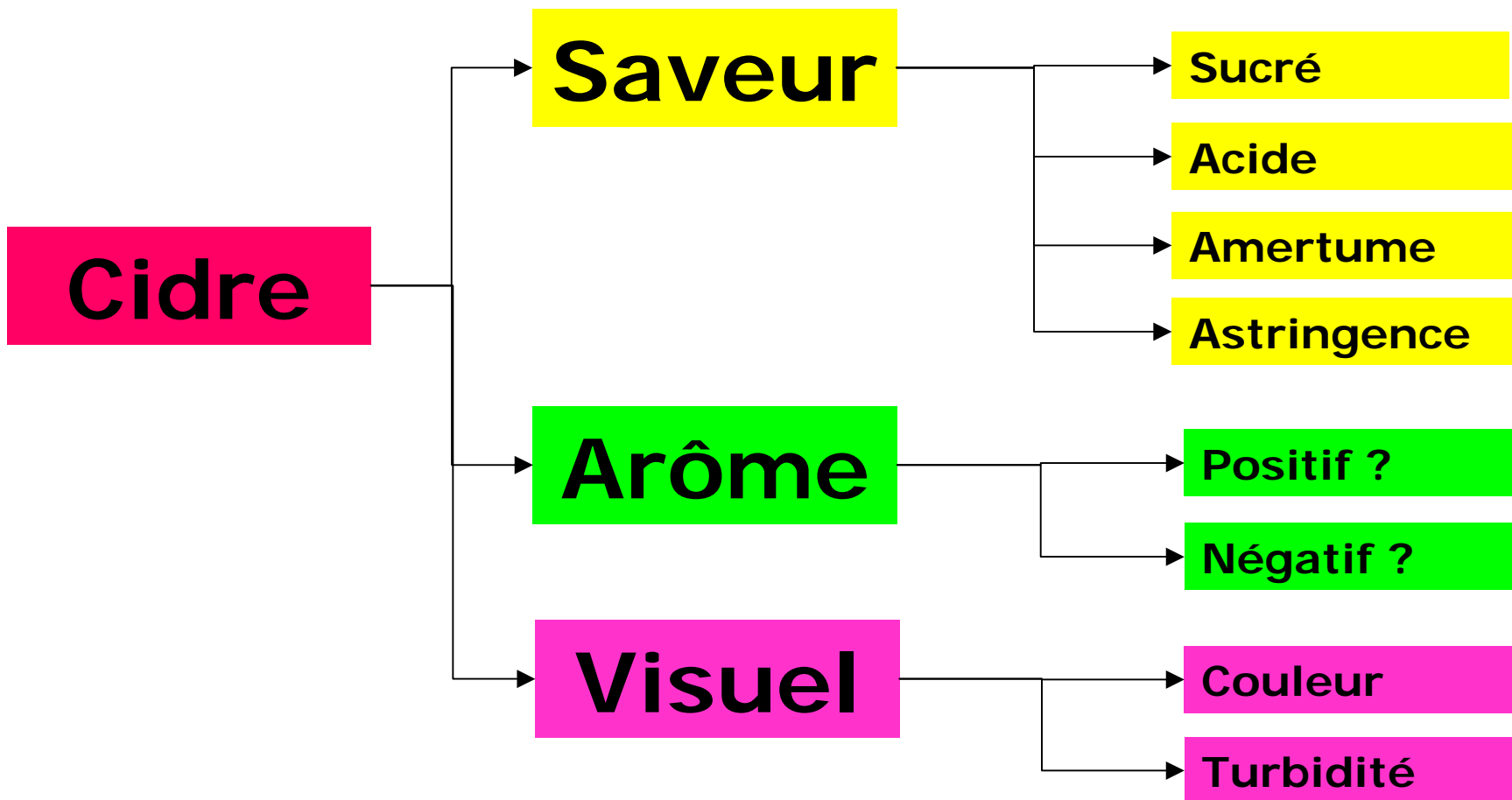


Producteurs Comment élaborer les cidres qui plaisent à vos consommateurs ?

Rémi BAUDUIN

**Ingénieur responsable R&D
« transformation » à l'IFPC**

Les caractéristiques du cidre

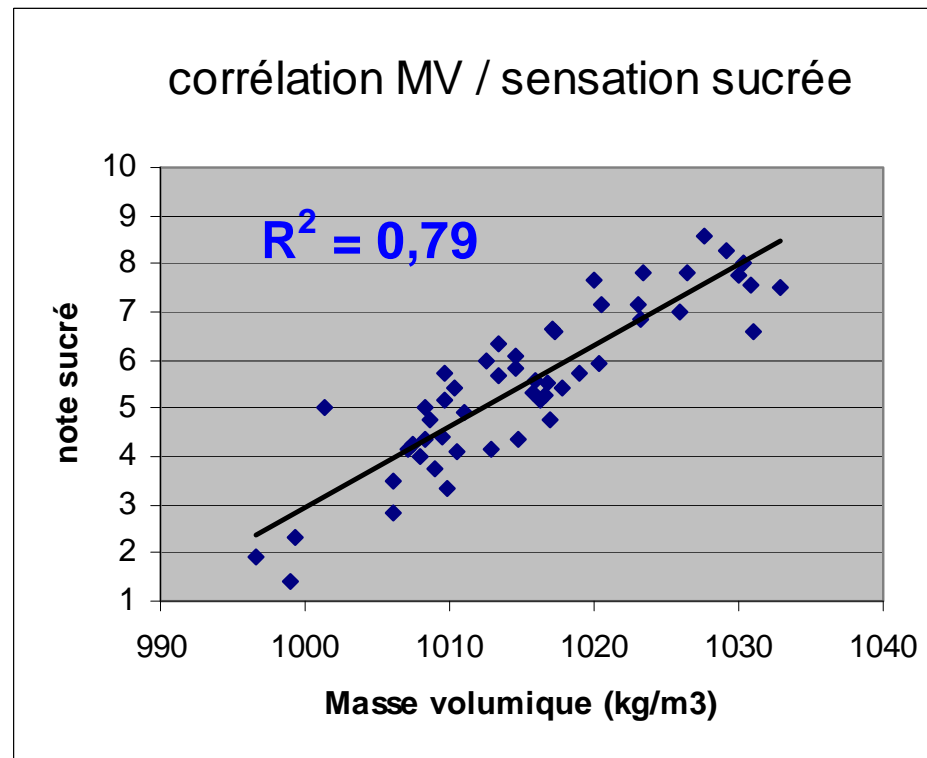


Partie 1

Les caractéristiques de saveur

La saveur sucrée

- La contribution sucrée est due au fructose et glucose présents dans les cidres
- Bien approchée par la masse volumique :



La saveur sucrée



- La contribution sucrée est due au fructose et glucose présents dans les cidres
- Bien approchée par la masse volumique
- Fonction de la technologie (arrêt de fermentation)

Dénominations encadrées par la réglementation

- brut : < 28 g/L sucre
- demi-sec : entre 28 et 42 g/L sucre
- doux (bouché): > 42 g/L (et < 3% vol. d'alcool)

La saveur sucrée



- La variété ou l'assemblage variétal n'a pas d'influence sur le sucré des produits mais va jouer sur le taux d'alcool acquis
- Exemple dans le cas de la réglementation française pour 3 variétés de pomme :

Variétés	Brut (28 g/L)	Doux (3 % vol.)
Bisquet (95 g/L)	3,9 % vol.	44 g/L
Douce Coetlignée (115 g/L)	5,1 % vol.	64 g/L
Douce Moen (150 g/L)	7,2 % vol.	99 g/L

La saveur sucrée



Exemple pour faire des produits type cidre de glace :

Tel que défini au Québec le cidre doit être >130 g/L de sucre et $>7\%$ vol. d'alcool acquis, soit 250 g/L équivalent sur le moût initial

Même la variété Douce Moen ne permet pas de faire ce produit sans concentration (en moût ou en cidre)

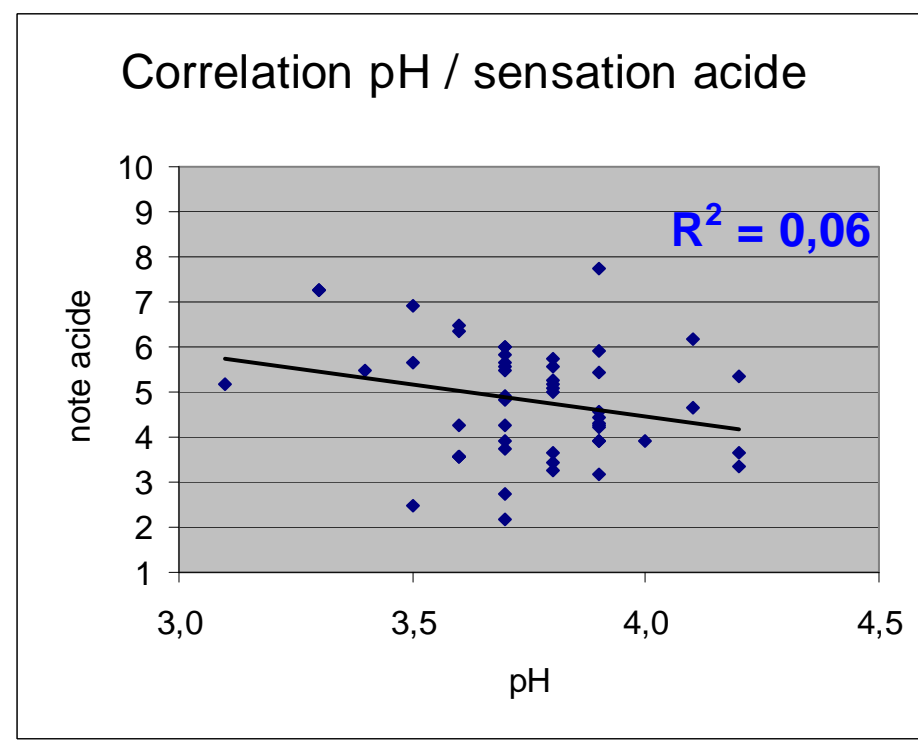
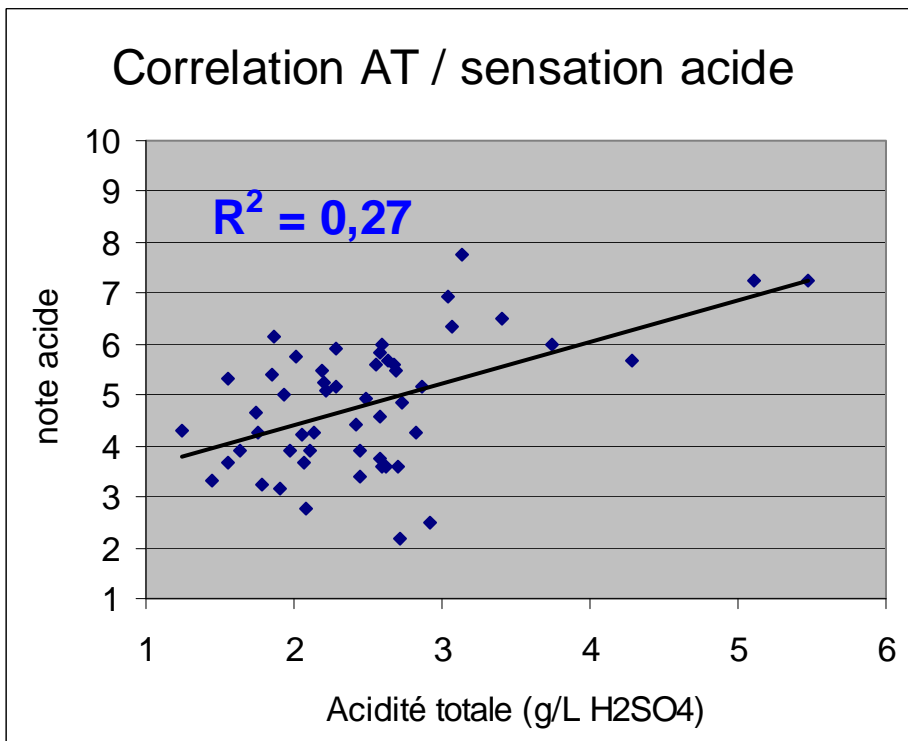
La saveur sucrée

Pour fixer quelques ordres de grandeur

1 % vol. d'alcool	~ 17 g/L
10 % de Douce Moen (1070)	~ + 3 g/L
10 % de Bisquet (1045)	~ - 2 g/L
ajout 5 % de concentré en volume	~ + 50 g/L
5 g/L CO ₂ (~ 2,5 bar)	~ - 10 g/L
Maîtrise de la charge de l'arbre	~ +/- 15 g/L
Variabilité inter-annuelle	~ +/- 20 g/L

La saveur acide

- La contribution acide est liée à l'acidité totale et dans une moindre mesure au pH (mais forte interaction avec sucre) :



La saveur acide



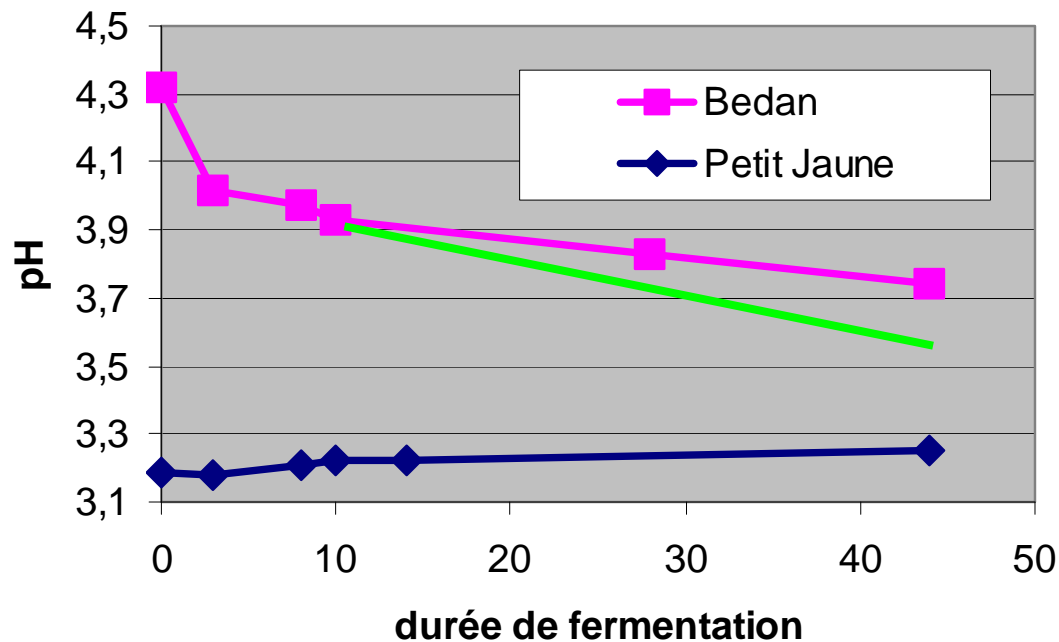
La contribution acide est liée à l'acidité totale et dans une moindre mesure au pH. Elle est fonction de :

- l'acidité initiale des moûts (donc des fruits)
- la modulation par une éventuelle TML (acide L-malique ⇒ acide L-lactique)
- ajout éventuel d'acide malique (D/L)

- l'acidification en démarrage de fermentation (effet moins marqué sur les variétés acides (fort pouvoir tampon))

La saveur acide

- Courbe d'acidification classique (suivi producteur)



- Mise en évidence d'un effet technologique lié à l'oxygénation en cours de fermentation

La saveur sucrée



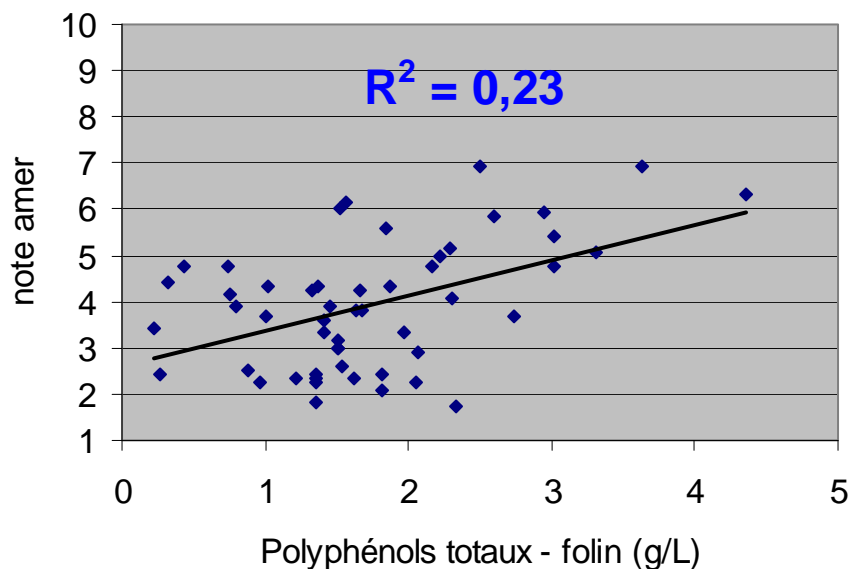
Pour fixer quelques ordres de grandeur

+/- 10 % de variétés acidulées	~ + 0,30 g/L
+/- 25 % de variétés douces	~ - 0,30 g/L
TML 100 % faite	~ - 0,75 g/L
Acidification fermentation	~ + 0 à 0,5 g/L
Variation inter-annuelle	~ +/- 0,2 g/L
Maîtrise de la charge de l'arbre	~ +/- 0,4 g/L

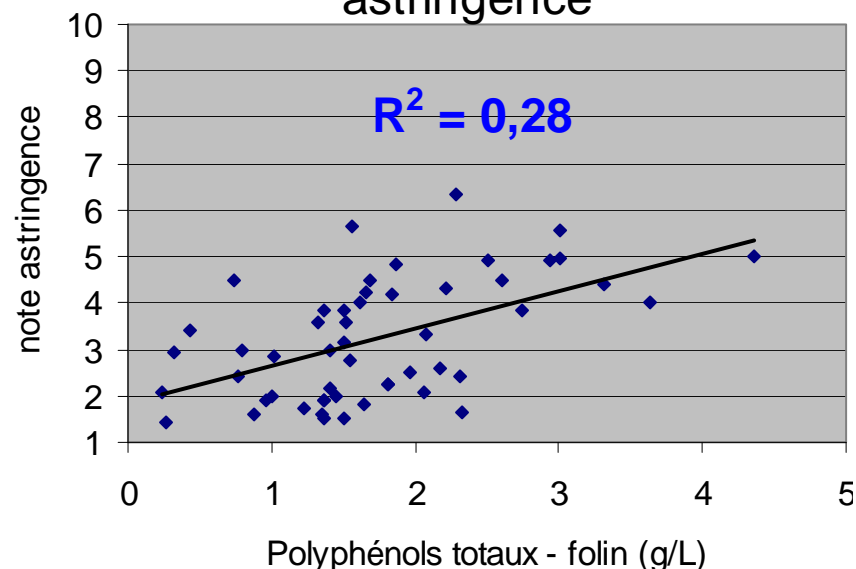
Saveur amertume / astringence

L'amertume et l'astringence sont fonction de la quantité et de la qualité des polyphénols

Correlation pH / sensation amer



Correlation pH / sensation astringence



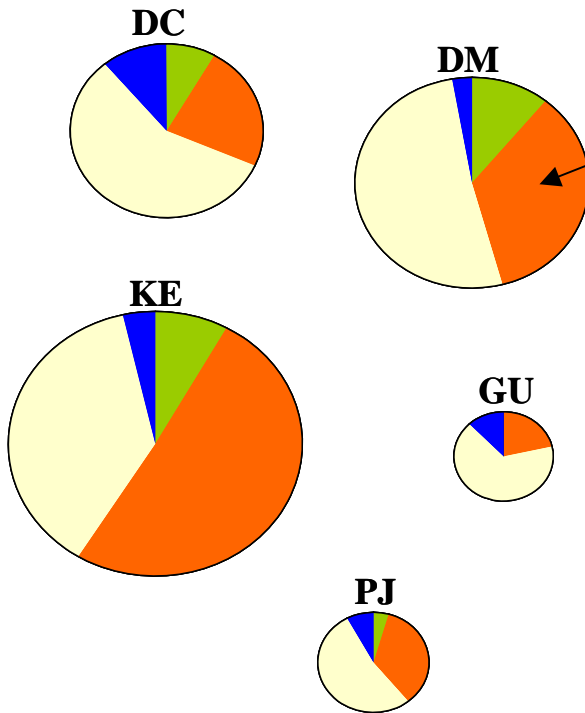
Saveur amertume / astringence



- L'amertume et l'astringence sont fonction de la quantité et de la qualité des polyphénols
- La quantité et la qualité des polyphénols peuvent être modulées par :
 - ✓ l'assemblage variétal (groupe de saveurs)
 - ✓ la variété (à l'intérieur de chaque groupe de saveur)
 - ✓ la technologie mise en œuvre :
 - ⇒ conditions d'extraction (température cuvage)
 - ⇒ collages pré et/ou post-fermentaire

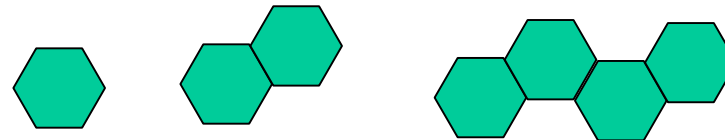
Saveur amertume / astringence

- Quelques notions sur les polyphénols ...



Procyanidols (tanins) ont un impact sur l'amertume et l'astringence

Ils sont caractérisés par leur degré de polymérisation (DP)

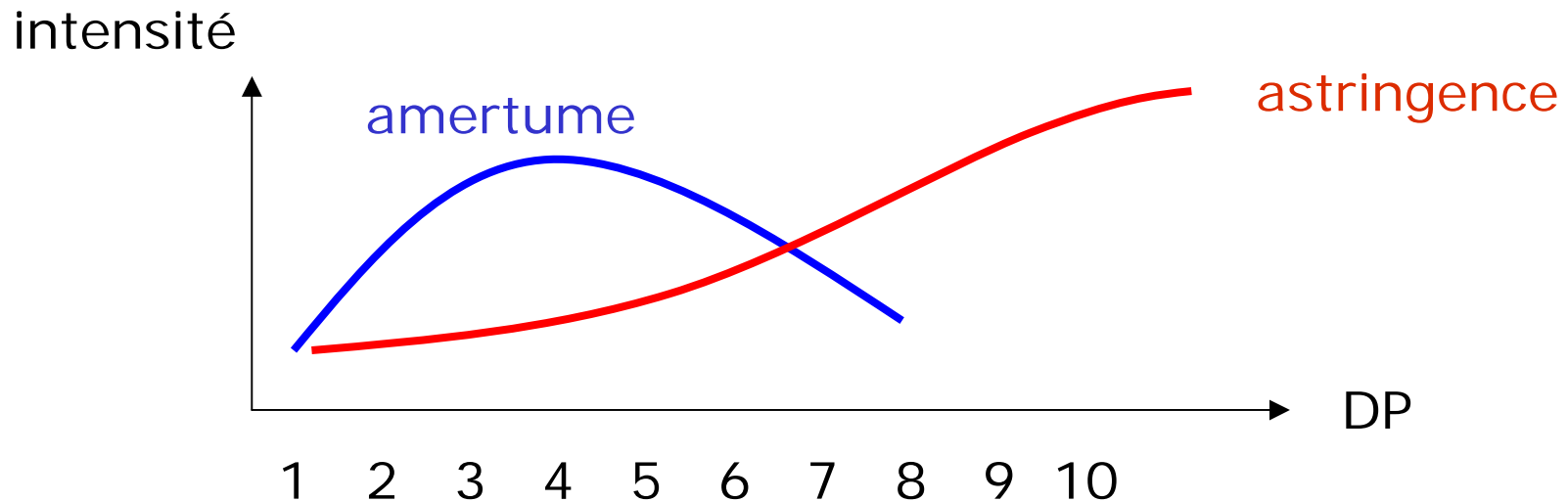


D'après Sylvain Guyot
INRA URC le Rheu

Saveur amertume / astringence

Quelques notions sur les polyphénols ...

- le DP a une influence sur leur impact gustatif :

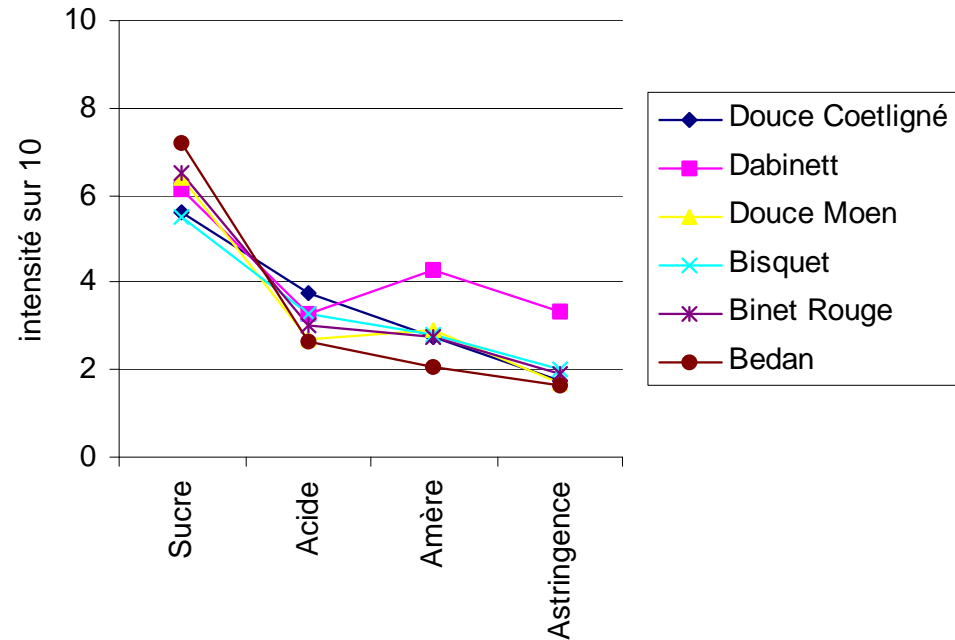
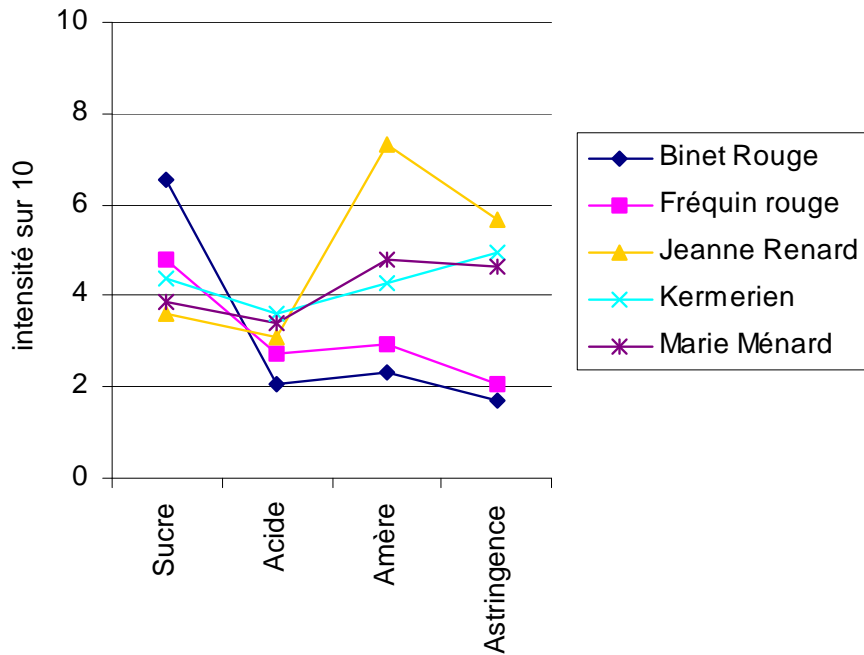


- la modulation en quantité et qualité des polyphénols influe sur l'amertume et l'astringence

Saveur amertume / astringence

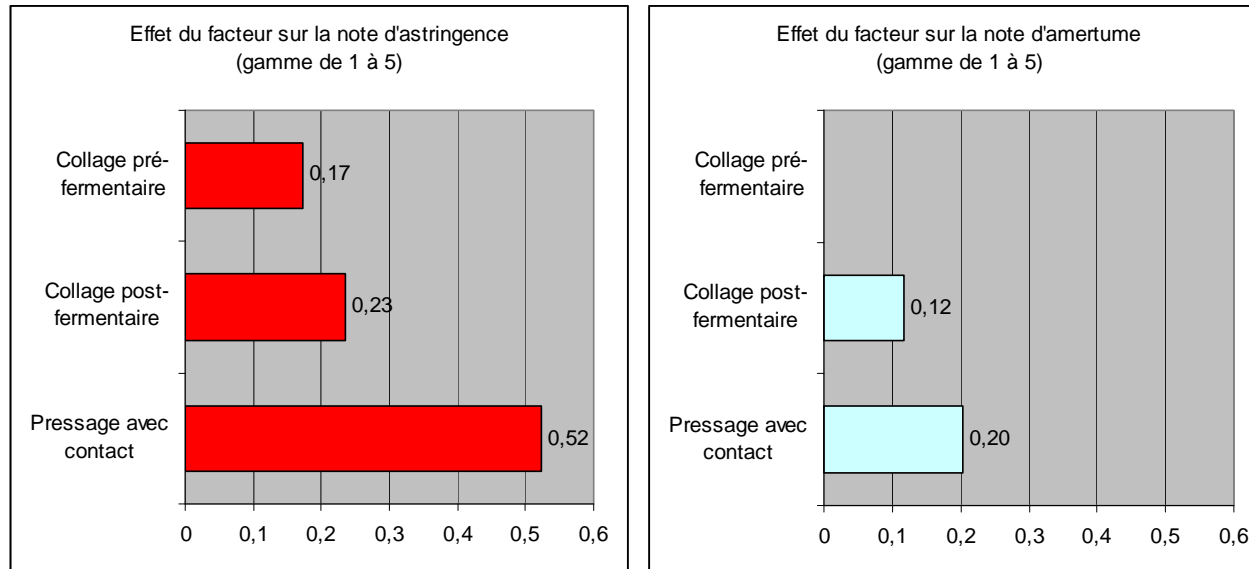
Pour aller plus finement que la classification :

- Profil sensoriel des variétés amères / douces-amères



Saveur amertume / astringence

- Impact de la technologie d'élaboration



Pressage et collages agissent de façon assez sélective en éliminant plus d'astringence que d'amertume

Assemblage variétal agit simultanément sur amertume et astringence comme une simple dilution

Caractéristique saveur / amertume



Pour fixer quelques ordres de grandeur

+ 25 % de variétés acidulées (PJ)	~ - 0,05 g/L
+ 15 % de variétés amères (MM)	~ + 0,25 g/L
Mode de pressage (contact long)	~ - 0,8 g/L
Collage	~ - 0,3 g/L
Variation inter-annuelle	~ +/- 0,5 g/L
Maîtrise de la charge de l'arbre	~ +/- 0,5 g/L

Les caractéristiques de saveur



Saveur

Sucre

= équilibre entre

**Amertume
Astringence**

Alcool

Acidité

Les caractéristiques de saveur

Beaucoup d'interactions possibles :

	SUCRE	ACIDE	AMER	ASTRING.
Fructose 20/60	+++	-	--	-
Acide 3,3-3,94 / 5,04-3,48	-	+++		++
Alcool 2,7/5,7	+		++	
DP [500mg/l]			^{DP4} +++	DP2 < DP4 < DP6 < DP8
[Polyph]	-		+++	+++

D'après Ronan SYMONEAU - ESA

Partie 2

Caractéristiques aromatiques

Caractéristiques aromatiques



- Attente du plus grand nombre est sur des produits fruités !
... mais ce but n'est pas exclusif
 - Comment obtenir ces produits fruités ? la réponse n'est évidemment pas simple ... il n'est pas possible de relier directement une opération technologique au fruité ...
- ... néanmoins il est possible d'avoir quelques lignes directrices

Caractéristiques aromatiques



- Opposition entre 2 catégories de cidre : fruités et non fruités
- Pour les cidres **non fruités**
 - phénols volatils et composés soufrés (méthionol)
 - corrélation avec l'amertume et l'astringence
- Pour les cidres **fruités**
 - absence de marqueurs positifs
 - faible teneur en phénols volatils et composés soufrés
 - corrélation avec les produits acidulés

Caractéristiques aromatiques



- Lien avec la technologie (produits 6 - 12 mois de bouteille)

Fruité	Non Fruité
Pasteurisation	
Utilisation de concentrés	
Clarification par collage	
Gazéification	Prise de mousse en bouteille / gazéification
Froid en cuverie	Peu de maîtrise de T°C

Mais impossibilité d'avoir la contribution de chaque action ...

... on est sur un « paquet technologique »

Caractéristiques aromatiques



Axe 1 : limiter la production de molécules à défaut ou potentiellement masquant du fruité

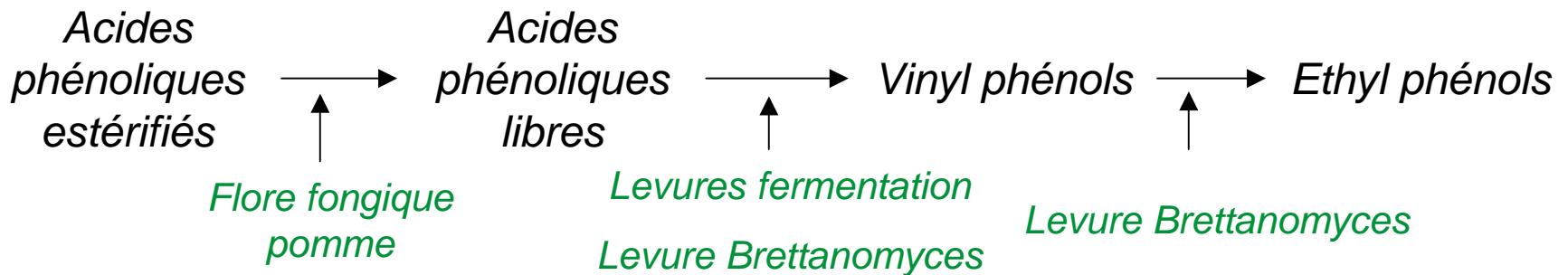
- les phénols volatils
- les composés soufrés
- les microorganismes indésirables et faux goûts

Caractéristiques aromatiques



Qui sont ces phénols volatils ?

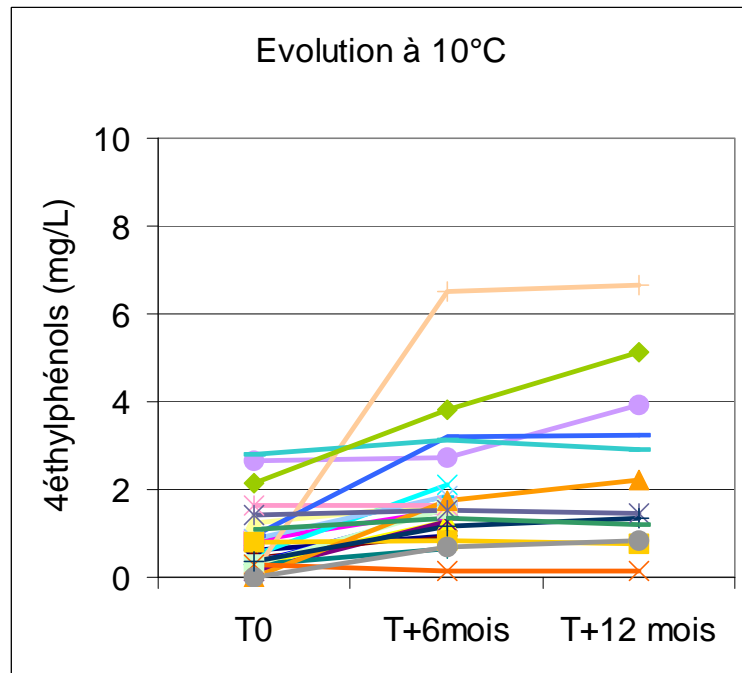
- famille de molécules : 4-vinyl et 4-éthylphénol, vinyl et éthylgaiacol et 4-éthylcatéchol (fumé) qui sont marqueurs des odeurs animales
- ils sont aussi potentiellement des masquants du fruité
- molécules finales d'une chaîne de réactions métaboliques à partir d'une certaine catégorie de polyphénols



Caractéristiques aromatiques

Qui sont ces phénols volatils ?

- molécules déjà présentes à l'embouteillage et dont la concentration augmente en cours de conservation (produits non pasteurisés)



- Seuil perception vin rouge = 0,5 mg/L
- En cidre un peu plus élevé

Caractéristiques aromatiques



Quelques éléments de pilotage sur les phénols volatils
Le principe est simple, éviter l'action de la levure Brettanomyces

- Destruction de la levure (pasteurisation)
- Limitation de cette levure à des populations très faibles :
 - ✓ Filtration du produit (MFT ou kiesleghur + filtre de garde)
 - ✓ Hygiène du matériel de mise en bouteille

Possibilité d'utiliser un test de détection de Brettanomyces pour cibler les circuits de distribution

Caractéristiques aromatiques



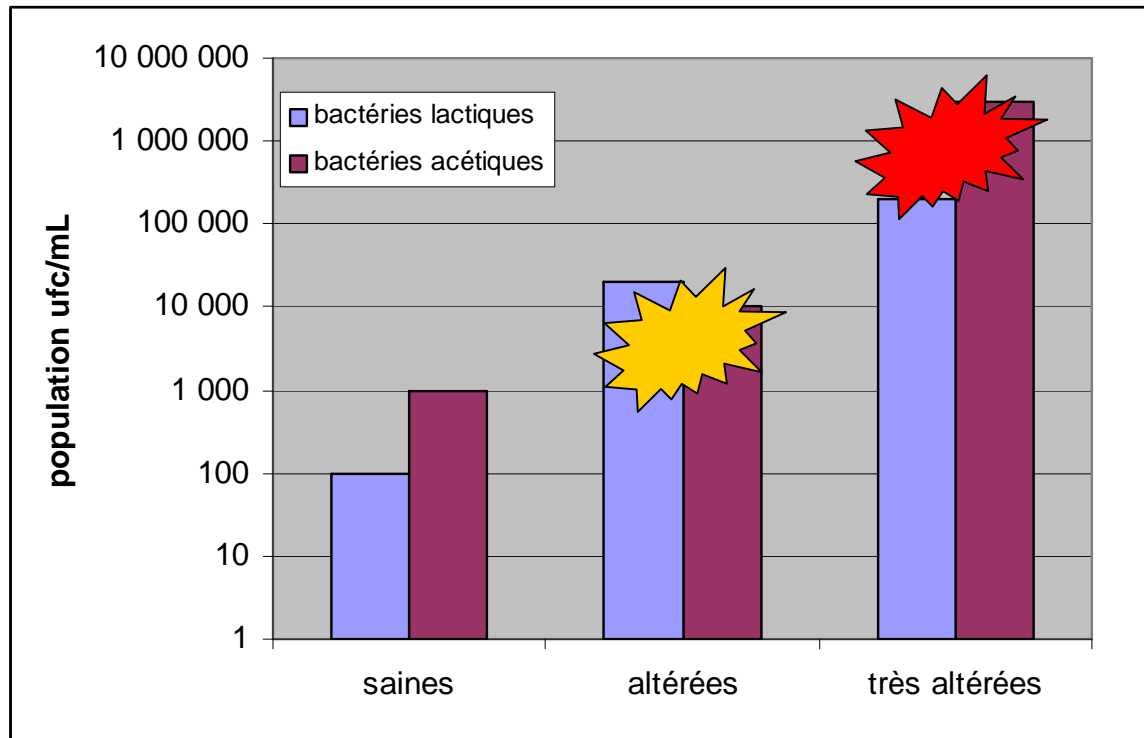
- Les composés soufrés : H₂S, méthionol ...

Facteurs aggravant leur production :

- Sulfitage
- Conditions réductrices (fermentation en forte biomasse et non oxygénée)

Caractéristiques aromatiques

Etat sanitaire des fruits mis en œuvre : influence sur la flore bactérienne en moût



Acidité volatile > 0,5 g/L
en moût (30 j maturation)

Acidité volatile ~ 0,2 g/L
en moût (30 j maturation)

Caractéristiques aromatiques

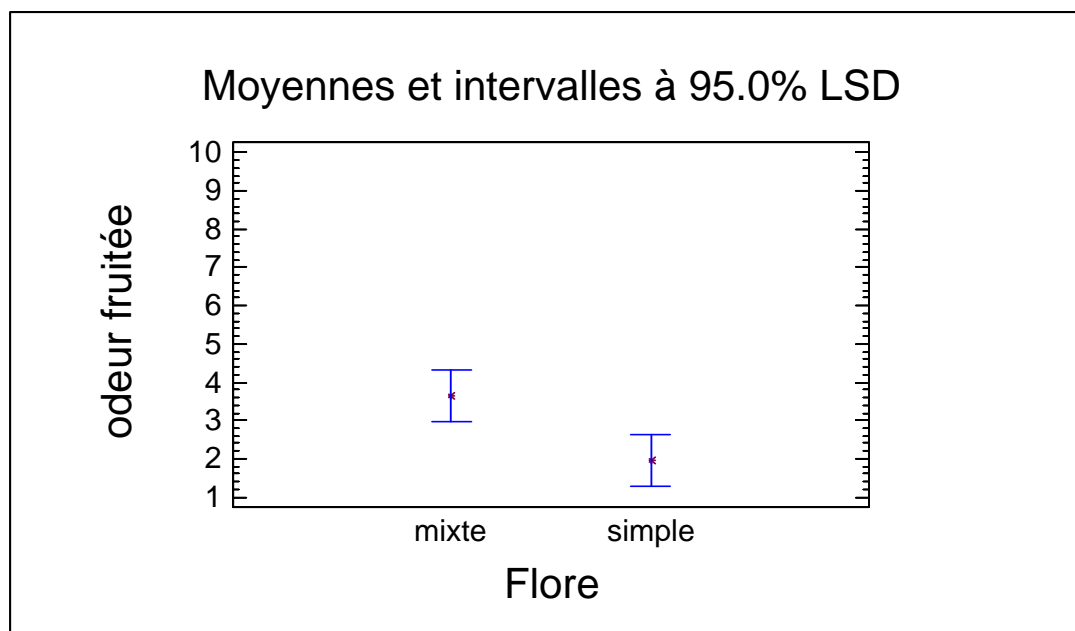


Axe 2 : Augmenter la production de composés responsables du fruité

Caractéristiques aromatiques



- Utilisation de flores « aromatiques » *Hanseniaspora valbyensis*
- Permet d'augmenter nettement le fruité des produits par rapport à une fermentation en flore standard



Caractéristiques aromatiques

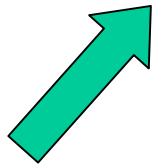


- Utilisation de flores « aromatiques » *Hanseniaspora valbyensis*
- L'augmentation du fruité est aussi visible sur les composés volatils aromatiques

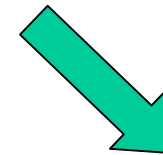
		Flore mixte	Flore standard
Acétate d'isomyle	Fruité banane	2,2	0,4
Acétate d'hexyle	Fruité poire	0,1	0
Méthionol	Choux	0,2	0,5
Isopentanol	Vineux, lourd	29,5	50,4

- En 2010, 7 essais en cidrerie (volumes 20 à 150 HL)
- En 2011, production de levure pour plusieurs milliers d'HL

Caractéristiques aromatiques



Qualité
aromatique
fruité



Défauts
aromatiques
masquants

Flores positives et leur contrôle

**Augmenter les réactions produisant
du fruité**

Limiter les flores d'altération

**Limiter les défauts des flores fermentatives
Limiter les altérations physico- chimiques**

Caractéristiques aromatiques



État sanitaire des fruits transformés

- Ensemencements bactériens importants
- Composés aromatiques malodorants (géosmine)
- Précurseurs aromatiques (phénols volatils)

Défauts
aromatiques
masquants

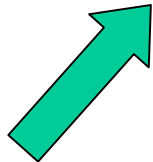
Gestion de la fermentation

- Fermentation en faible biomasse (odeurs champignon ↘)
- Faible température (< 8-10°C, éviter phénols volatils)
- Equilibre de flores / azote (risque framboisé)

Post-fermentaire

- Si pas de pasteurisation hygiène saturateur tireuse poussé
- Limiter les durées de vie des produits
- Contrôle de l'O₂ à l'embouteillage

Caractéristiques aromatiques



Qualité
aromatique
fruité

Matière première

- Opposition variétés acides / amertumées

Contrôle de la fermentation

- Flores mixtes (1 aromatique et 1 fermentative)
- Haute densité (produits doux, demi-secs)

Post-fermentaire

- Pasteurisation favorable à un certain type de fruité (compoté, miel, caramel au beurre, pomme à couteau)

Partie 3

Caractéristiques visuelles

Le visuel : la turbidité



- Gamme rencontrée 0-50 NTU
- Turbidité biologique fortement induite par la technologie
 - ✓ Méthode d'acquisition de l'effervescence (PDM, gazéification)
 - ✓ Traitement de stabilisation thermique
 - ✓ Qualité de filtration (résidus ou non)
- Turbidité physico-chimique
 - ✓ Troubles colloïdaux (polyphénols, pectines ...)

Le visuel : la couleur

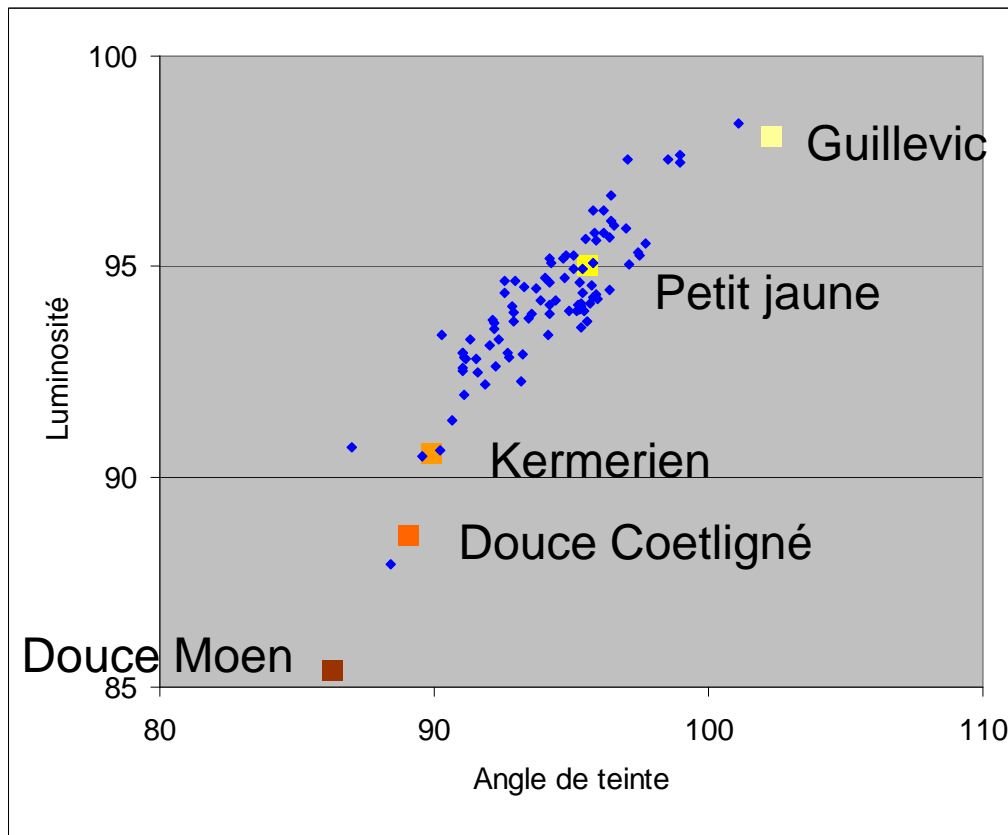


La couleur des produits est multi-causale :

- Matière 1ère, sa richesse en polyphénols (qualitatif et quantitatif) et d'autres molécules (anthocyanes)
- Oxydation plus ou moins poussée des polyphénols
- Réaction d'oxydo-réduction plus ou moins poussée lors de l'élaboration et en bouteille
- Technologie (collage des produits)

Le visuel : la couleur

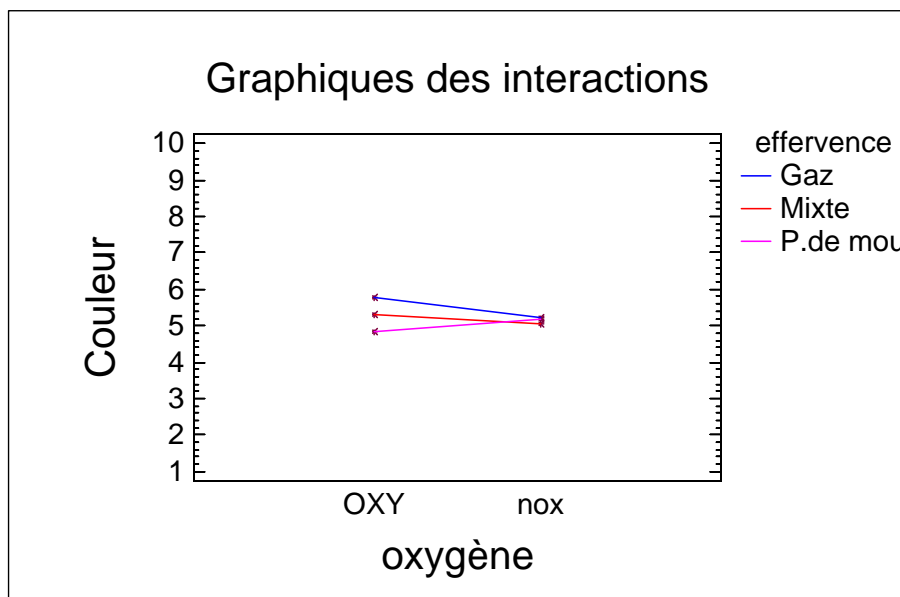
- La gamme de couleur possible des cidres



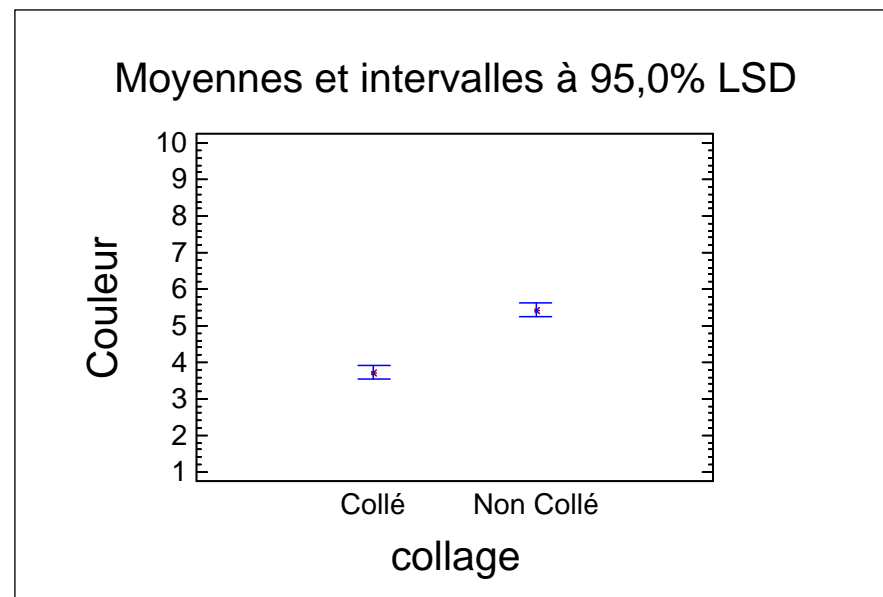
Le visuel : la couleur

- Modulation possible par la technologie

Effet des conditions oxydantes



Effet du collage



Le visuel : la couleur



Cas particulier des cidres rosés

- Présence de composés colorés dans le fruit (peau / chair)
- Extraction suffisante des composés (broyage / cuvage)
- Empêcher le brunissement des produits :
 - ✓ Absence d'oxygène
 - ✓ Inhibition de la Polyphénol oxydase (pH, T°C)
 - ✓ Antioxydants
 - ✓ Absence de certains polyphénols (sélection variétale)
- Fermentation > embouteillage sans oxygène (éviter le brunissement ultérieur possible)

Conclusion



PARTIE SAVEUR

Des éléments de pilotage existent déjà ... choix variétal et technologie

Le suivi analytique est pertinent pour le sucre et plus ou moins performant pour les autres saveurs la dégustation reste nécessaire ...

PARTIE AROMATIQUE

Des outils de pilotage sont possibles : hygiène et levurage (en devenir)

Conclusion



Des outils pédagogique (fiches) rassemblant l'ensemble des connaissances acquises sont disponibles

Mais le plus important est de se **fixer des objectifs produit** avant le démarrage de fabrication car certaines options technologiques sont à réaliser dès le départ