

La Science du CHAMPAGNE

L'apport de la recherche et de la
technologie à l'élaboration d'un
produit de tradition

La science du Champagne



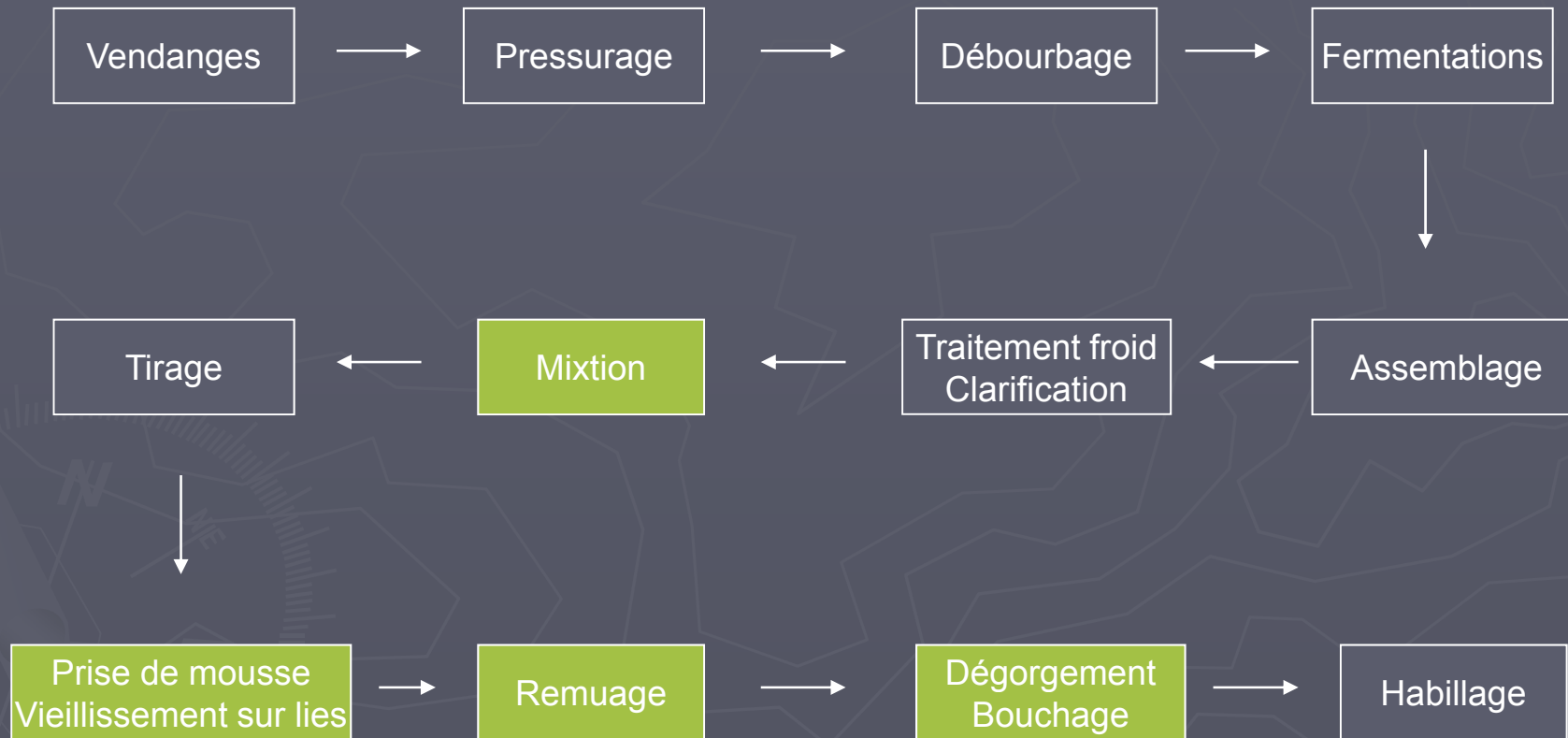
- ▶ Appellation d'origine contrôlée 1927 (cépages, délimitation) et 1935 (rendement, degré alcoolique)
- ▶ Accompagner, guider la nature et non la forcer
- ▶ Organisation interprofessionnelle

La science du Champagne

- ▶ A l'origine, l'élaboration d'un vin mousseux était le fruit de phénomènes naturels, de la curiosité et du hasard
- ▶ Aujourd'hui, les techniques empiriques des champenois du XVIIIème siècle ont fait place à des procédés qui prennent en compte les dernières découvertes de la science



Schéma général d'élaboration du champagne

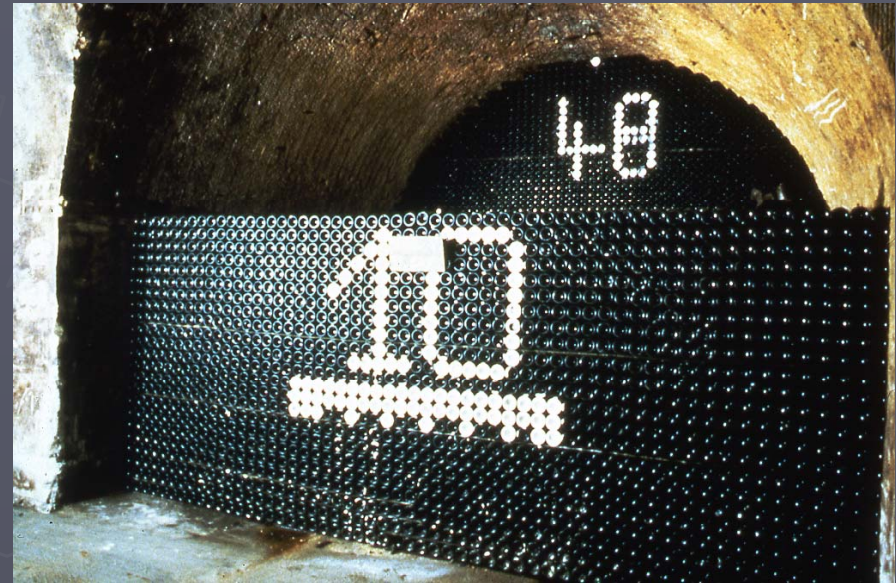


Mixtion

- ▶ Vin filtré
- ▶ Sucre
- ▶ Levures
- ▶ Adjuvants de remuage



Prise de mousse et vieillissement sur lies



Remuage



Dégorgement



Introduction historique

- ▶ Dom Pérignon
- ▶ 18^e et 19^e siècle
- ▶ Connaissance des levures et de la fermentation
- ▶ Froid industriel et vapeur
- ▶ Acier inoxydable
- ▶ Phylloxera

Dom Pérignon



XVIII^e et XIX^e siècle

- ▶ Dom Pérignon
- ▶ Siècle des lumières: Lavoisier, Gay-Lussac, Chaptal
- ▶ François
- ▶ Madame Clicquot
- ▶ Jacquesson et Guyot
- ▶ Progrès technologiques et industriels du XIX^e siècle

Connaissance des levures et de la fermentation

- ▶ **Lavoisier** : sucre : alcool + CO₂, rôle de l'oxygène
- ▶ **Gay-Lussac** : degré alcoolique
- ▶ **Chaptal** : oxygène et addition de sucre
- ▶ **François** : 1837 : sucre et pression
- ▶ **Pasteur** : études sur le vin, levure, pasteurisation



XVIII^e et XIX^e siècle

- ▶ Madame Clicquot
- ▶ Jacquesson et Guyot
- ▶ Progrès technologiques et industriels du XIX^e siècle

Froid industriel et vapeur

Usine électrique puis branchement sur réseau



- ▶ Maîtrise des températures de fermentation
- ▶ Nettoyage et stérilisation
- ▶ Microbiologie et conservation des souches pures.
- ▶ Machines mécaniques

Du bois



à l'acier inoxydable

Bois - cuve ciment - inox

- ▶ Apparition en Champagne dans les années « soixante »
- ▶ Nettoyage et stérilisation



- ▶ Maîtrise des fermentations



Cuverie acier inoxydable



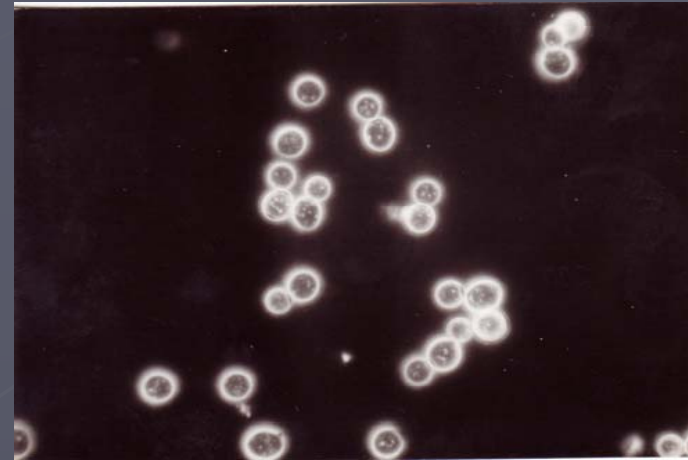
Phylloxera

- ▶ Trelou 1890
- ▶ Evolution très rapide
- ▶ Sulfure de Carbone
 - Création de l'AVC en 1897
- ▶ Greffage des plants
 - Création « Station de recherches viticoles » Fort Chabrol à Epernay en 1899



Recherches oenologiques

- Maîtrise des fermentations (3)
- Stabilité organoleptique
- Maîtrise du remuage
- Mousse



Fermentation alcoolique

- ▶ Utilisation de souches sélectionnées
 - début dans les années « soixante »
 - généralisées dans les années « quatre-vingt »
- ▶ Sélection souche de levure
 - 4 étapes
 - Critères biochimiques et technologiques

Fermentation alcoolique

- ▶ Chaptalisation: 11,2/11,3 ° maximum
- ▶ Taux d'ensemencement
- ▶ Température de fermentation

Fermentation malolactique



- Conservation de pied de cuve
- Utilisation de biomasse



Fermentation malo-lactique

non maîtrisé jusqu'en 1985

Paramètres	Vin	Optimum
Température	15/20°C	25
SO ₂	10/20	0
° Alcool	12°	0
pH	3.1	4.5/4.8

Prise de mousse

- ▶ Sucre
- ▶ Levure
- ▶ Adjuvant de remuage

Conditions fermentaires
limites

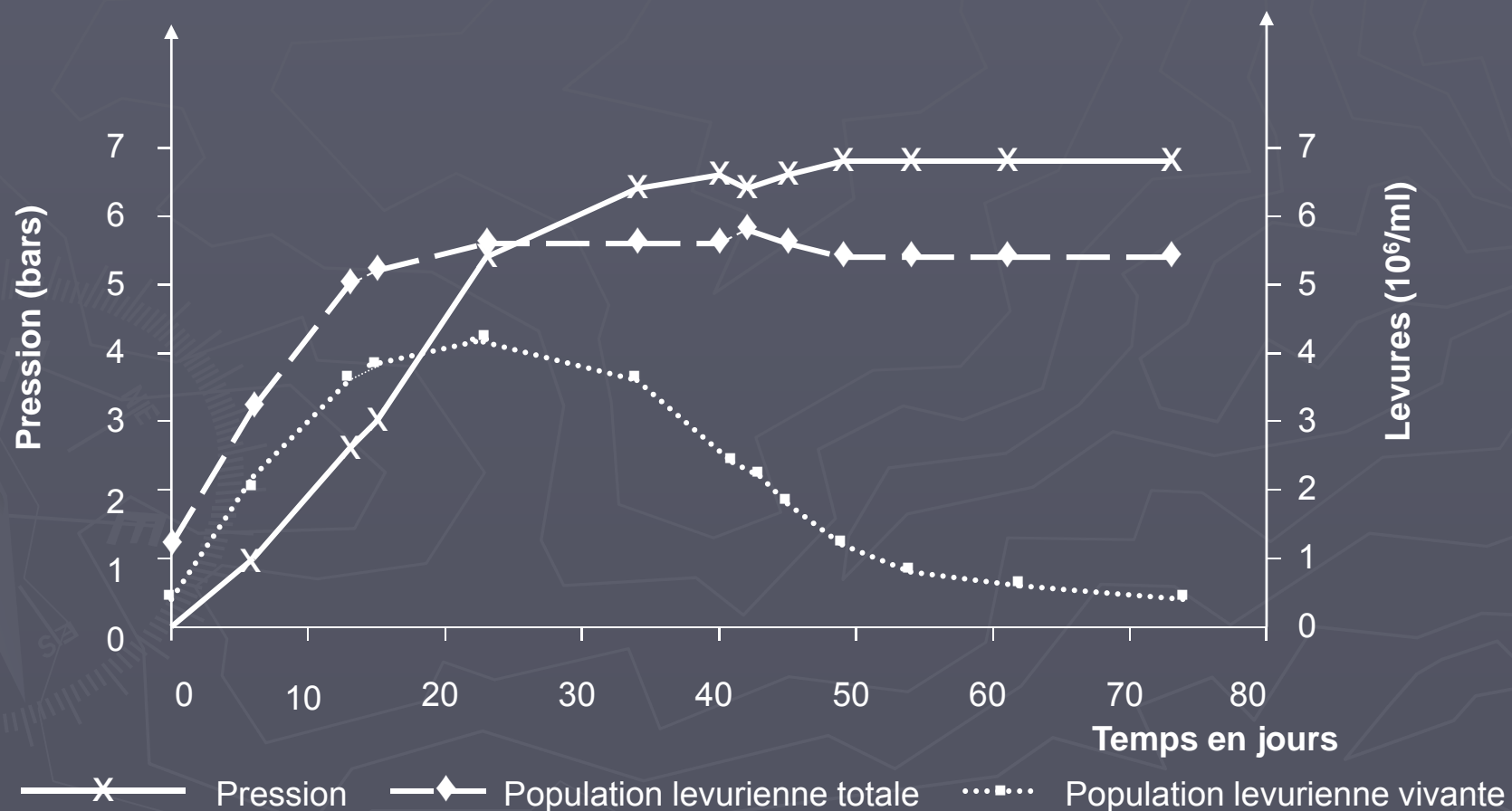


Prise de mousse

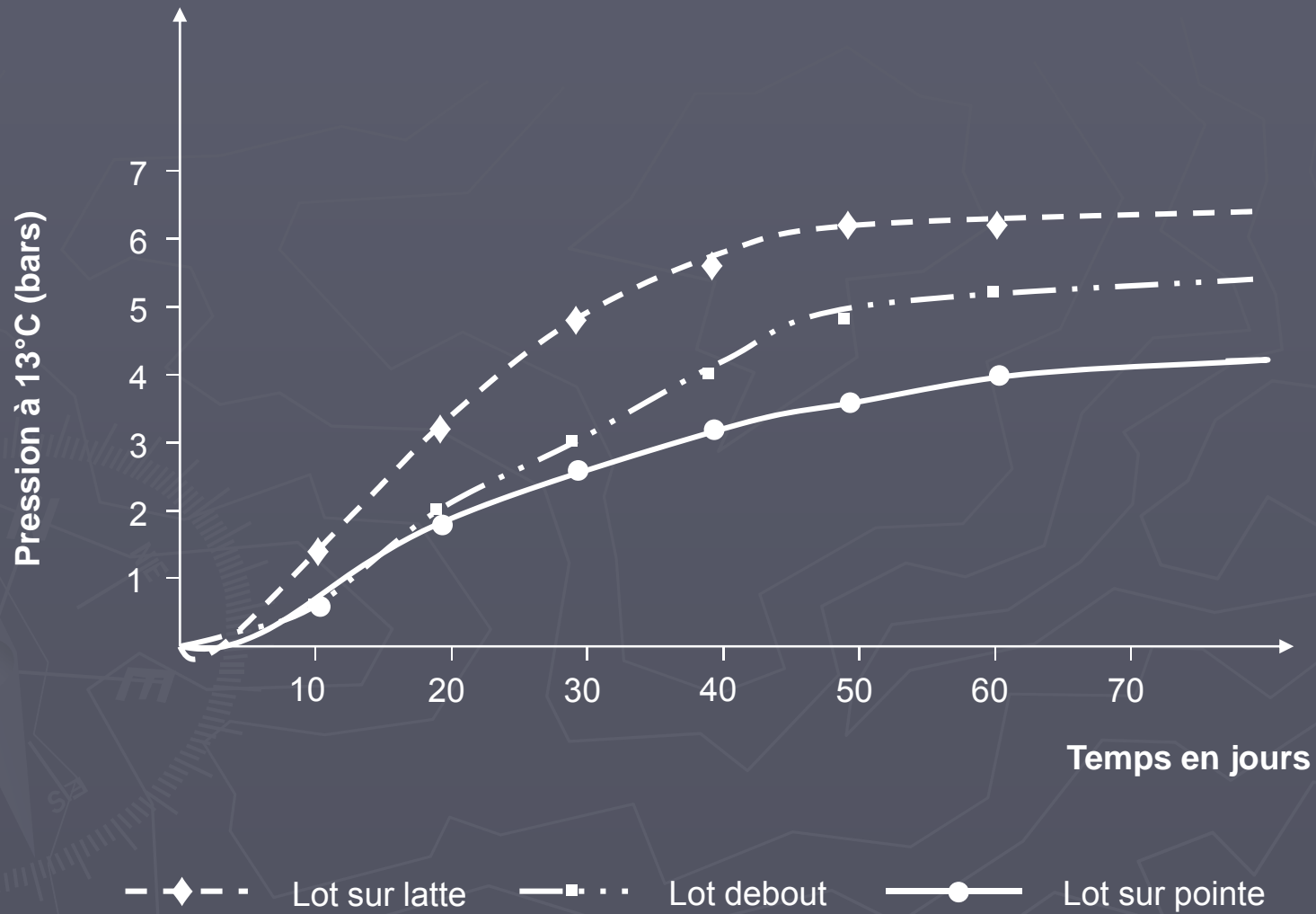
Paramètres	Vin de Champagne	Optimum
° Alcool	11.3/12.5	0
Température	10/15 °C	20/25
pH	3.0/3.2	5/6
SO ₂	15/20	0

Evolution de la pression, de la population levurienne vivante et totale au cours de la prise de mousse

Fermentation très lente (1/35)



Prise de mousse sur latte, debout ou sur pointe (d'après Valade et Laurent, 1999)



Oxydation et maturation ¹

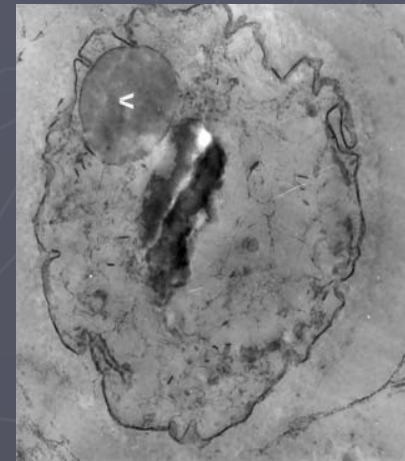
- ▶ Influence de l'oxydation sur les qualités organoleptiques des vins à tous les stades d'élaboration
 - ▶ Débourbage
 - ▶ Fermentation
 - ▶ Transfert des vins
 - ▶ Tirage des vins
 - ▶ Dégorgement
 - ▶ Bouchage
- ▶ Vieillissement des vins sur lies

Vieillissement sur lies

▶ Durée

▶ Autolyse

▶ Oxydation



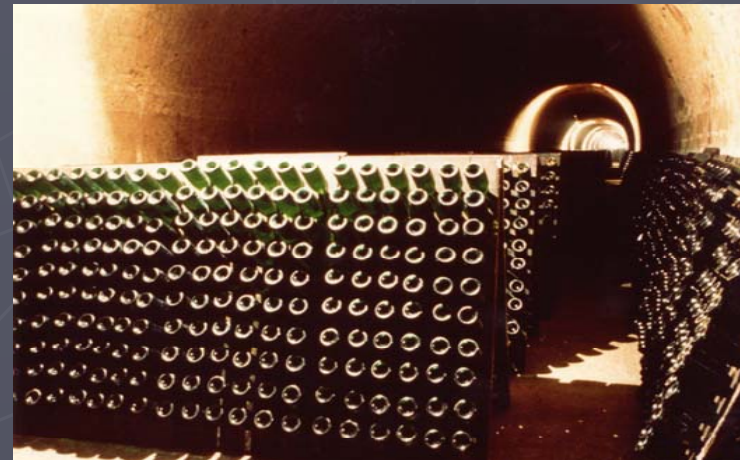
Oxydation et maturation

► Les points clés

- Transfert des vins: 1 à 6 mg/l
- Tirage: 2 à 7 mg/l
- Capsules: 0.1 à 0.7 cm³ CO₂/24h

Remuage

- ▶ Opération manuelle
- ▶ Coûteuse et longue
- ▶ Place en cave
- ▶ Disponibilité des vins
- ▶ Sans influence qualitative



Remuage



► Remuage mécanique



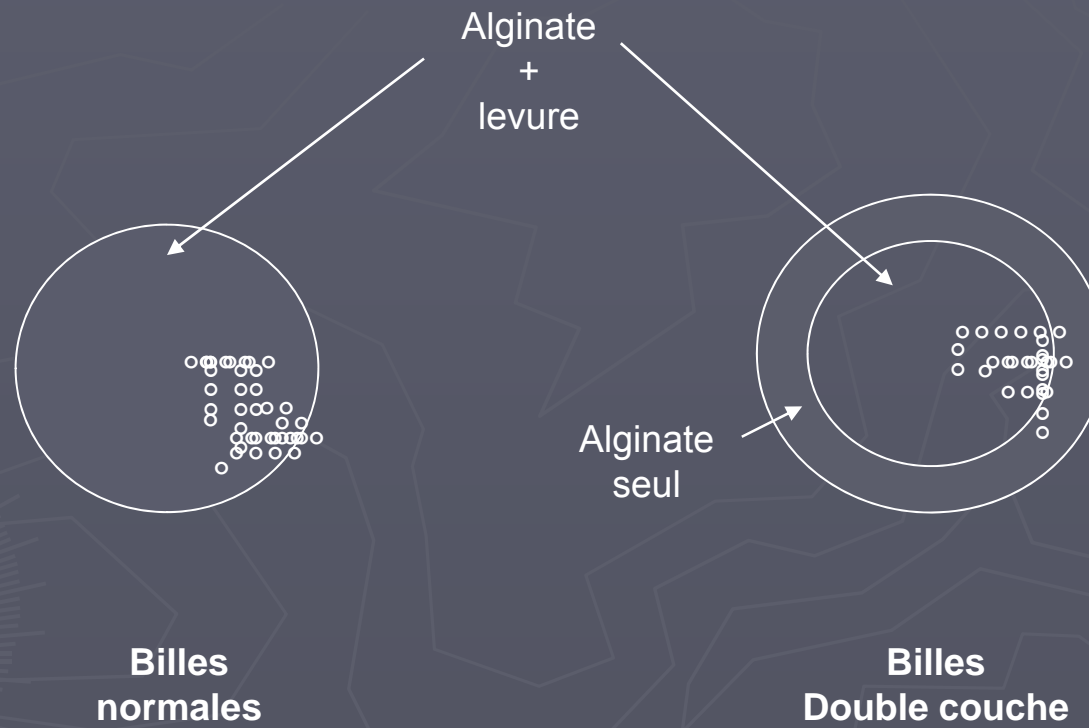
► Levures incluses

Remuage



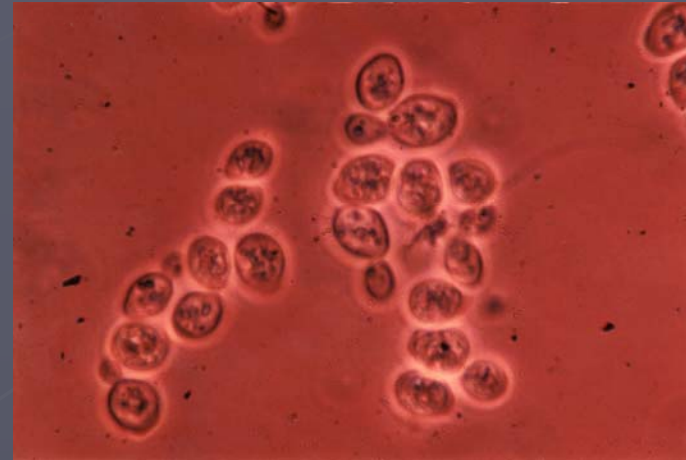
- ▶ Levures incluses
 - Adaptation des levures à la prise de mousse
 - Limpidité et stabilité tartrique des vins

Principe des billes double couche (d'après Ors *et al.*, 1989)



Remuage

▶ Levures agglomérantes



▶ Millispark

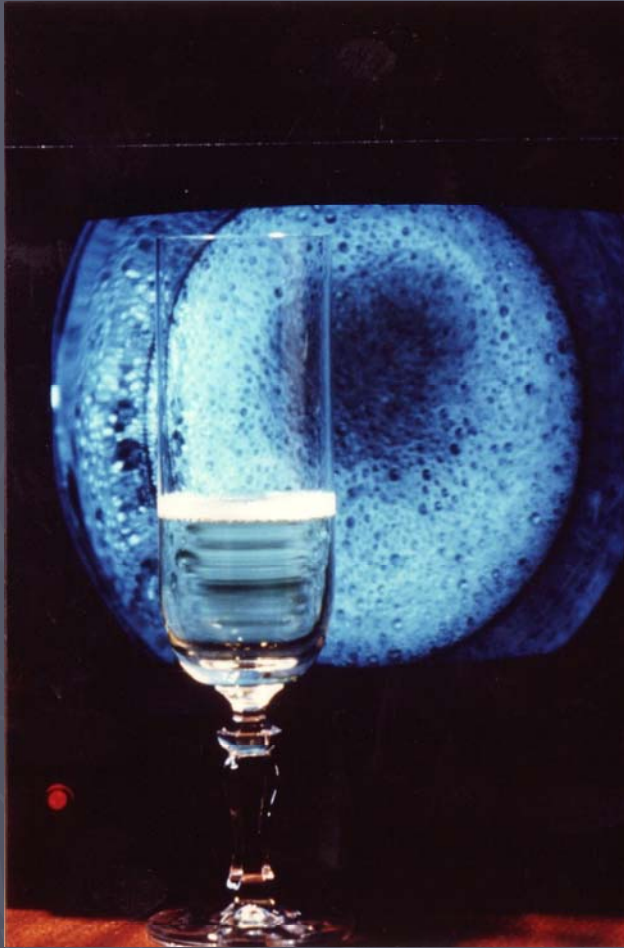


Mousse et effervescence

- ▶ Communication
- ▶ Premières études en 1985
- ▶ Physique de la bulle et de l'effervescence
- ▶ Chimie de la bulle et de l'effervescence

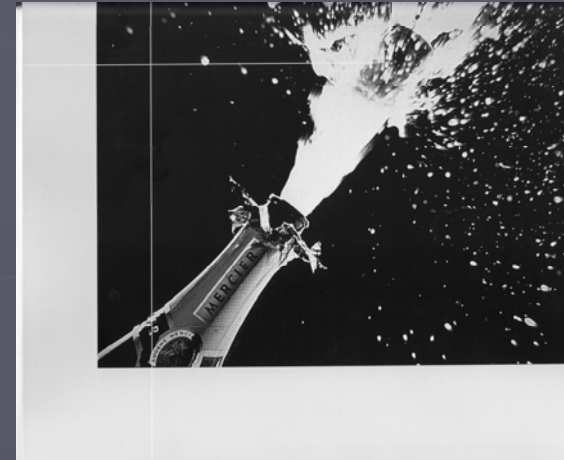


Mousse et effervescence ₂

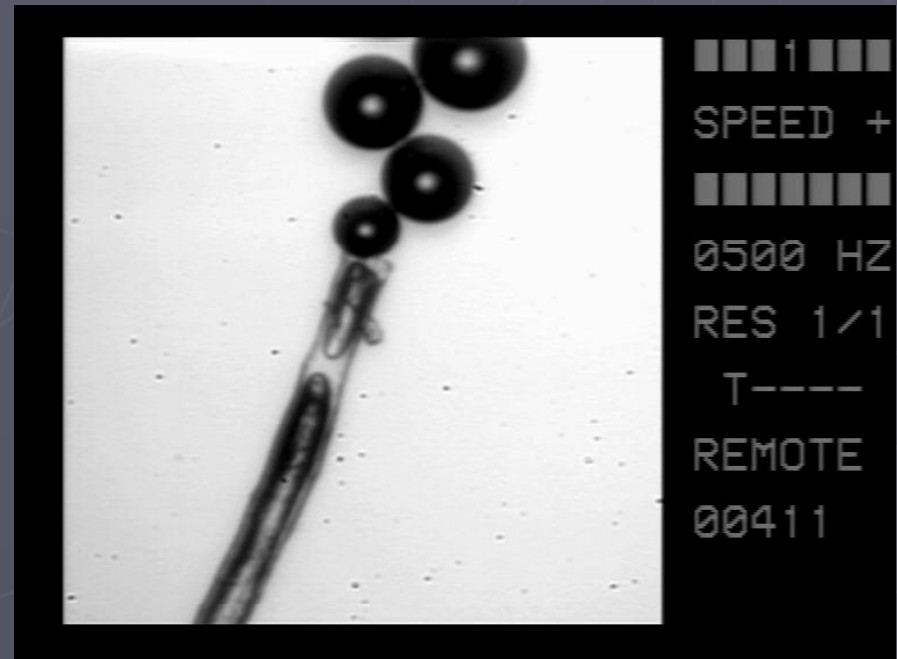
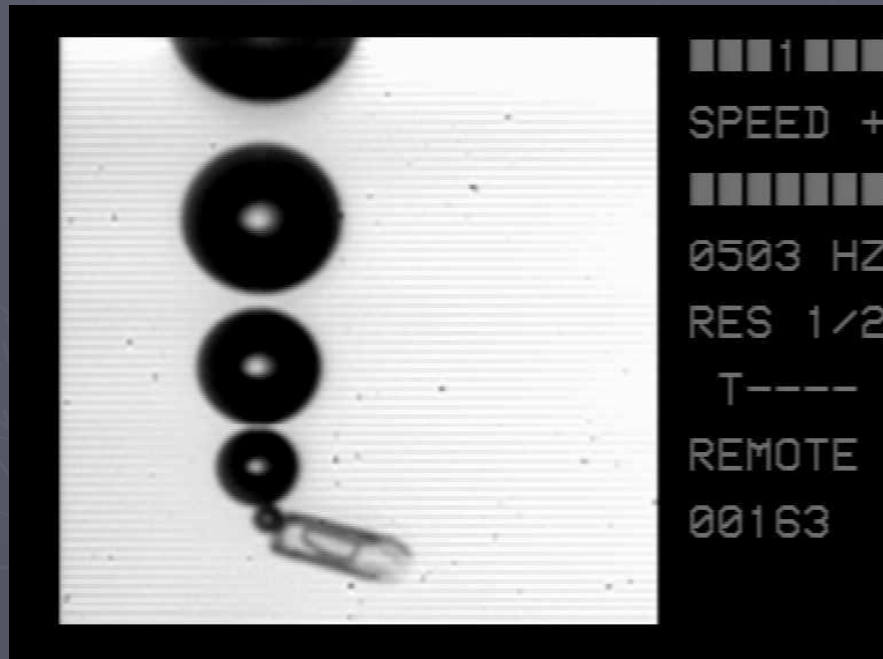


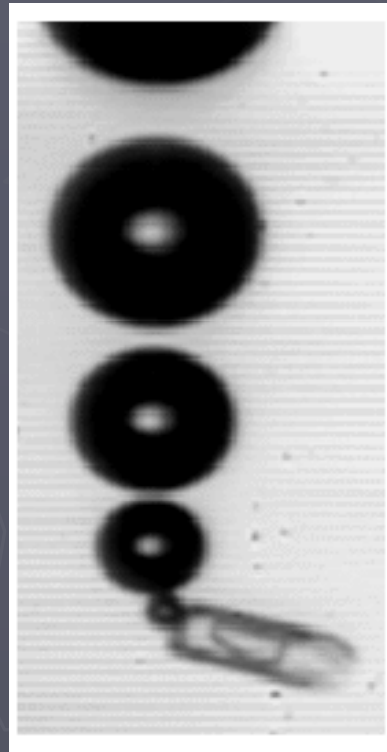
- ▶ Physique de la bulle
 - Drainage
 - Nucléation
 - Ascension
 - Eclatement des bulles
 - Libération arômes

Ouverture et nucléation



Nucléation hétérogène





Gérard Liger-Belair, « Effervescence, la science du champagne », Odile Jacob, Paris, 2009

Train de bulles



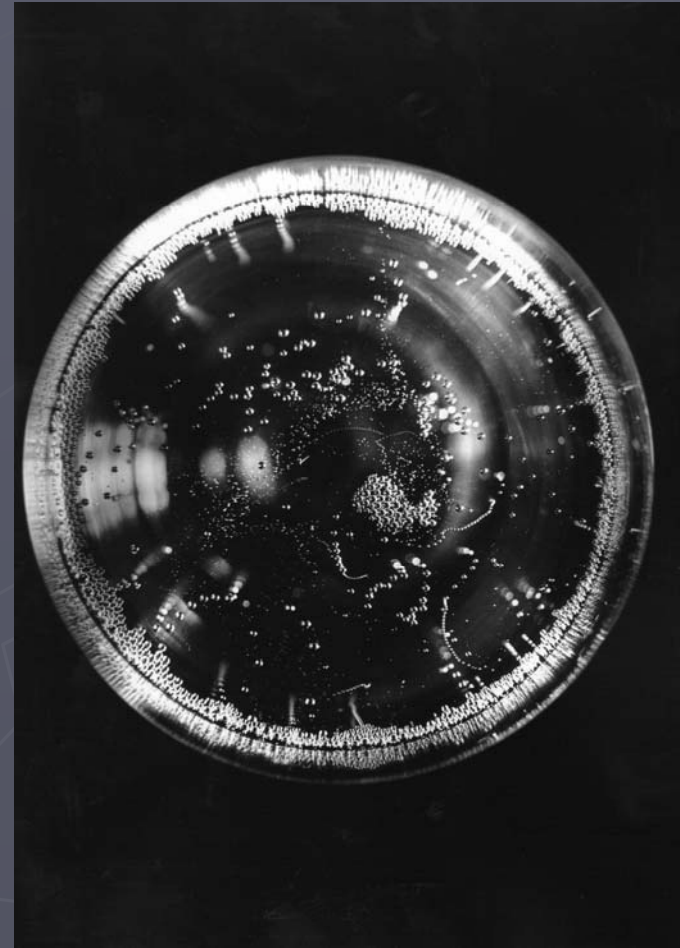
Eclatement des bulles et gouttelettes



Eclatement des bulles



Formation collerette



Mousse et différences analytiques Champagne/bière

Paramètres	Champagne	Bière
CO ₂ en bar	6	2
Ethanol en % vol	12	5
Protéines g/l	0,01	1
Polysaccharides g/l	0,1	10

Organismes de recherche en Champagne

- ▶ Faculté des sciences
- ▶ INRA
- ▶ CIVC
- ▶ ITV
- ▶ Maisons de Champagne

Autres thèmes de recherche non abordés

- ▶ Lutte chimique contre les maladies
- ▶ Environnement
- ▶ Pressoirs
- ▶ Stabilisation des jus
- ▶ Bouteilles
- ▶ Dégustation et profil aromatique
- ▶ Vin et santé

Perspectives/Conclusions

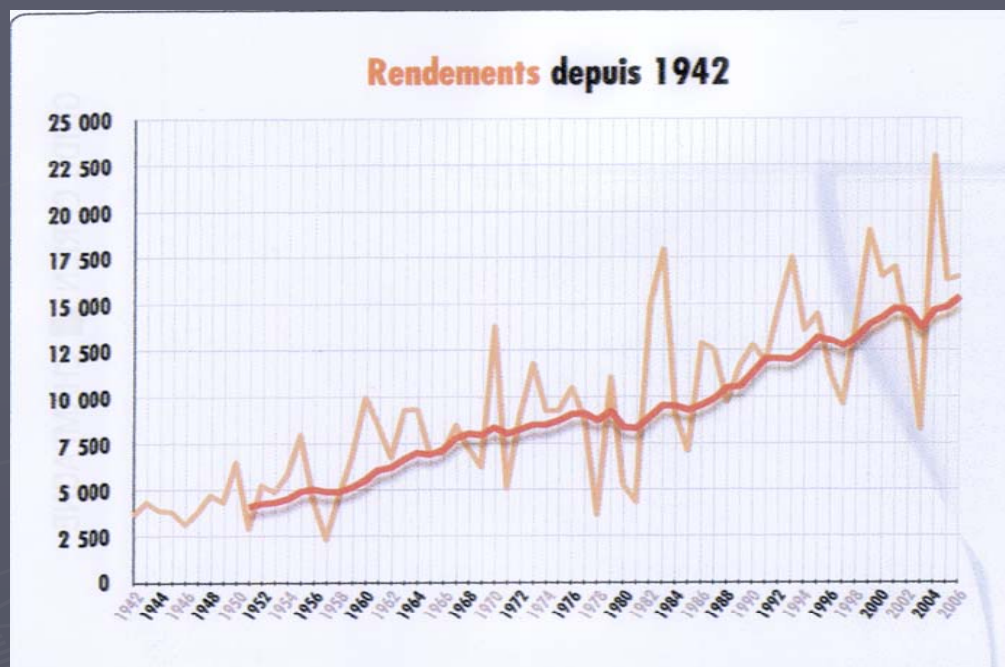
- ▶ Jusque 1990: amélioration du produit, du procédé d'élaboration, de la productivité
- ▶ Depuis « 1990 »: sécurité alimentaire, environnement
- ▶ Retombées des recherches développées dans les autres industries alimentaires boissons en particulier

Perspectives/Conclusions

▶ Les innovations
d'aujourd'hui, c'est la
tradition de demain



Progression des rendements



- ▶ Années « cinquante » 4000Kg/Ha
- ▶ Années « soixante-dix » 9000Kg/Ha
- ▶ Années « quatre-vingt-dix » 12.500Kg/Ha