Journées Physique-Chimie 2011

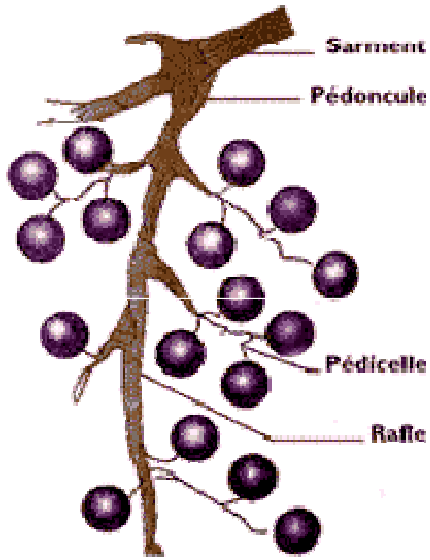
Vigne, vin et chimie

-La vigne et le raisin

-De la grappe au vin

Les raisins sont les fruits de la vigne, espèce botanique appartenant au genre *vitis (vitis vinifera, labrusca)* dont les inflorescences sont des grappes de grappes.

La grappe de raisin est constituée par la rafle, partie ligneuse ramifiée, supportant les grains. La rafle est essentiellement constituée d'eau, de fibres, de tanins et de matières minérales. Elle représente de 3 à 6 % en poids de la grappe

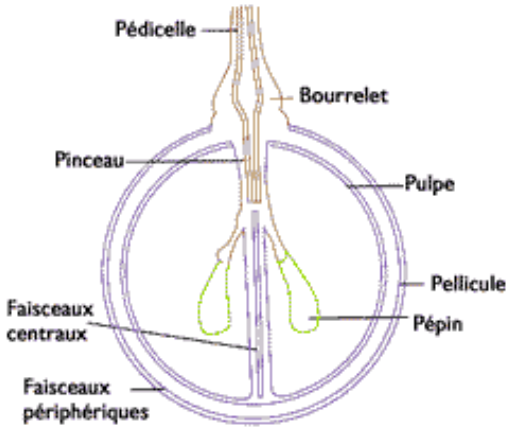


La grappe porte des fruits charnus ou grains eux mêmes constitués de trois parties :

•La pellicule 2 à 3 %

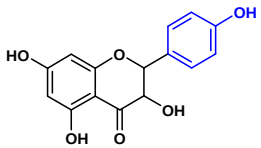
•La pulpe 80 à 85 %

•Les pépins 5 à 8 %

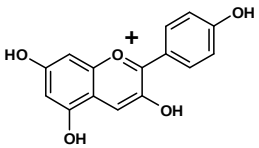


La pellicule

Composés phénoliques (matières colorantes, tanins)

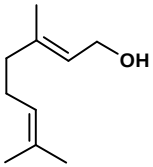


Flavones



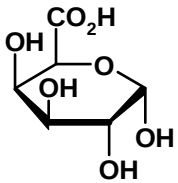
Anthocyanes

Des substances odorantes



Géraniol

Des substances peptiques



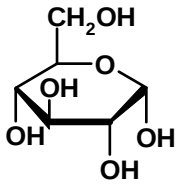
Acide galacturonique

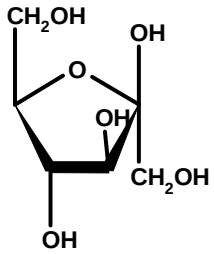
Des substances minérales

La pulpe

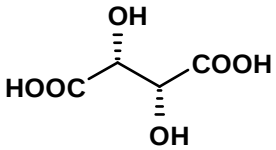
- 700 à 780 g d'eau
- 200 à 250 g de sucre

Saccharose →



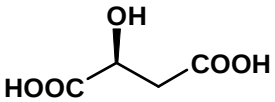


- 2 à 5 g d'acides organiques libres



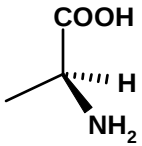
Acide L-tartrique

- 3 à 10 g d'acides organiques combinés

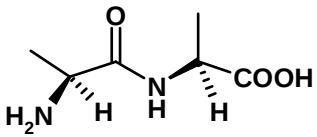


Acide L-malique

- 2 à 3 g de substances minérales
  - Anions : Cl^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}
  - Cations : K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+
- 0,5 à 1 g de substances azotées
  - NH_4^+
  - Protéines, peptides, aminoacides

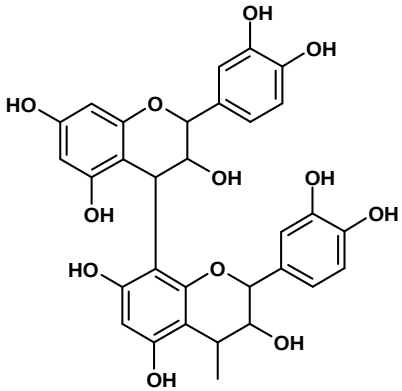


Alanine

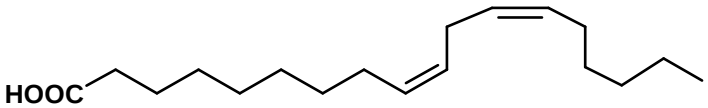


Les pépins

- Composés phénoliques (Tanins 5 à 8 %)

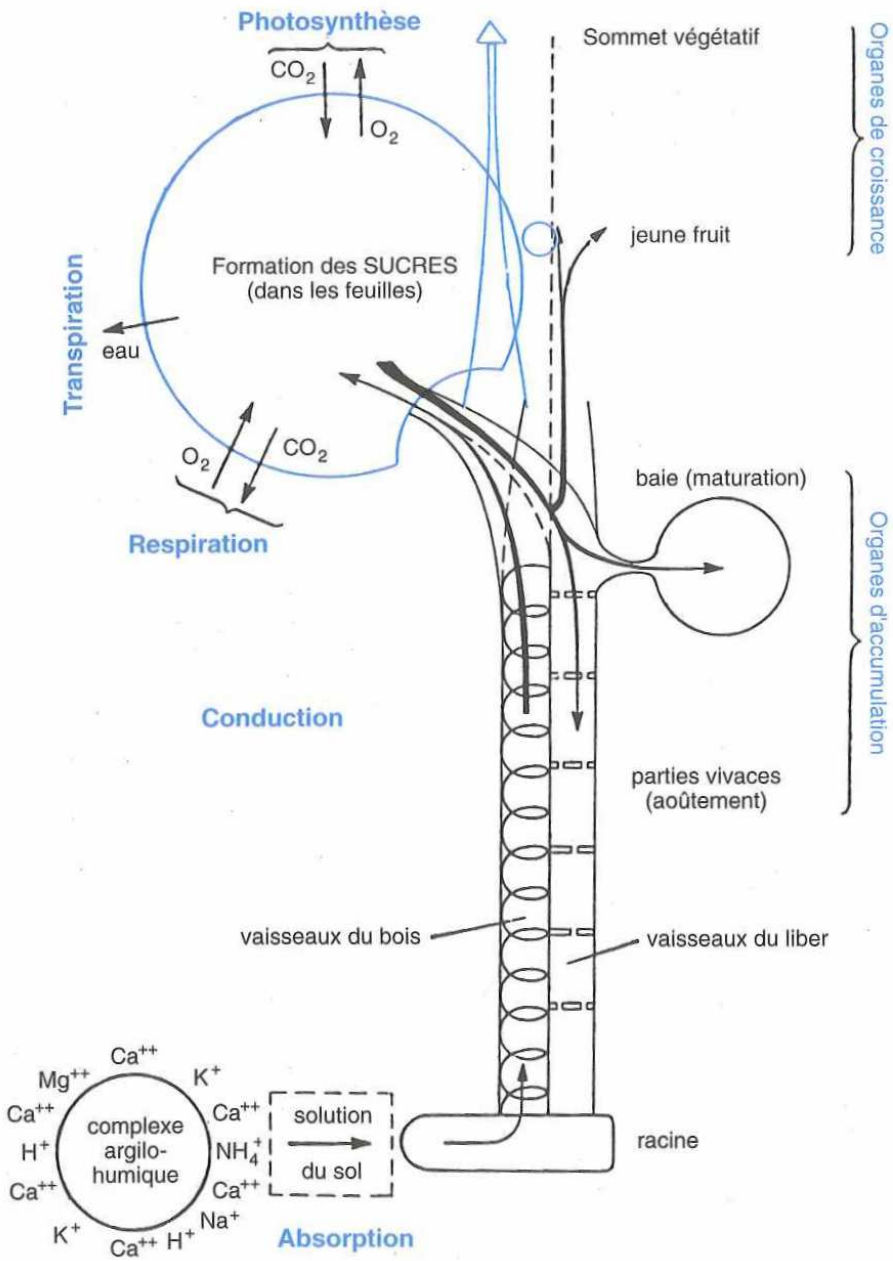


- Huiles



Acide linoléïque

L'œnologie Colette Navarre, Françoise Langlade 6Ed ition Lavoisier


Photosynthèse
CO_2
O_2
Formation des SUCRES
(dans les feuilles)
Transpiration
eau
O_2
CO_2
Respiration
Conduction
Sommet végétatif
jeune fruit
Organes de croissance
baie (maturation)
Organes d'accumulation
parties vivaces
(aoûtement)
vaisseaux du bois
vaisseaux du liber
racine
solution
du sol
Absorption
complexe
argilo-
humique
Ca^{++}
Mg^{++}
K^+
Ca^{++}
H^+
Ca^{++}
Ca^{++}
NH_4^+
Ca^{++}
Na^+
K^+
Ca^{++}
H^+

Maturité du raisin (110 jours environ après la nouaison)

Au niveau de la pulpe

Maturité industrielle (teneur en sucre maximale, teneur en acide minimale)

Maturité technologique

Au niveau de la pellicule ou des pépins

Maturité aromatique

Maturité phénolique (raisins noirs)

Analyse - des sucres par réfractométrie ou densimétrie

- de l'acidité par acidimétrie

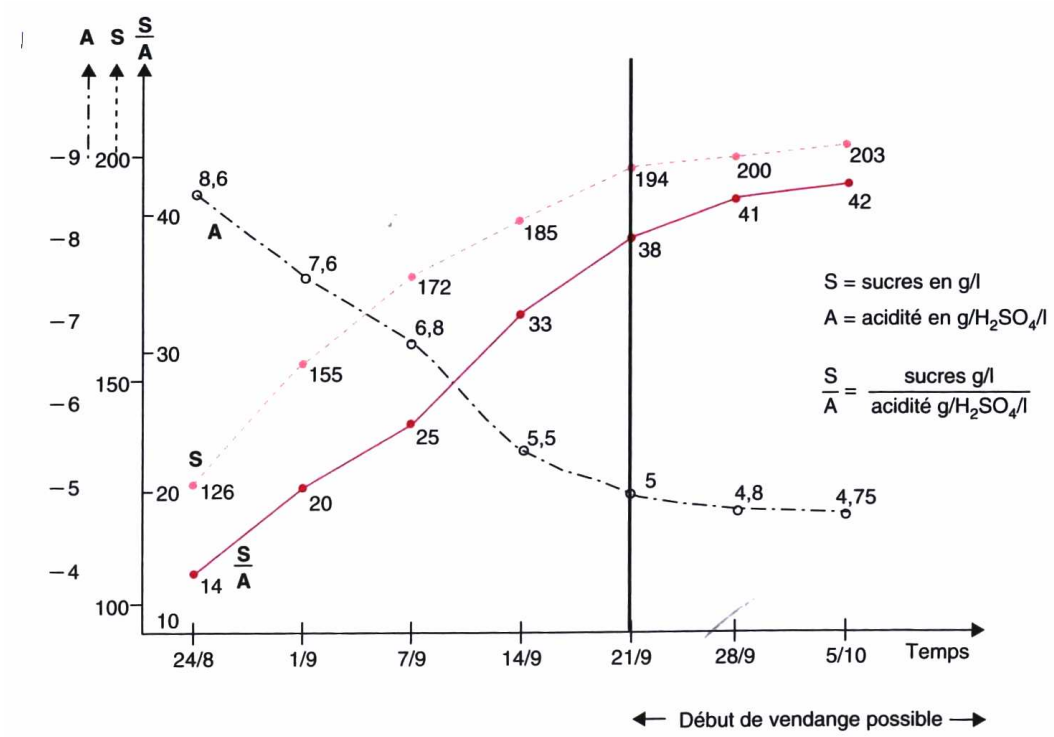
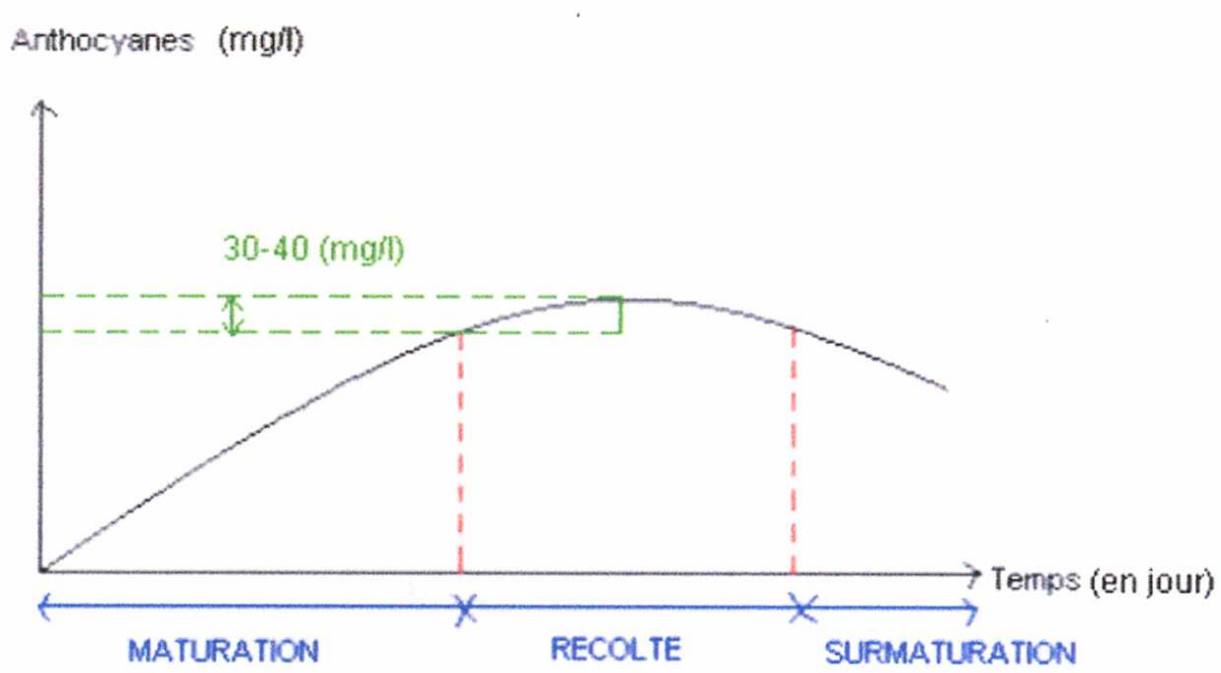
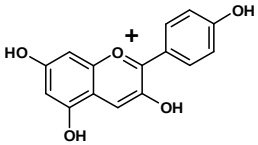


Figure 14 ■ Évolution des sucres et des acides au cours de la maturation.

L'œnologie Colette Navarre, Françoise Langlade 6Œd ition Lavoisier





$$A = \epsilon \times l \times C$$

Evolution théorique des anthocyanes dans le raisin

Mesure par colorimétrie

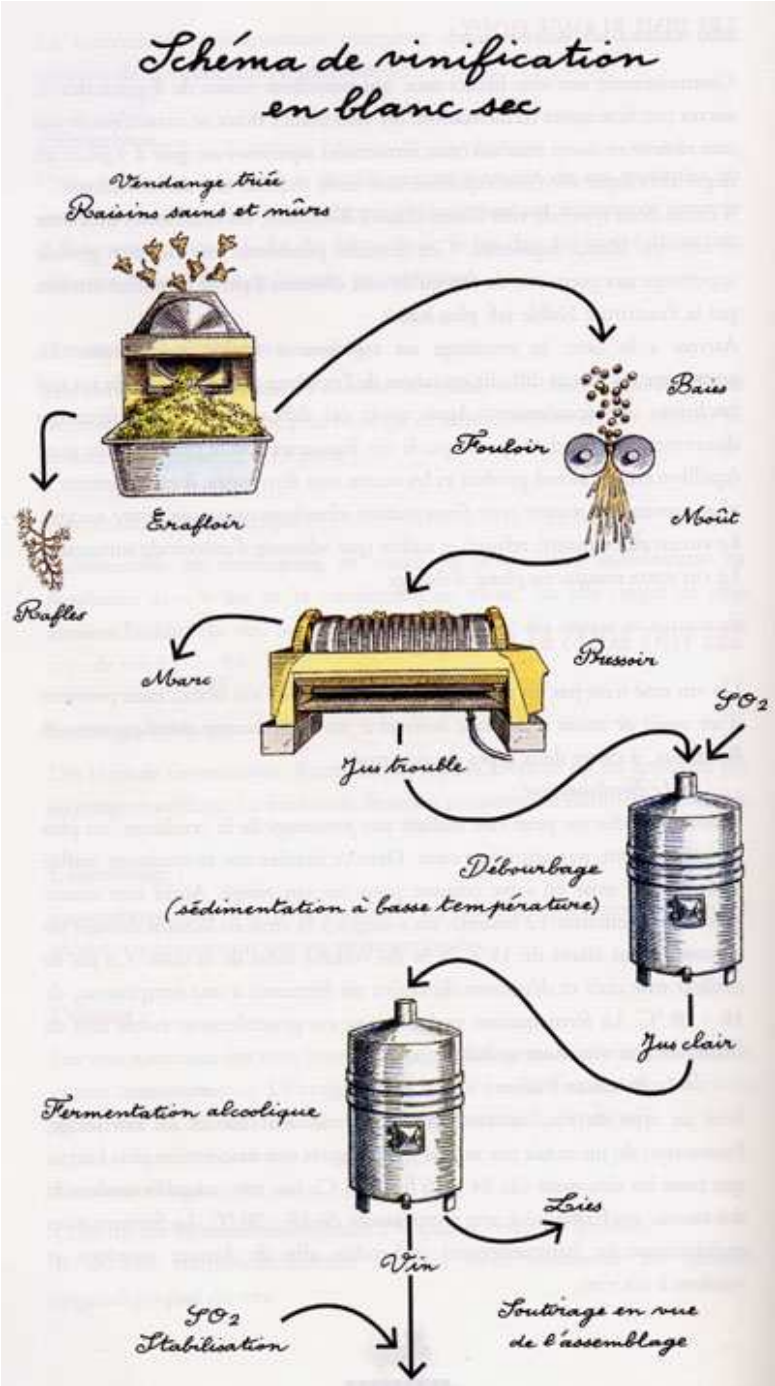
Loi de Beer – Lambert : $A = \varepsilon_* l_* C$

A : absorbance de la solution sans unité

ε : coefficient d'extinction molaire en L×mol-1×cm-1 (parfois noté avec un ξ)

l : longueur de cuve traversée par la lumière en cm

C : concentration molaire en mol×L-1.



Vendange mécanique ou manuelle

Eraflage

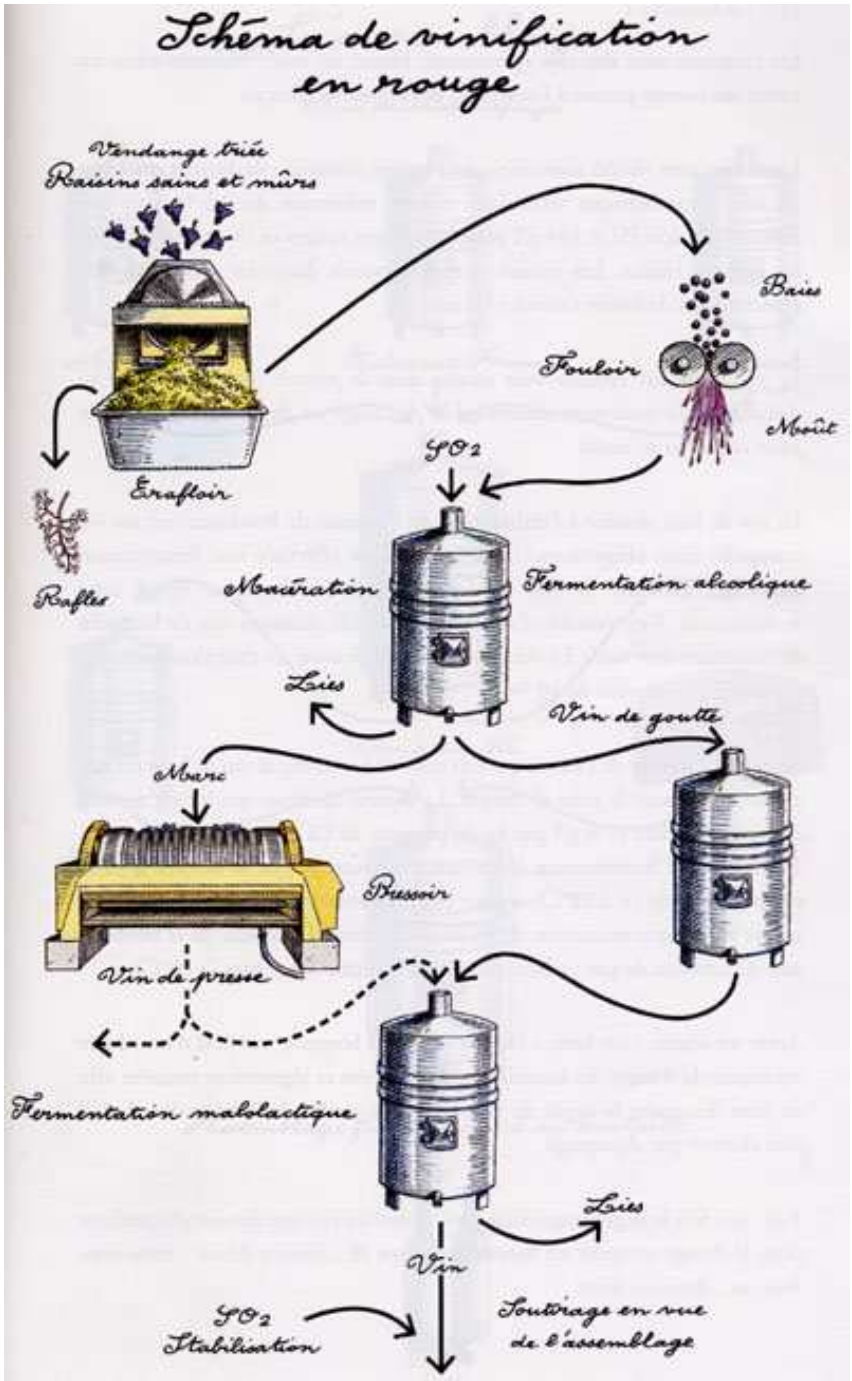
Foulage

Pressage

Débourbage

Fermentation alcoolique

Soutirage



Vendange mécanique ou manuelle

Eraflage

Foulage

Fermentation alcoolique

Soutirage → Vin de goutte

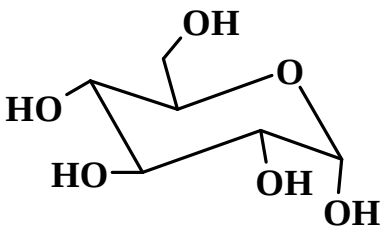
Pressage → Vin de presse

Fermentation malolactique

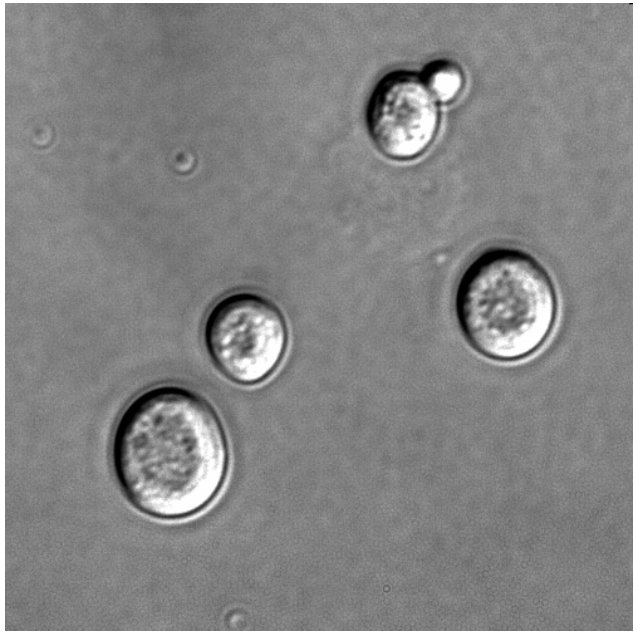
Soutirage

Fermentation alcoolique

Fermentation anaérobie à l'aide d'une levure *saccharomyces cerevisiae*

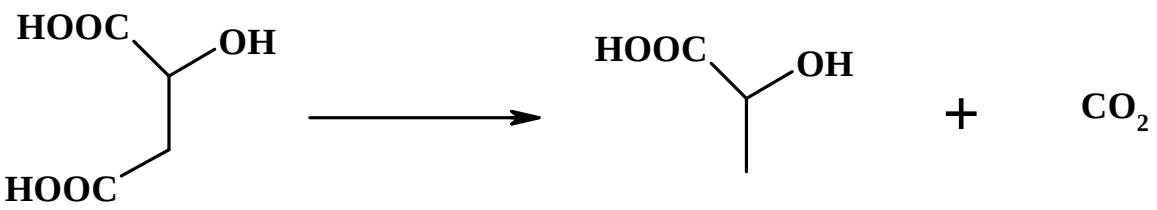


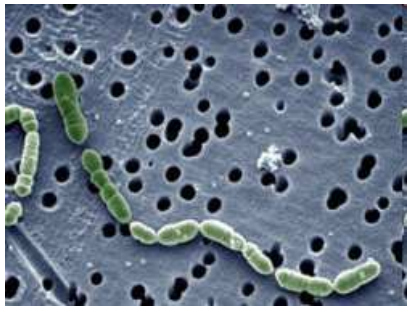
$$\longrightarrow \quad 2 \quad C_2H_5OH \quad + \quad 2 \quad CO_2$$



Fermentation malolactique

Fermentation anaérobie due à des bactéries





Oenococus oeni

Composition d'un vin

235 constituants identifiés en 1975

Plus de 500 en 1985

Plus de 1000 actuellement

	Constituants	Proportions par litre	Observations
Gaz dissous	CO_2	0,2 à 0,7 g → 1,1 g	plus dans les vins jeunes
	SO_2 total	80 à 200 mg → 400 mg	législation
	SO_2 libre	10 à 50 mg	plus dans les vins fragiles
Produits volatils	Eau	700-900 g	
	Éthanol	8,5 à 17 %	en volume
	Alcools supérieurs	0,15 à 0,50 g	
	Éthanal	0,005 à 0,5 g	suivant le mode de vinification
	Esters	0,5 à 1,5 g	
	Acides volatils (Ac. acétique)	0,3 à 0,5 g	exprimé en g H_2SO_4/l
	Méthanol	0,015 à 0,20 g	
Produits fixes	Sucres	0,8 à 180 g	suivant le type de vin
	Glycérol	5 à 12 g	
	Tanins et matières colorantes	0,4 à 4 g	
	Gommes et pectines	1 à 3 g	suivant le type de vendange
Acides rganiques	Tartrique	1 à 3 g	dépend de l'origine du raisin
	Malique	0 à 5 g	suivant la vinification avec ou sans fermentation malolactique
	Lactique	0,2 à 1,2 g	
	Succinique	0,5 à 1,5 g	
	Citrique	0 à 0,5 g → 1 g	jusqu'à 1 g dans vins spéciaux
Acides ninéraux	Sulfates	0,10 à 0,40 g	exprimés en sels de potassium La moitié est combinée avec le potassium
	Chlorures	0,02 à 0,25 g	
	Phosphates	0,08 à 0,50 g	
Métaux	Potassium	0,7 – 1,5 g	
	Calcium	0,06 – 0,09 g	
	Cuivre	0,0001 – 0,003 g	
	Fer	0,002 – 0,005 g	
	Plomb	moins de 0,003 g	

Rôle du chimiste pendant la fabrication

Analyses des moûts pour améliorer la vinification

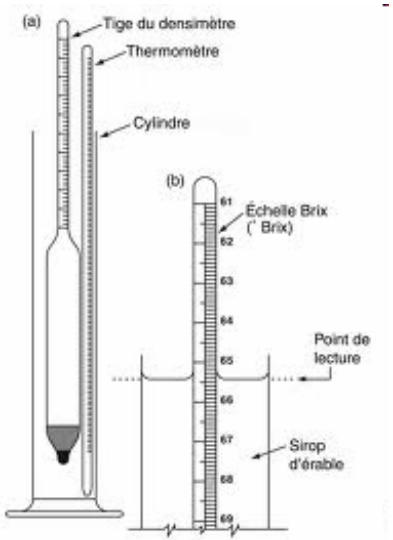
Traitements pour améliorer la qualité du vin

Analyses pour déceler des fraudes

Mesure de la densité

Jus de raisin solution d'eau sucrée d > 1

Vin solution alcoolique d < 1



Dosage de l'acidité

Dosage des sucres vin sec : 0 à 4 g/l

demi-sec : 4 à 12 g/l

moelleux : 12 à 45 g/l

doux : à partir de 45 g/l

Rôle du dioxyde de soufre SO_2 (HSO_3^-)

Vinification

-Maîtrise des micro-organismes

Détruit les bactéries au profit des levures (*saccharomyces cerevisiae la plus résistante)*

-Clarification (débourbage)

-Pouvoir dissolvant

Conservation

-Antiseptique

-Antioxydant

Doses maximales autorisées 150 à 200 $mg.L^{-1}$

Résonance Magnétique Nucléaire

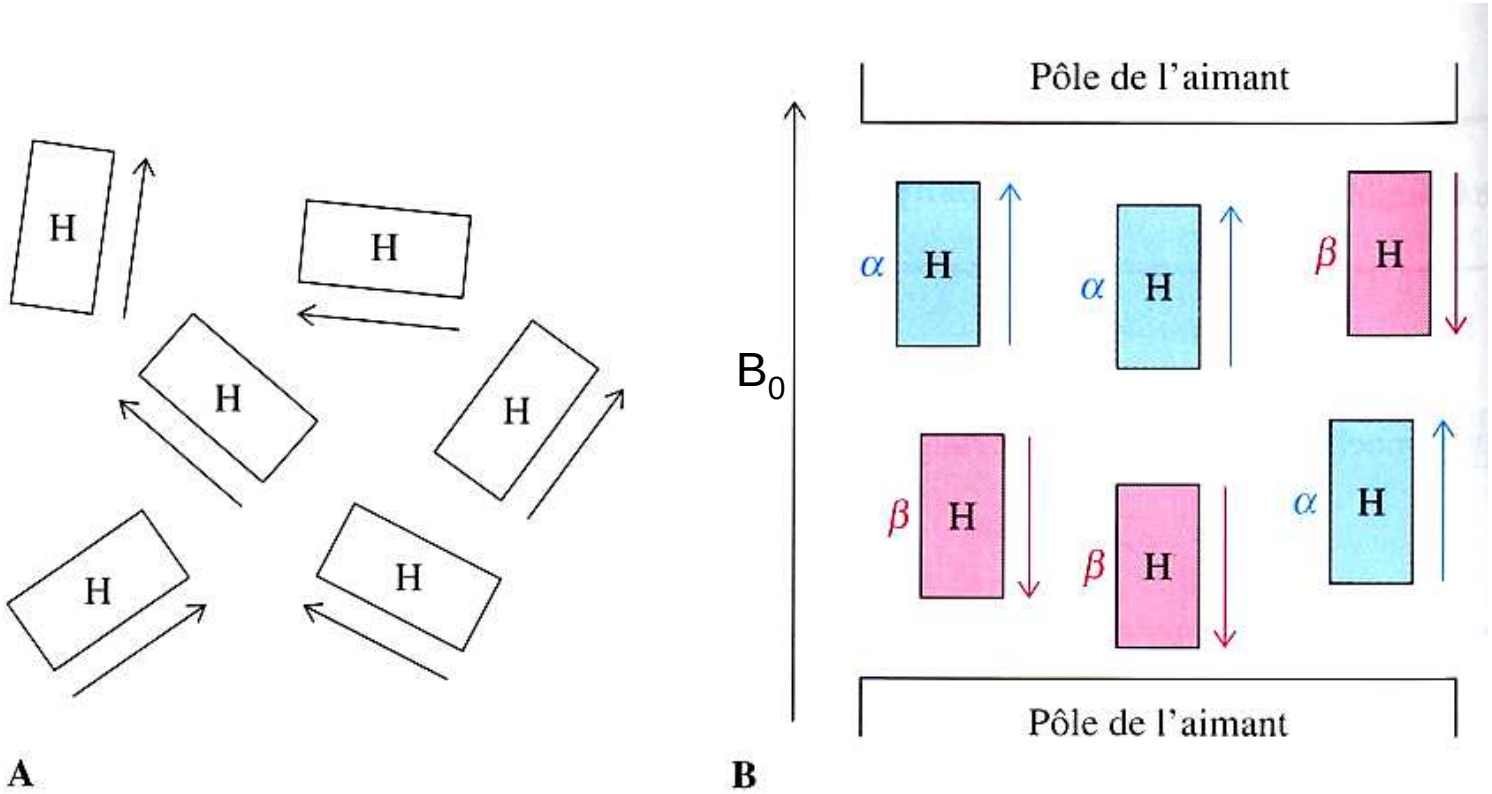
Propriétés magnétiques du noyau des atomes

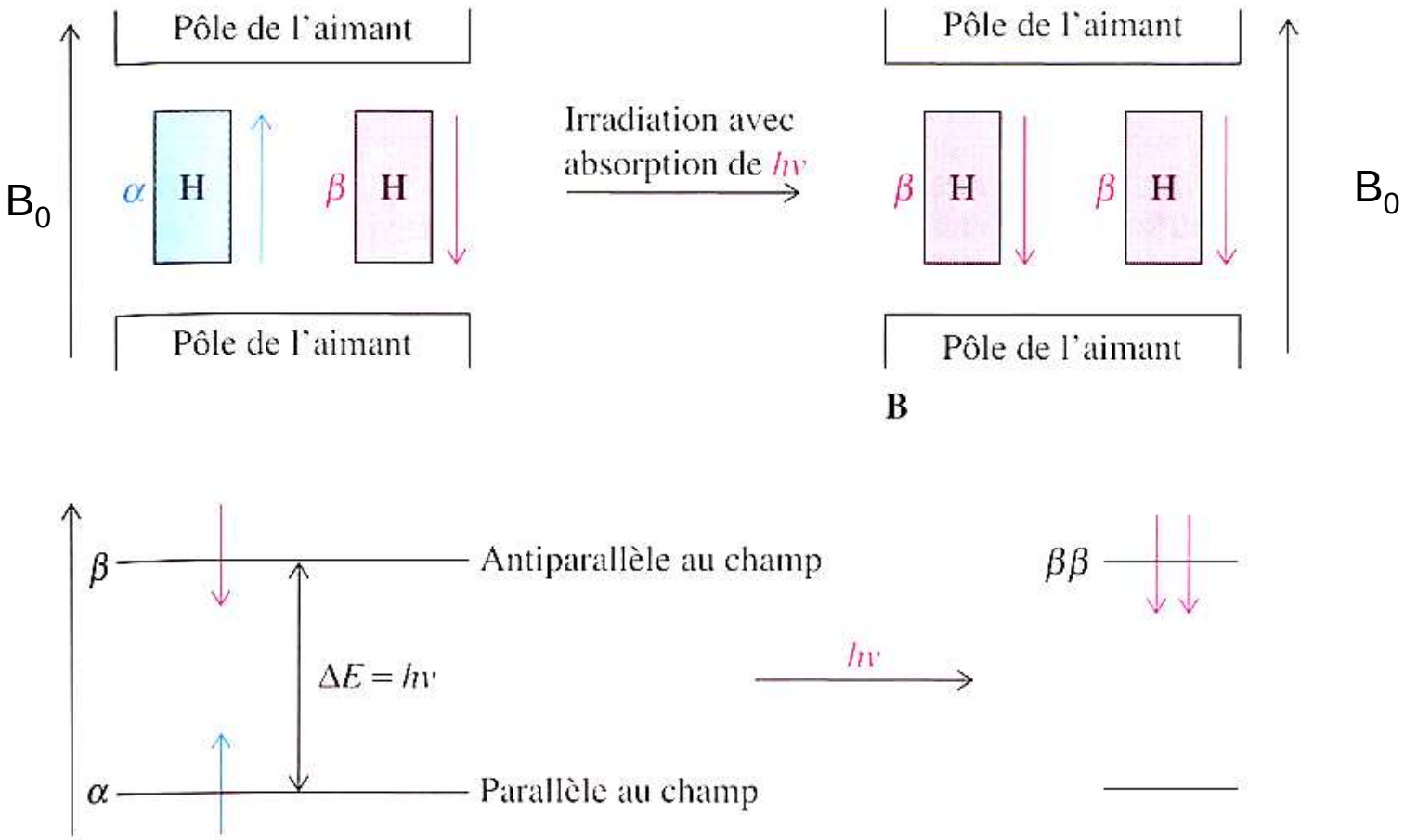
Nombre impair de protons ou/et nombre impair de neutrons

Si le nombre de protons et de neutrons est pair → pas de RMN

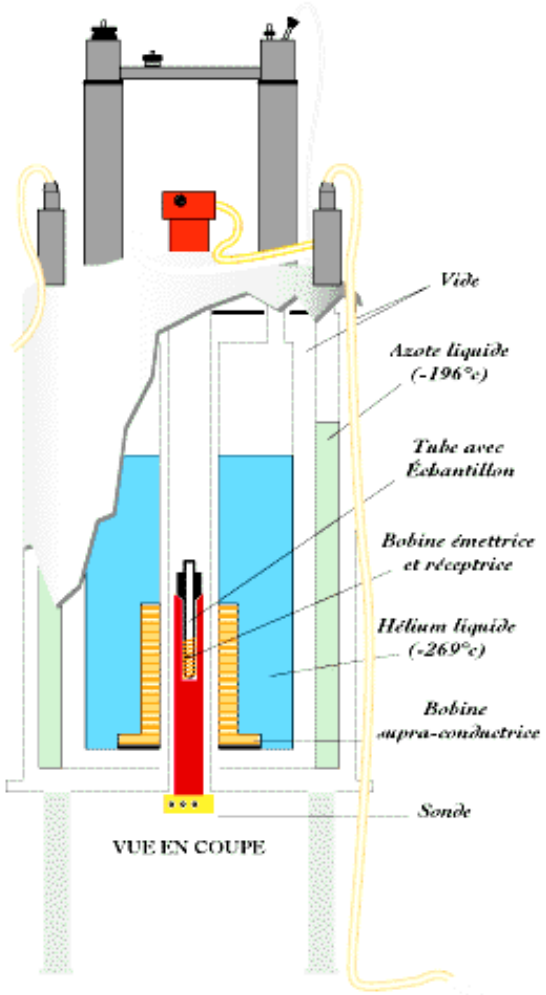
^{1}H, ^{2}H (D), ^{13}C, ^{19}F, ^{31}P

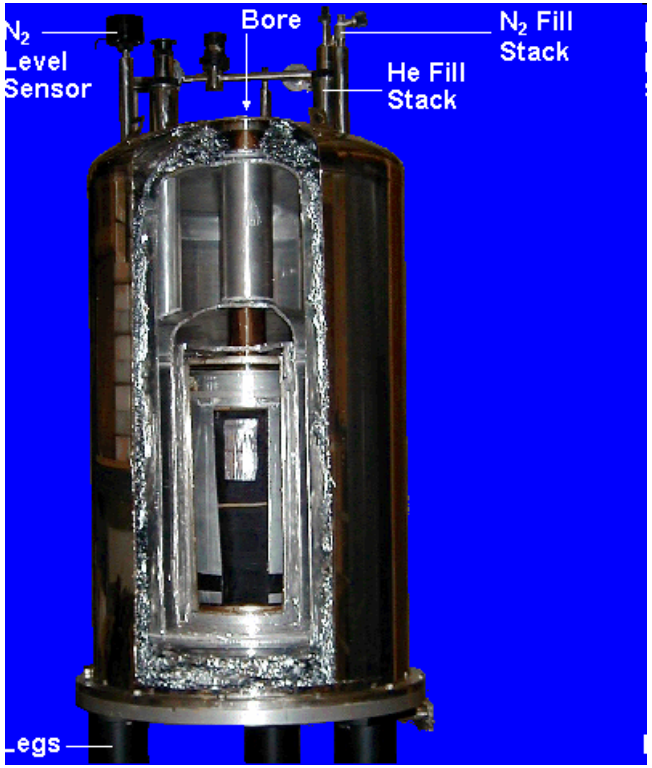
^{12}C, ^{16}O


H
H
H
H
H
H
A
Pôle de l'aimant
B_0
α
H
α
H
β
H
β
H
β
H
α
H
Pôle de l'aimant
B

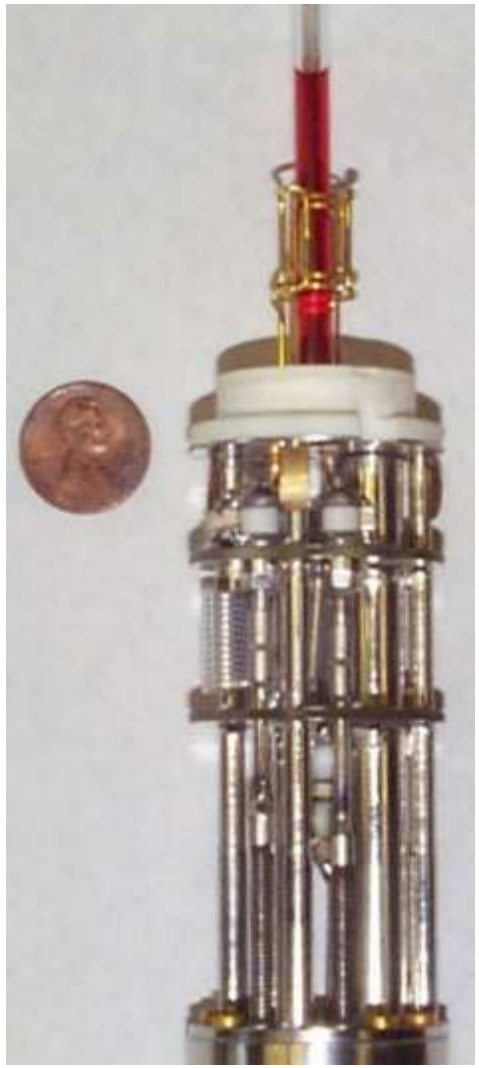

Pôle de l'aimant
Pôle de l'aimant
B_0
α H
β H
Irradiation avec absorption de hν
Pôle de l'aimant
Pôle de l'aimant
β H
β H
B_0
B
β
Antiparallèle au champ
ΔE = hν
α
Parallèle au champ
hν
ββ

$\nu = kB_0$

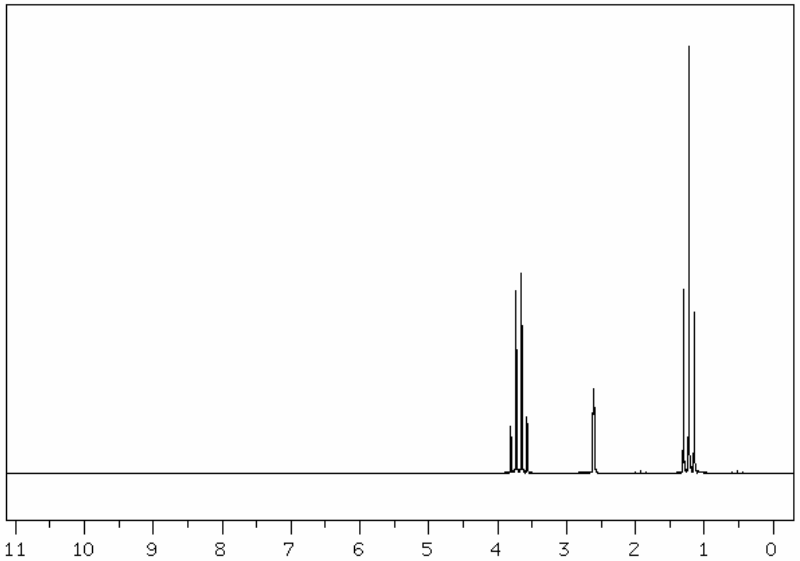


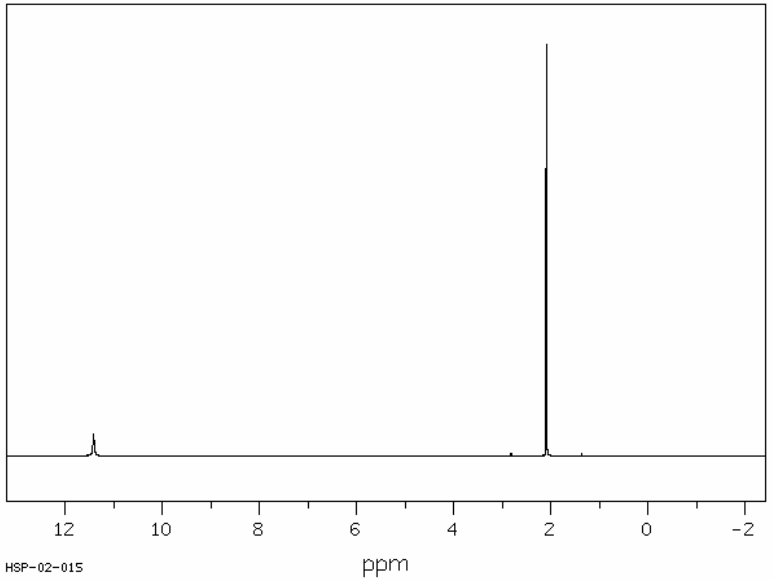


$$B_0 = 9.44\ \text{T} \longrightarrow \nu = 400\ \text{MHz}$$

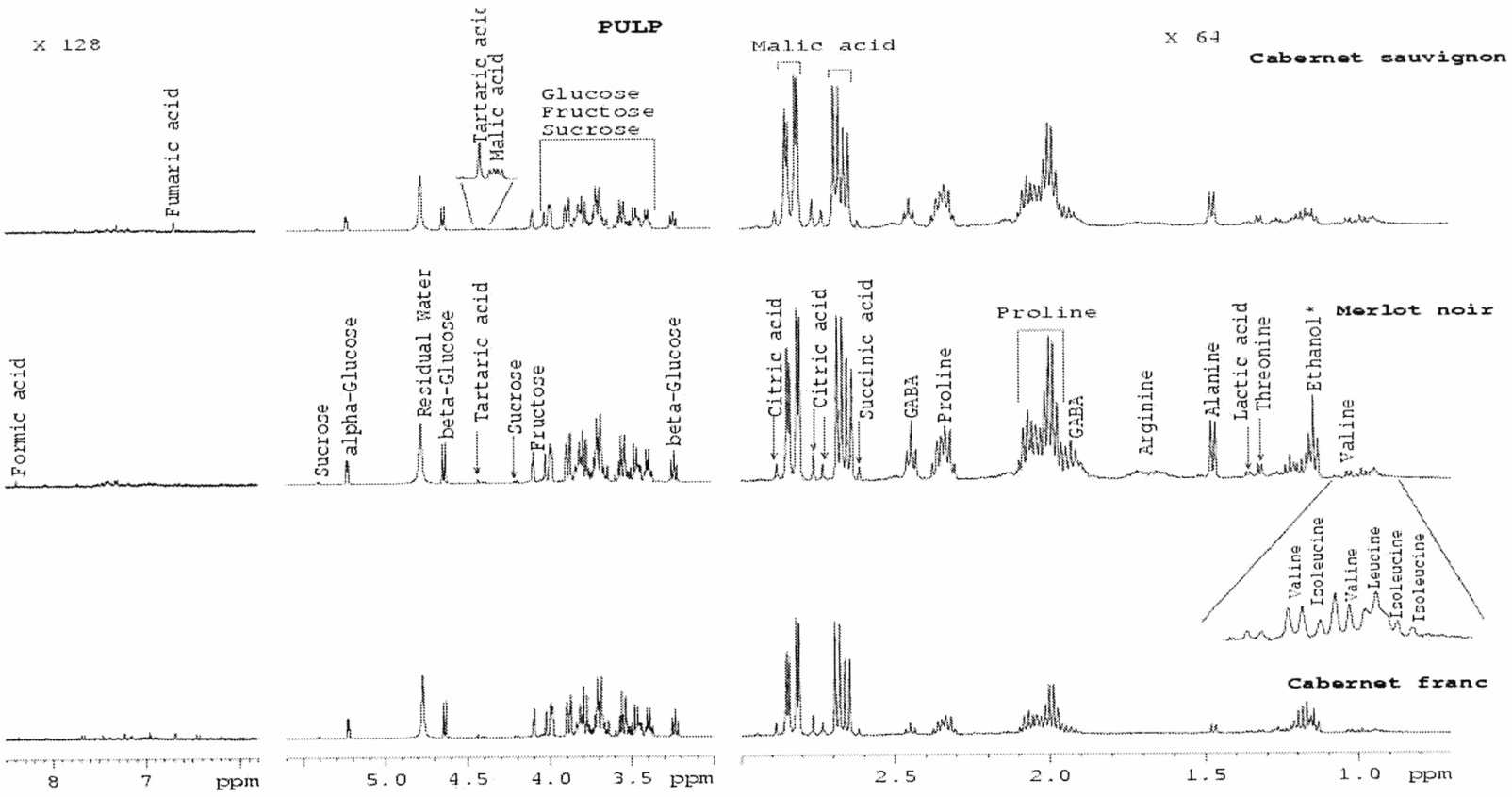


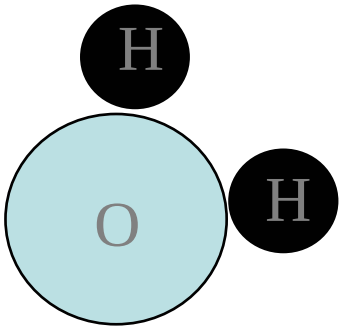
Ethanol CH_3CH_2OH



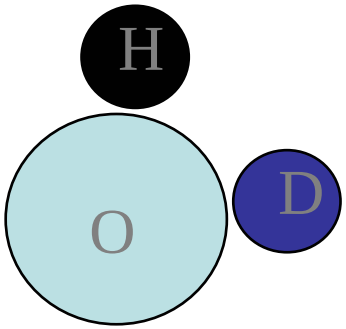


Acide acétique CH_3COOH


PULP
X 128
X 64
Cabernet sauvignon
Merlot noir
Cabernet franc
Fumaric acid
Tartaric acid
Malic acid
Glucose
Fructose
Sucrose
Malic acid
Formic acid
Sucrose
alpha-Glucose
Residual Water
beta-Glucose
Tartaric acid
Sucrose
Fructose
beta-Glucose
Citric acid
Citric acid
Succinic acid
GABA
Proline
Proline
GABA
Arginine
Alanine
Lactic acid
Threonine
Ethanol *
Valine
Valine
Isoleucine
Valine
Leucine
Isoleucine
Isoleucine
8
7
ppm
5.0
4.5
4.0
3.5
ppm
2.5
2.0
1.5
1.0
ppm

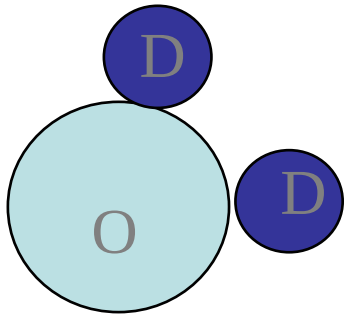


H_2O



HOD

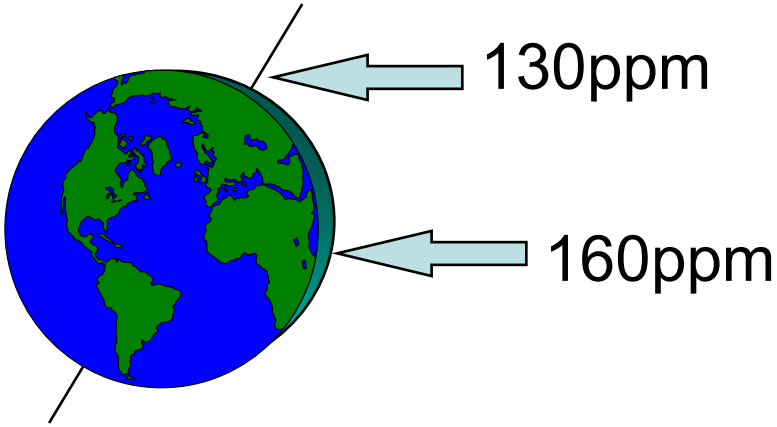
0.015%

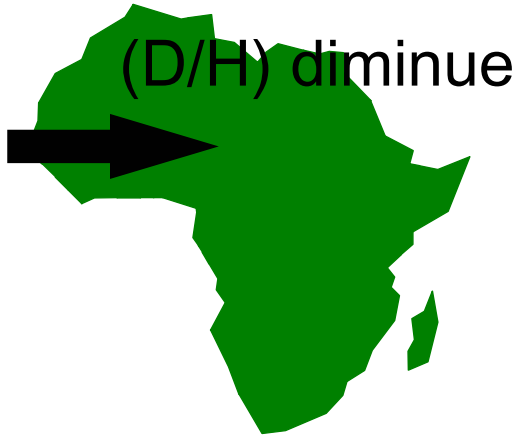


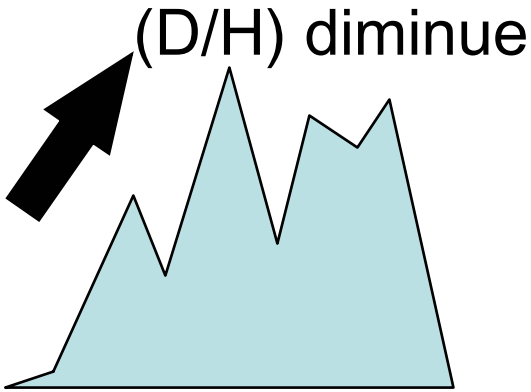
D_2O

2.25 ppm

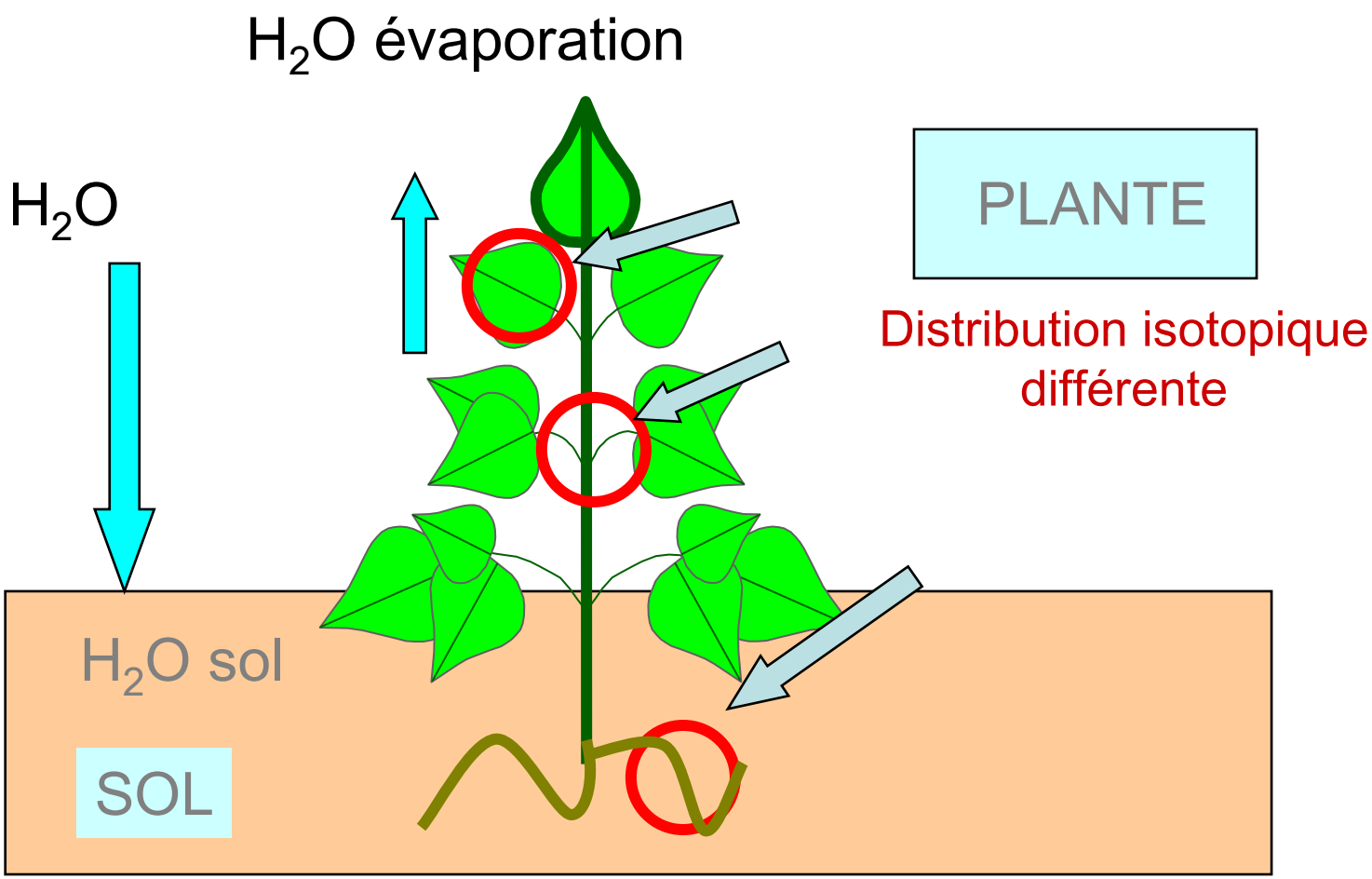
Facteurs Géographiques







Facteurs physiologiques



CH_2DCH_2OH I
CH_3CHDOH II
CH_3CH_2OD III

Paramètres	$(D/H)_I$	$(D/H)_{II}$	$(D/H)^{Q}_{W}$	R
Vin naturel	→	→	→	→
Vin enrichi :				
- sucre de betterave	↘	↗	↗	↗
- sucre de canne	↗	↗	↗	↘
- sucre de maïs	↗	↗	↗	↘

$(D/H)_I$: rapport isotopique associé à la molécule I.
$(D/H)_{II}$: rapport isotopique associé à la molécule II
$(D/H)^{Q}_{W}$: rapport isotopique de l'eau du vin.

R = 2 $(D/H)_{II}/(D/H)_I$, exprime la distribution relative du deutérium dans les molécules I et II; R est directement mesuré à partir des intensités h des signaux et alors $R = 3h_{II}/h_I$.

Extraction-purification

VIN → Rendement 100% → ETHANOL

DISTILLATION

Alcool 95%

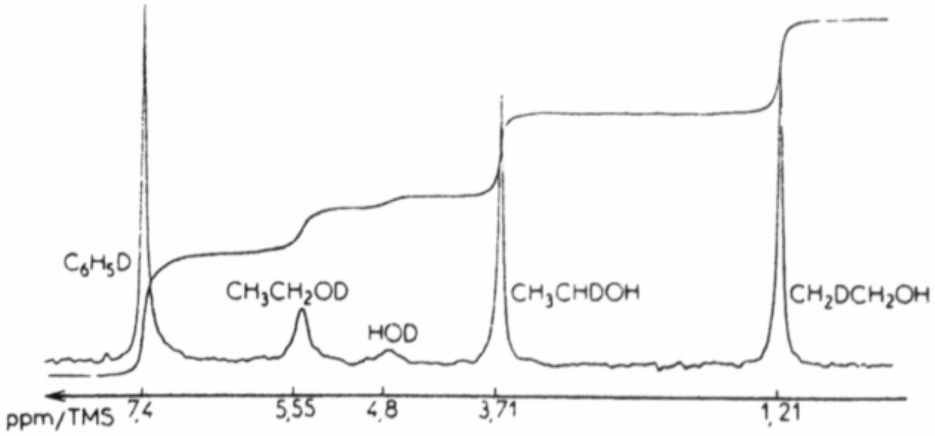
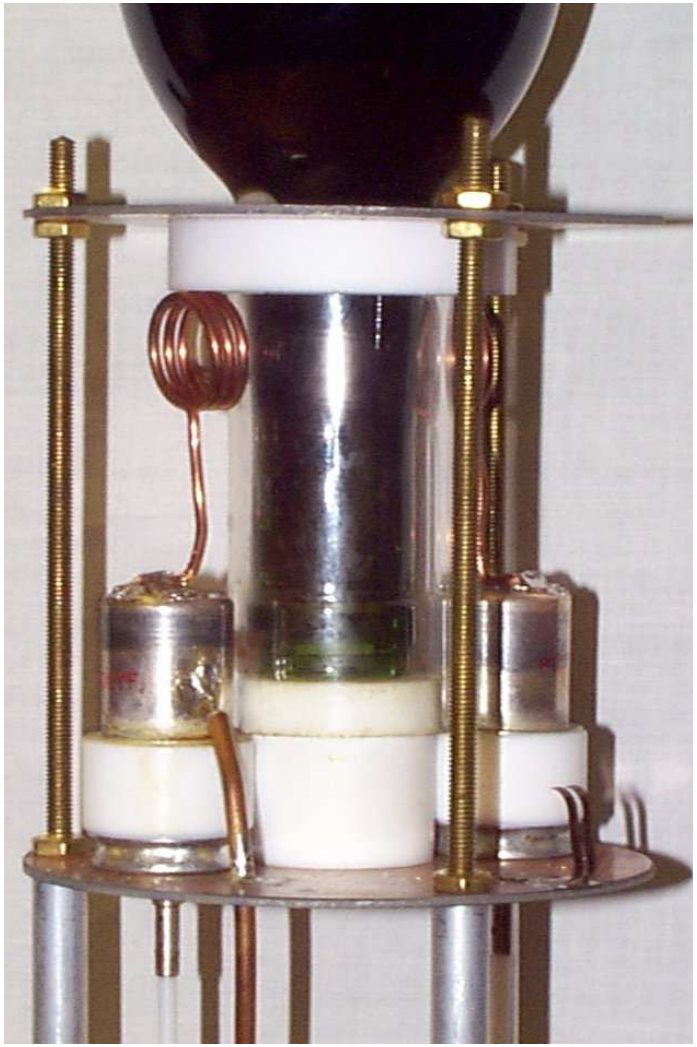


Fig. 2. — Spectre RMN ^2H en abondance naturelle d'un alcool de vin titrant 95,2 % d'éthanol, enregistré à 300 K en présence de benzène contenu dans un tube coaxial à la cellule de mesure. Les déplacements chimiques ont été repérés en mode absolu (référence calculateur) puis convertis sur l'échelle habituelle δ (TMS) = 0. Cf. partie expérimentale.



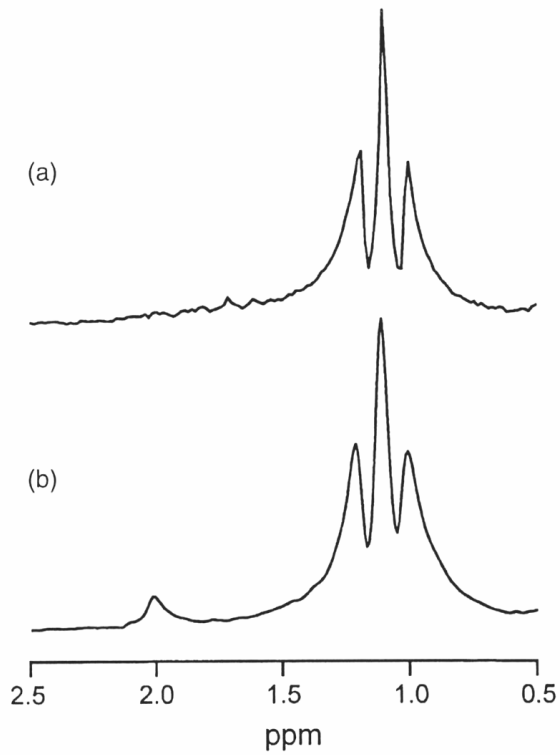


Fig. 3. ^{1}H NMR spectra obtained at 2.01 T for a full intact bottle of the 1997 vintage UC Davis Cabernet Sauvignon in (a). The spectrum shown in (b) corresponds to a full bottle of 12.5% (v/v) ethanol in water with an added 5.25 g/L of acetic acid.

Bibliographie

Le vin composition et transformations chimiques, Patricia Taillandier (Lavoisier)

L’œnologie, Colette Navarre (Lavoisier)

RECUEIL INTERNATIONAL DES METHODES D’ANALYSES – OIV
Détection de l'enrichissement des moûts – RMN

http://www.viti-net.fr/