 1: Calcul facteur de correction

ρ mesurée : 1,0660 g.ml⁻¹ à Température : 21,3 °C

Step 1: Calcul $\Delta\rho$ en fonction de la variation de température

• À $\rho_{1,06}$: $\Delta 1^\circ\text{C} = 0,58 - 0,29 = 0,29 \rightarrow \Delta(21,3-21) = \Delta 0,3^\circ\text{C}$

Proportion:

$\Delta 1^\circ\text{C} : 0,29 = \Delta 0,3^\circ\text{C} : x \rightarrow x = 0,3 * 0,29 = 0,087$

• À $\rho_{1,07}$: $\Delta 1^\circ\text{C} = 0,61 - 0,31 = 0,30 \rightarrow \Delta 0,3^\circ\text{C} = 0,09$

Step 2: Calcul des nouvelles valeurs ρ à 21,3 degrés:

À 21,3 °C pour un $\rho_{1,06}$: $0,29 + 0,087 = 0,377$

À 21,3 °C pour un $\rho_{1,07}$: $0,31 + 0,09 = 0,40$

		Masses volumiques	
		1,06	1,07
C°	21	0,29	0,31
	22	0,58	0,61

↓ On imagine

		Masses volumiques	
		1,06	1,07
C°	21	0,29	0,31
	21,3	0,377	0,40



ANALYSE DES MOÛTS ET DES VINS

➤ ANALYSES DES MOÛTS Richesse en sucres

EXEMPLE 1:

ρ mesurée : 1,0660 g.ml⁻¹

à Température : 21,3 °C

		Masses volumiques	
		1,06	1,07
C°	21	0,29	0,31
	22	0,58	0,61

↓ On imagine

		Masses volumiques	
		1,06	1,0660
C°	21	0,29	
	21,3	0,377	0,3908

Step 3: Calcul $\Delta\rho$ à 21,3 °C:

$$\Delta\rho(1,07-1,06) = 0,01$$

$$\Delta\rho_{0,01} \text{ à } 21,3 \text{ °C} = 0,40 - 0,377 = 0,023$$

$$\Delta\rho (1,0660 - 1,06) = 0,006$$

Proportion:

$$0,01: 0,023 = 0,006: x \rightarrow$$

$$(0,023 * 0,006) / 0,01 = 0,0138$$

Step 4: Calcul ρ à 21,3 °C:

$$\text{Correction } 21,3 \text{ °C} / \rho_{1,066} = 0,377 + 0,0138 = 0,3908$$

$$\begin{aligned} \rho_{20^\circ\text{C}} &= \rho_m + [(0,3908) / 1000] \\ &= 1,066 + 0,0003908 \\ &= 1,06639 \end{aligned}$$

$$\rho_{20^\circ\text{C}} = 1,0664 \text{ g.ml}^{-1}$$

Toujours 4 chiffres
decimales !



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

EXEMPLE 2

ρ mesurée : 1,087 g.ml⁻¹ à Température : 22,6 °C

ρ g/ml →	<u>1,08</u>	<u>1,09</u>
	<u>Facteur de correction</u>	
22 °C	0,64	0,67
23 °C	0,99	1,04

ρ 20°C ?



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

EXEMPLE 2: $\rho_{\text{mesurée}} : 1,087 \text{ g.ml}^{-1}$ à Température : 22,6 °C

$\rho \text{ g/ml} \rightarrow$	<u>1,08</u>	<u>1,09</u>
	<u>Facteur de correction</u>	
22 °C	0,64	0,67
23 °C	0,99	1,04

À $\rho_{1,08} : \Delta 1^\circ\text{C} = 0,99 - 0,64 = 0,35 \rightarrow \Delta 0,6^\circ\text{C} = 0,21$

À $\rho_{1,09} : \Delta 1^\circ\text{C} = 1,04 - 0,67 = 0,37 \rightarrow \Delta 0,6^\circ\text{C} = 0,222$

À 22,6 °C pour un $\rho_{1,08} : 0,64 + 0,21 = 0,85$

À 22,6 °C pour un $\rho_{1,09} : 0,67 + 0,222 = 0,892$

$\Delta\rho_{0,01}$ à 22,6 °C = $0,892 - 0,85 = 0,042$

$\Delta\rho (1,087 - 1,08) = (0,042 \times 0,007) / 0,01 = 0,0294$

Correction 22,6 °C / $\rho_{1,087} = 0,85 + 0,0294 = 0,8794$

$$\begin{aligned} \rho_{20^\circ\text{C}} &= \rho_t + (0,8794) / 1000 \\ &= 1,087 + 0,0008794 \\ &= 1,08787 \end{aligned}$$



$\rho_{20^\circ\text{C}} = 1,0879 \text{ g.ml}^{-1}$



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

EXEMPLE 3

ρ mesurée : 1,113 g.ml⁻¹ à Température : 24,2 °C

ρ g/ml →

1,11

1,12

Facteur de correction

24°C

1,54

1,6

25°C

1,95

2,02

ρ 20°C ?



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Masse volumique et densité relative à 20°C

EXEMPLE 3: $\rho_{\text{mesurée}} : 1,113 \text{ g.ml}^{-1}$ à Température : 24,2 °C

$$\text{À } \rho_{1,11} : \Delta 1^{\circ}\text{C} = 1,95 - 1,54 = 0,41 \rightarrow \Delta 0,2^{\circ}\text{C} = 0,082$$

$$\text{À } \rho_{1,12} : \Delta 1^{\circ}\text{C} = 2,02 - 1,60 = 0,42 \rightarrow \Delta 0,2^{\circ}\text{C} = 0,084$$

$$\text{À } 24,2^{\circ}\text{C pour un } \rho_{1,11} : 1,54 + 0,082 = 1,622$$

$$\text{À } 24,2^{\circ}\text{C pour un } \rho_{1,13} : 1,60 + 0,084 = 1,684$$

$$\Delta\rho_{0,01} \text{ à } 24,2^{\circ}\text{C} = 1,684 - 1,622 = 0,062$$

$$\Delta\rho (1,113 - 1,11) = (0,062 \times 0,003) / 0,01 = 0,0186$$

$$\text{Correction } 24,2^{\circ}\text{C} / \rho_{1,113} = 1,622 + 0,0186 = 1,6406$$

$$\begin{aligned} \rho_{20^{\circ}\text{C}} &= \rho_t + (1,6406) / 1000 \\ &= 1,1146 \end{aligned}$$



$$\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 1,1146 \text{ g.ml}^{-1}$$



➤ ANALYSES DES MOÛTS

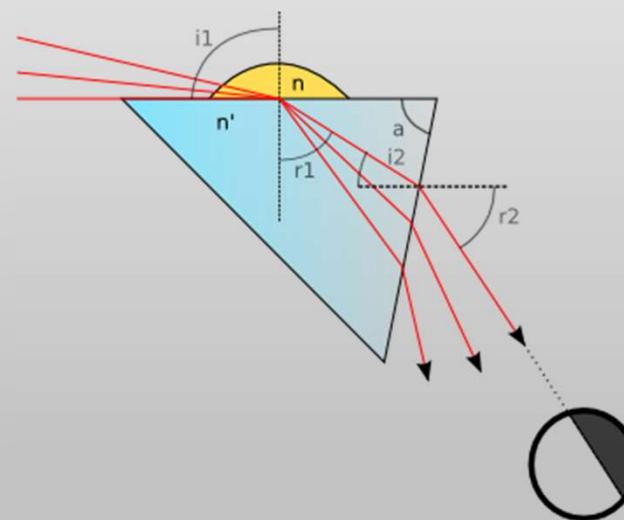
Richesse en sucres

Appréciation par réfractométrie

Réfractomètre d'Abbe



Déviation de la lumière à cause de la différence de l'indice de réfraction des deux milieux



<i>n</i> Eau	1,333
<i>n</i> solution 95g/l sucres	1,3495
<i>n</i> solution 200 g/l sucres	1,3650

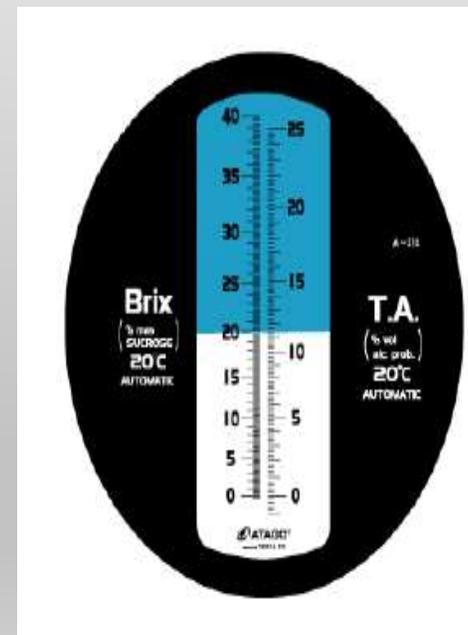
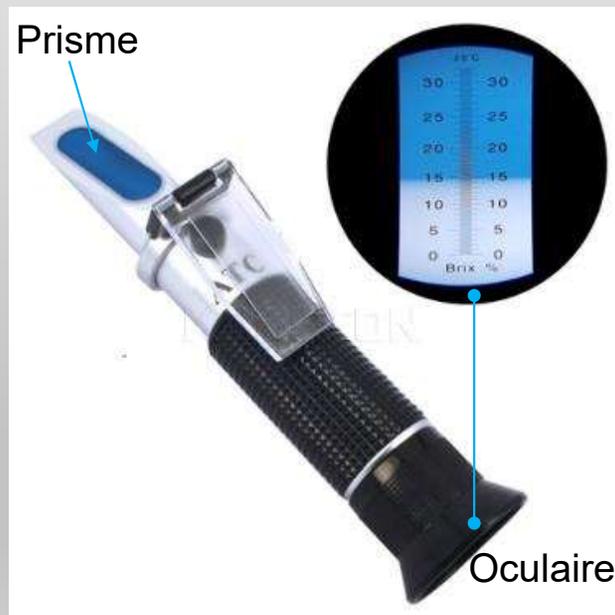


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par réfractométrie

Refractomètre à main (Usuelle)



Fréquemment utilisé sur le **terrain** en œnologie



évaluation de la **quantité de sucres dans les moûts**



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par réfractométrie

Différentes unités de densité pour moûts

Degré BRIX ° (Adolf Ferdinand Wenceslaus Brix)

1 degré brix (%) = 1 g de matière sèche ou de saccharose dans 100 g de mout

Degré BAUME (°B) (Antoine Baumé (1728-1804))

(1°B = 1,75 % sucre)

Degré OESCHLE (DO) (Christian Ferdinand Oechsle)

L'unité du troisième ordre décimale de la densité à 15°C

si $\rho_{\text{mout}15^{\circ}\text{C}} = 1,0905$ → DO = 90,5

ANALYSE DES MOÛTS ET DES VINS



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par réfractométrie

Refractomètre à main (Usuelle)

Classiquement, les réfractomètres sont réglés à **20°C** → **Correction de température**

Correction de température - Appareils gradués en **% en masse de saccharose** : utiliser la Table I pour la correction de température.

1 Degré brix (%) = 1 g de saccharose dans 100 g de solution



Conversion finale en g/L de sucres
(important pour ensuite calculer le degré d'alcool probable).

Correction à apporter dans le cas où le pourcentage en masse de saccharose a été déterminé à une température différente de 20 °C.

Température °C	Titre massique mesuré en %													
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
5	-0.82	-0.87	-0.92	-0.95	-0.99									
6	-0.80	-0.82	-0.87	-0.90	-0.94									
7	-0.74	-0.78	-0.82	-0.84	-0.88									
8	-0.69	-0.73	-0.76	-0.79	-0.82									
9	-0.64	-0.67	-0.71	-0.73	-0.75									
10	-0.59	-0.62	-0.65	-0.67	-0.69	-0.71	-0.72	-0.73	-0.74	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75
11	-0.54	-0.57	-0.59	-0.61	-0.63	-0.64	-0.65	-0.66	-0.67	-0.68	-0.68	-0.68	-0.68	-0.67
12	-0.49	-0.51	-0.53	-0.55	-0.56	-0.57	-0.58	-0.59	-0.60	-0.60	-0.61	-0.61	-0.60	-0.60
13	-0.43	-0.45	-0.47	-0.48	-0.50	-0.51	-0.52	-0.52	-0.53	-0.53	-0.53	-0.53	-0.53	-0.53
14	-0.38	-0.39	-0.40	-0.42	-0.43	-0.44	-0.44	-0.45	-0.45	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.45
15	-0.32	-0.33	-0.34	-0.35	-0.36	-0.37	-0.37	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38
16	-0.26	-0.27	-0.28	-0.28	-0.29	-0.30	-0.30	-0.30	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.30
17	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.22	-0.22	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23
18	-0.13	-0.14	-0.14	-0.14	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
19	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
20	0													0
	R É F É R E N C E													
21	+0.07	+0.07	+0.07	+0.07	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08	+0.08
22	+0.14	+0.14	+0.15	+0.15	+0.15	+0.15	+0.16	+0.16	+0.16	+0.16	+0.16	+0.16	+0.15	+0.15
23	+0.21	+0.22	+0.22	+0.23	+0.23	+0.23	+0.23	+0.24	+0.24	+0.24	+0.24	+0.23	+0.23	+0.23
24	+0.29	+0.29	+0.30	+0.30	+0.31	+0.31	+0.31	+0.32	+0.32	+0.32	+0.32	+0.31	+0.31	+0.31
25	+0.36	+0.37	+0.38	+0.38	+0.39	+0.39	+0.40	+0.40	+0.40	+0.40	+0.40	+0.39	+0.39	+0.39
26	+0.44	+0.45	+0.46	+0.46	+0.47	+0.47	+0.48	+0.48	+0.48	+0.48	+0.48	+0.47	+0.47	+0.46
27	+0.52	+0.53	+0.54	+0.55	+0.55	+0.56	+0.56	+0.56	+0.56	+0.56	+0.56	+0.55	+0.55	+0.54
28	+0.60	+0.61	+0.62	+0.63	+0.64	+0.64	+0.64	+0.65	+0.65	+0.64	+0.64	+0.64	+0.63	+0.62
29	+0.68	+0.69	+0.70	+0.71	+0.72	+0.73	+0.73	+0.73	+0.73	+0.73	+0.72	+0.72	+0.71	+0.70
30	+0.77	+0.78	+0.79	+0.80	+0.81	+0.81	+0.81	+0.82	+0.81	+0.81	+0.81	+0.80	+0.79	+0.78
31	+0.85	+0.87	+0.88	+0.89	+0.89	+0.90	+0.90	+0.90	+0.90	+0.90	+0.89	+0.88	+0.87	+0.86
32	+0.94	+0.95	+0.96	+0.97	+0.98	+0.99	+0.99	+0.99	+0.99	+0.99	+0.98	+0.97	+0.96	+0.94
33	+1.03	+1.04	+1.05	+1.06	+1.07	+1.08	+1.08	+1.08	+1.07	+1.07	+1.06	+1.05	+1.03	+1.02
34	+1.12	+1.19	+1.15	+1.15	+1.16	+1.17	+1.17	+1.17	+1.16	+1.15	+1.14	+1.13	+1.12	+1.10
35	+1.22	+1.23	+1.24	+1.25	+1.25	+1.26	+1.26	+1.25	+1.25	+1.24	+1.23	+1.21	+1.20	+1.18
36	+1.31	+1.32	+1.33	+1.34	+1.35	+1.35	+1.35	+1.35	+1.34	+1.33	+1.32	+1.30	+1.28	+1.26
37	+1.41	+1.42	+1.43	+1.44	+1.44	+1.44	+1.44	+1.44	+1.43	+1.42	+1.40	+1.38	+1.36	+1.34
38	+1.51	+1.52	+1.53	+1.53	+1.54	+1.54	+1.53	+1.53	+1.52	+1.51	+1.49	+1.47	+1.45	+1.42
39	+1.61	+1.62	+1.62	+1.63	+1.63	+1.63	+1.63	+1.62	+1.61	+1.60	+1.58	+1.56	+1.53	+1.50
40	+1.71	+1.72	+1.72	+1.73	+1.73	+1.73	+1.72	+1.71	+1.70	+1.69	+1.67	+1.64	+1.62	+1.59



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par réfractométrie

Densimétrie & Réfractométrie

Appareils gradués en indices de réfraction:

Reporter l'indice mesuré à t °C dans la Table II pour obtenir (colonne 1) la valeur correspondante du pourcentage en masse de saccharose à t °C. Cette valeur est corrigée de la température et exprimée à 20 °C au moyen de la Table I.

RECUEIL INTERNATIONAL DES METHODES D'ANALYSES – OIV Evaluation de la teneur en sucre - réfractométrie

TABLEAU II

Tableau donnant la teneur en sucres des moûts et des moûts concentrés en grammes par litre et en grammes par kilogramme, déterminée au moyen d'un réfractomètre gradué, soit en pourcentage en masse de saccharose à 20 °C, soit en indice de réfraction à 20 °C. La masse volumique et le titre alcoométrique volumique en puissance %vol à 20 °C sont également donnés.

Saccharose % (m/m)	Indice de réfraction à 20 °C	Masse volumique à 20 °C	Sucres en g/l	Sucres en g/kg	TAV % vol à 20 °C
10.0	1.34782	1.0391	82.2	79.1	4.89
10.1	1.34798	1.0395	83.3	80.1	4.95
10.2	1.34813	1.0399	84.3	81.1	5.01
10.3	1.34829	1.0403	85.4	82.1	5.08
10.4	1.34844	1.0407	86.5	83.1	5.14
10.5	1.34860	1.0411	87.5	84.1	5.20
10.6	1.34875	1.0415	88.6	85.0	5.27
10.7	1.34891	1.0419	89.6	86.0	5.32
10.8	1.34906	1.0423	90.7	87.0	5.39
10.9	1.34922	1.0427	91.8	88.0	5.46
11.0	1.34937	1.0431	92.8	89.0	5.52
11.1	1.34953	1.0436	93.9	90.0	5.58
11.2	1.34968	1.0440	95.0	91.0	5.65
11.3	1.34984	1.0444	96.0	92.0	5.71
11.4	1.34999	1.0448	97.1	92.9	5.77
11.5	1.35015	1.0452	98.2	93.9	5.84
11.6	1.35031	1.0456	99.3	94.9	5.90
11.7	1.35046	1.0460	100.3	95.9	5.96
11.8	1.35062	1.0464	101.4	96.9	6.03
11.9	1.35077	1.0468	102.5	97.9	6.09



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Appréciation par réfractométrie

Mesurer la quantité des sucres présents dans le raisin

→ prévision du degré d'alcool potentiel

TAVP = Titre Alcoométrique Volumique Probable

= taux de conversion SUCRES $\xrightarrow{\text{levures}}$ ALCOOL



Adoption par la plupart des décrets de contrôle des AOC

Taux de conversion sucre-alcool (avec levures LSA) g/L pour 1% volume

Vinification en blanc	Vinification en rosé	Vinification en rouge
15,5-16	16,5-17	17-17,5

Sans tenir compte de la couleur du vin



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres



Mesure par réfractométrie

Table de correction de la
température + table de
correspondance

Teneur en
sucres (g/L)

$$\text{TAVP (en \% vol.)} = \frac{\text{teneur en sucres du moût (en g/L)}}{\text{rendement en alcool des levures}}$$

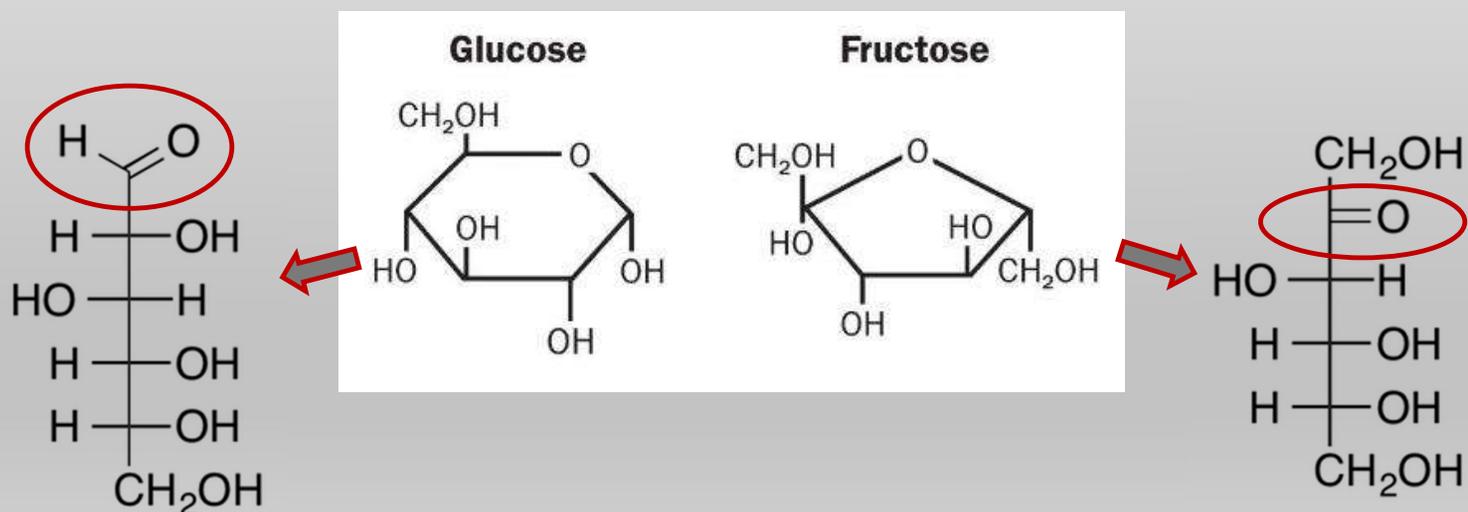


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Sucres = sucres fermentescibles (**glucose + fructose**)
+ sucres non fermentescibles (**xylose + arabinose**)



Sucres contiennent des fonctions carbonyles ($-\text{CHO}/-\text{C}=\text{O}$) qui réduisent
oxyde cuivrique (CuO) \rightarrow oxyde cuivreux (Cu_2O)



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage des sucres réducteurs (Type IV)

3 Dosages basés sur cette réaction :

- 1. Fehling :** Vol. de moût pour réduire tous les ions cuivriques (CuO) d'une solution de titre connu
- 2. Bertrand :** Dosage des ions cuivreux formés (Cu₂O)
- 3. Luff :** Dosage de l'excès d'ions cuivriques (CuO)

(Méthode OIV officielle type IV, Résolution Oeno 377/2009)



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

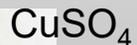
Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Fehling (non officielle)

EXPERIMENTAL

1. Étalonnage de la « liqueur » de Fehling (avec une solution 10 g.L⁻¹ glucose)

Sulfate de cuivre



Avant réaction

Etalonnage 10 g/l glucose

Etape 1

V ml

+ 10 ml solution de **sulfate de cuivre**
+ 10 ml solution **basique** de tartrate double
+ 30 ml **eau**

Maintenir ébullition



Après réaction



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

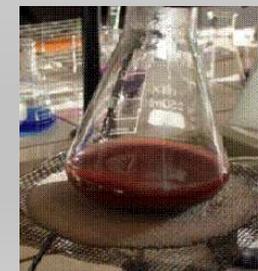
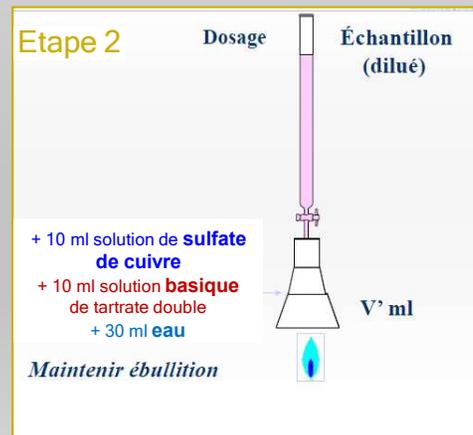
Méthode de Fehling (non officielle)

EXPERIMENTAL

2. Dosage des sucres dans le mout dilué avec la liqueur étalonée



Avant réaction



Après réaction



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Fehling (non officielle)

$$\begin{array}{lcl} V \text{ (glucose 10g/l)} & = & 5,3 \text{ ml} \\ V' \text{ (moût dilué 1/100)} & = & 23,9 \text{ ml} \end{array}$$

- ➔ 53 mg de glucose pour réagir avec le réactif de Fehling.
- ➔ 53 mg de sucres réducteurs dans 23,9 ml du moût dilué
= 2,22 g/l dans le moût dilué 1/100 (par exemple)
= 222 g/l dans le moût



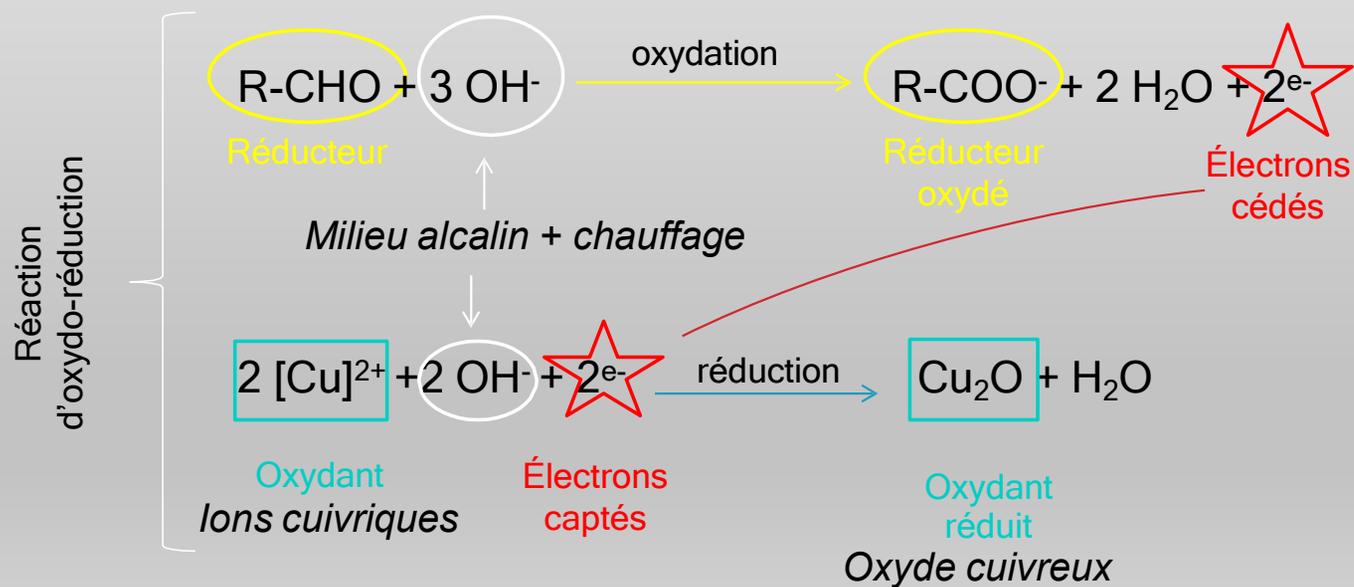
➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Fehling (non officielle)

Principe





➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

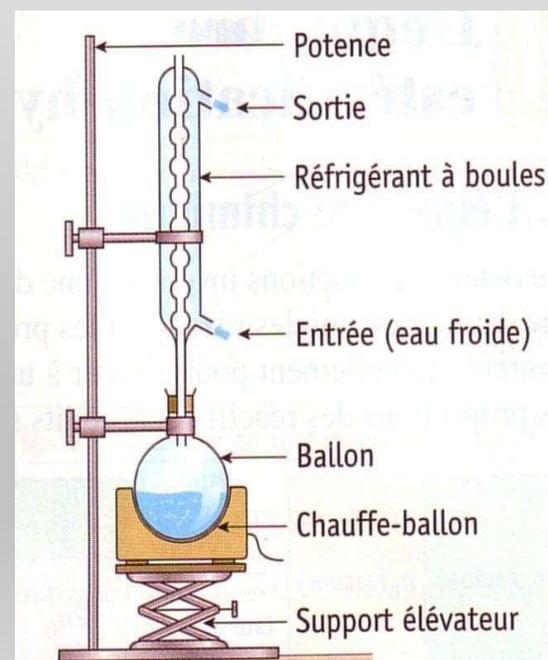
Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Luff-Schoorl (officielle type IV)

Principe (3 étapes)

- 1) Dilution de l'échantillon $< 5 \text{ g.l}^{-1}$ (1/50 - 1/200)
- 2) Réduction de CuO en Cu₂O (reflux)
- 3) Dosage du CuO restant

25 ml **moût dilué**
+ 25 ml **solution cupro-**
alcaline ($\text{CuSO}_4 + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{CO}_3$)



Instrumentation: Chauffage à reflux



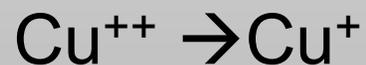
➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage des sucres réducteurs (Type IV)

Pouvoir réducteur des sucres à l'égard d'une solution cupro-alkaline ($\text{CuSO}_4 + \text{Acide citrique} + \text{Na}_2\text{CO}_3$)



Oxyde cuivrique \rightarrow Oxyde cuivreux





➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Luff-Schoorl (officielle type IV)

3) Dosage du CuO restant

Refroidissement et ajout H_2SO_4 excès + KI excès



Formation de CuSO_4



Formation de I_2



Liberation de I_2 proportionnelle
au cuivre a doser 2Cu pour 2I



Titration au $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ +
amidon Thiosulfate de sodium



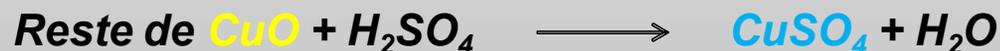


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Luff-Schoorl (officielle type IV)





➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Méthode de Luff-Schoorl (officielle type IV)

Tableau de correspondance entre le volume de solution 0,1 M de thiosulfate de sodium: ($n'-n$) ml, et la quantité de sucres réducteurs en mg.

Na ₂ S ₂ O ₃ (ml 0,1 M)	Sucres réducteurs (mg)	Diff,	Na ₂ S ₂ O ₃ (ml 0,1 M)	Sucres réducteurs (mg)	Diff,
1	2,4	2,4	13	33,0	2,7
2	4,8	2,4	14	35,7	2,8
3	7,2	2,5	15	38,5	2,8
4	9,7	2,5	16	41,3	2,9
5	12,2	2,5	17	44,2	2,9
6	14,7	2,6	18	47,2	2,9
7	17,2	2,6	19	50,0	3,0
8	19,8	2,6	20	53,0	3,0
9	22,4	2,6	21	56,0	3,1
10	25,0	2,6	22	59,1	3,1
11	27,6	2,7	23	62,2	
12	30,3	2,7			



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage enzymatique du glucose et du fructose (type II)



Le glucose et le fructose peuvent être dosés **individuellement** par une méthode enzymatique.



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage enzymatique du glucose et du fructose (type II)



Absorbance à 340 nm

ATP: Adénosine Triphosphate

HK: Hexokinase

NADP⁺: Nicotinamide-adénine-dinucléotide-phosphate en forme
oxidée

G6PDH : Glucose-6phosphate-déshydrogénase



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage enzymatique du glucose et du fructose (type II)

PGI

Fructose-6-phosphate (F6P) ↔ Glucose-6-phosphate (G6P)

G6PDH

Glucose-6-phosphate + NADP⁺ ↔ Gluconate-6-phosphate + NADPH + H⁺



Absorbance à 340 nm

PGI : Phosphoglucose-isomérase

NADP⁺: Nicotinamide-adénine-dinucléotide-phosphate en forme oxydée

G6PDH : Glucose-6phosphate-déshydrogénase

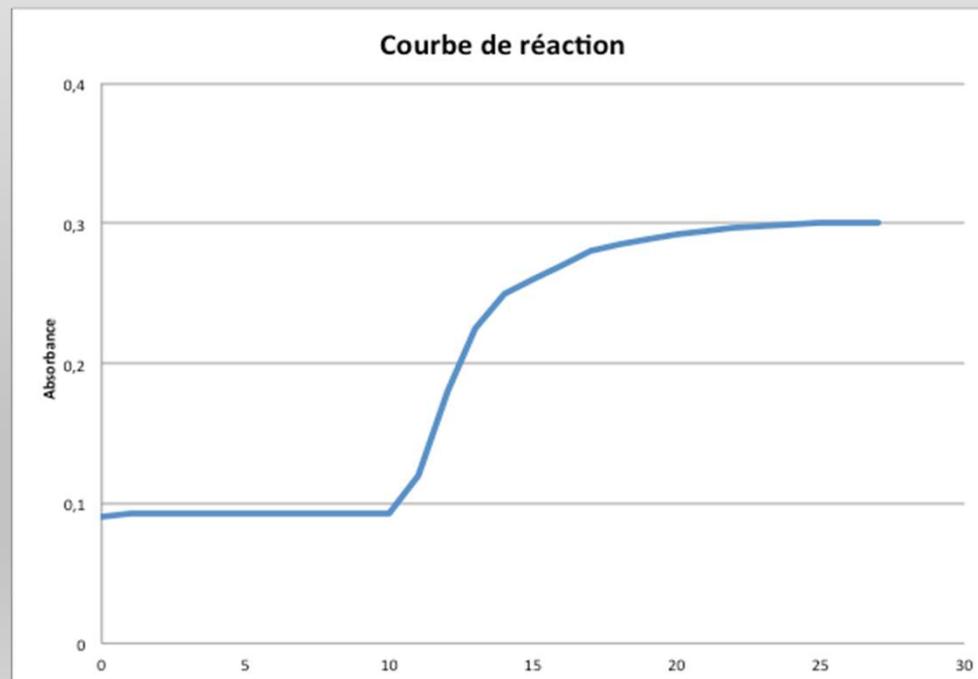


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage enzymatique du glucose et du fructose (type II)



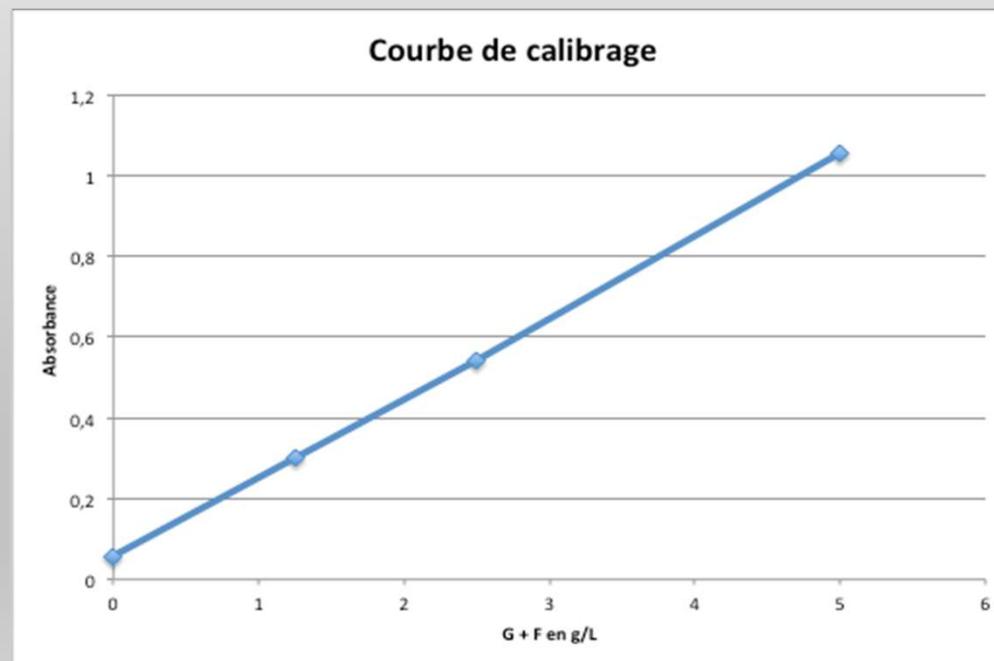


➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage enzymatique du glucose et du fructose (type II)





➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres

Dosage des sucres réducteurs

Dosage par HPLC (type II)

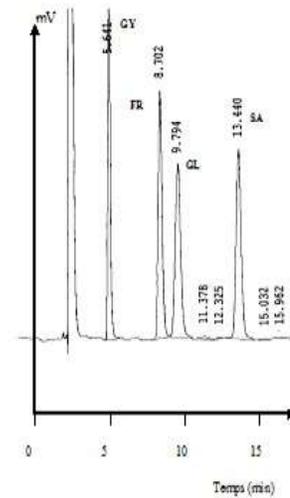


Figure 1 - Chromatogramme d'une solution étalon (sucres et glycérol à 10 g/L.)

Glycérol (GY), fructose (FR), glucose (GL), saccharose (SA)

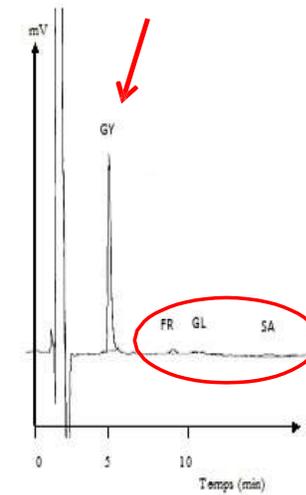


Figure 2 - Chromatogramme d'un vin rosé



➤ ANALYSES DES MOÛTS

Richesse en sucres



Interféromètre à Transformée de Fourier (IRTF)



Traitement statistique

Paramètres œnologiques

Marc Dubernet, 2000