

Les Polyphénols de la Pomme aux Cidres : diversité variétale et procédés, facteurs clé de la modulation des saveurs et des couleurs

Guyot S.^{1,4}, Symoneaux R.², Le Quéré J.-M.^{1,4}, Bauduin R.^{3,4}



¹ INRA, UR-1268 BIA, Equipe PRP, F-35653 Le Rheu Cedex

² Groupe ESA, UPSP GRAPPE, SFR QUASAV 4207, 55 rue Rabelais, F-49007 Angers

³ Institut Français des Productions Cidricoles, Domaine de la Motte, F-35650 Le Rheu

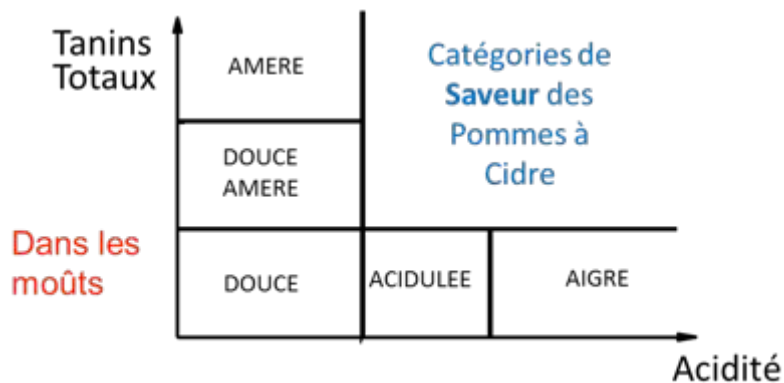
⁴ UMT Novacidre , Domaine de la Motte, F-35650 Le Rheu

Mardi 16 décembre 2014



Pomme, polyphénols et qualités organoleptiques des cidres

Les catégories de Pommes à Cidre



(Tavernier et Jacquin, 1949)

- Amertume
- Astringence
- Couleur

NB: ici, Tanins totaux = l'ensemble des polyphénols des goûts

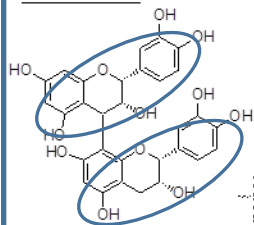


Ne rends pas compte de la diversité des structures polyphénoliques

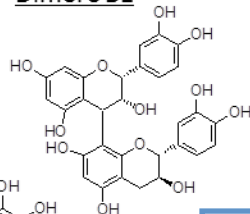
Polyphénols & Diversité structurale

Procyanidines et tanins condensés

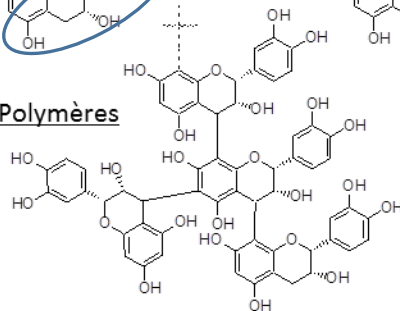
Dimère B2



Dimère B1



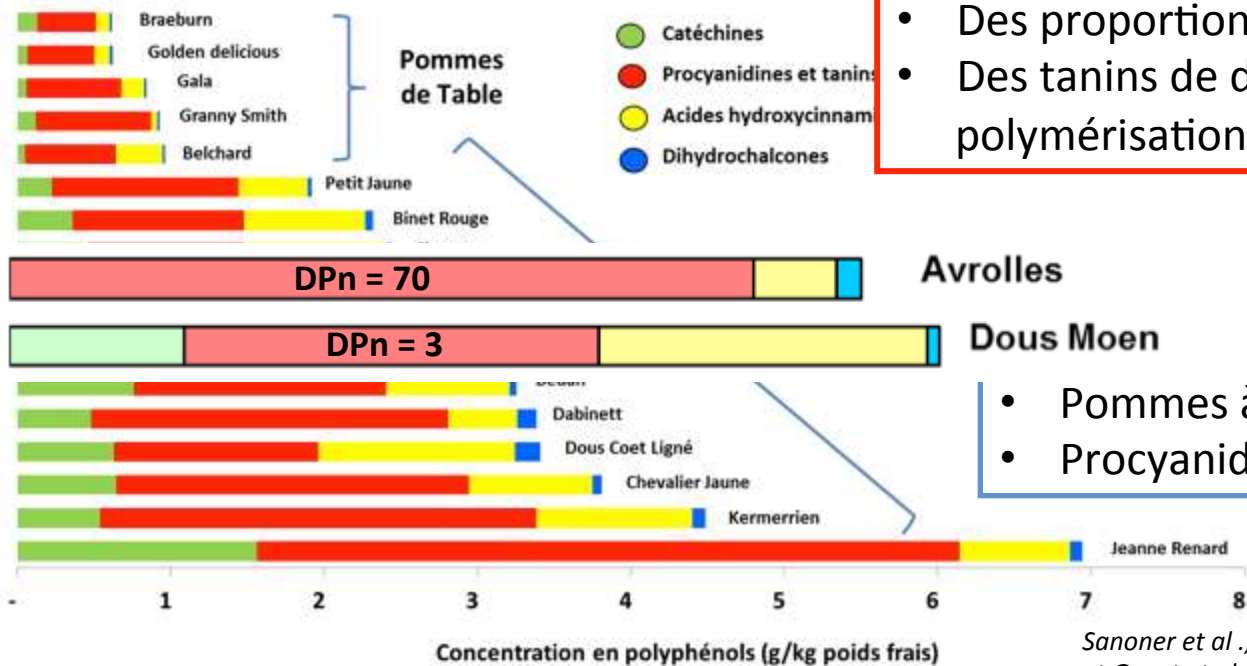
Polymères



Le degré de polymérisation (DP) :
nombre d'unités catéchines : une caractéristique structurale majeure en lien avec les propriétés (capacité tannante: s'association avec protéines)

Polyphénols & Diversité variétale

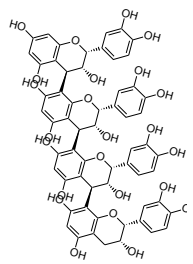
- Des proportions parfois très différentes
- Des tanins de degré de polymérisation très variables



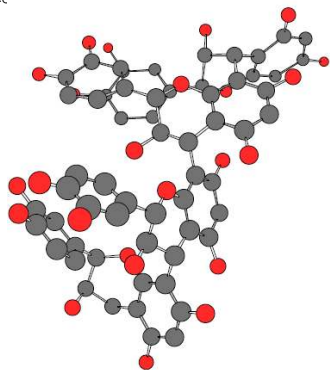
- Pommes à Cidre >> Pommes de Table
- Procyanidines et tanins prépondérants

Sanoner et al., 1999
et Guyot et al., 2002

Procyanidines, tanins et impact gustatif : Structure et concentration pour un équilibre entre amertume et astringence

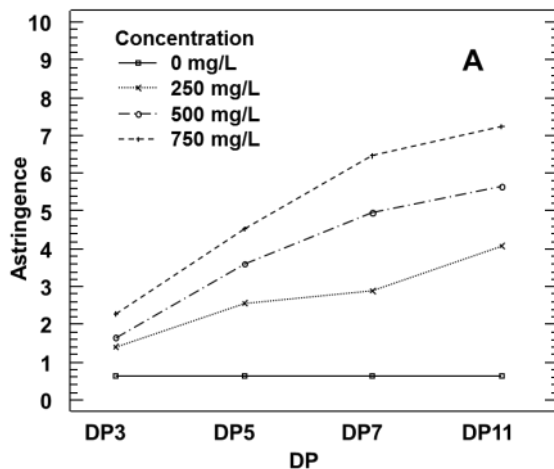


Exemple d'un DP4

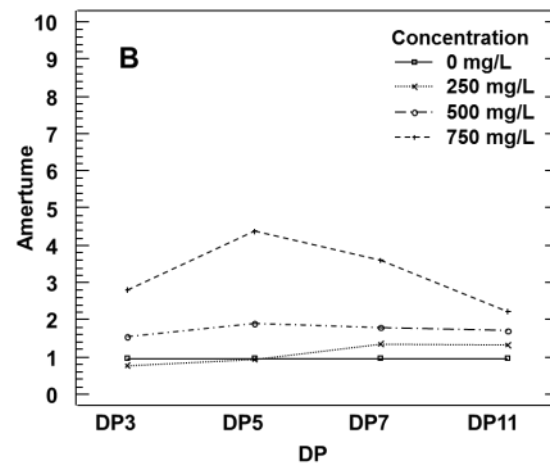


Symoneaux et al., 2014

Astringence

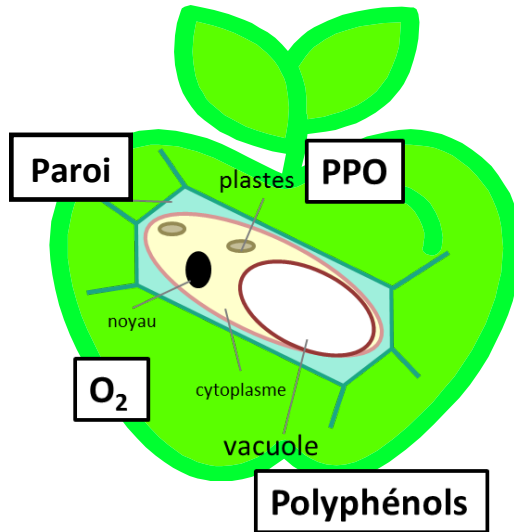


Amertume



Degré de polymérisation des tanins

Comment les **procédés** peuvent-ils impacter qualitativement et quantitativement les polyphénols d'un jus ou d'un cidre ?



Fruit intègre: Compartimentation cellulaire

- des polyphénols
- de la polyphénoloxydase (PPO, enzyme)
- de l'oxygène moléculaire (O₂)
- de la paroi cellulaire (polysaccharides)

Polyphénols lors de l' extraction du moût: **oxydation et adsorption** deux phénomènes majeurs impactant les saveurs et les couleurs

Lavage



Les pommes

Râpage



La râpure

Le pressage



Le moût



Le marc



**Râpage et pressage:
Décompartmentation cellulaire**

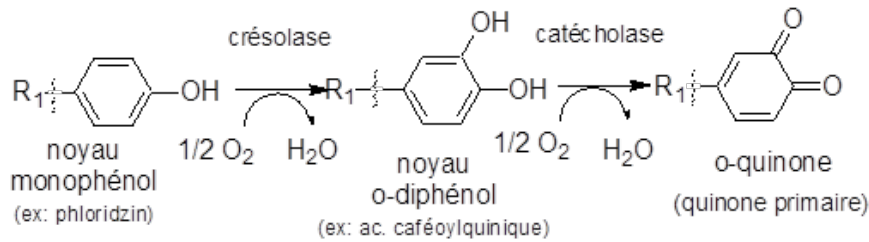
Oxydation des polyphénols:

Oxydation enzymatique: formation et réaction des quinones

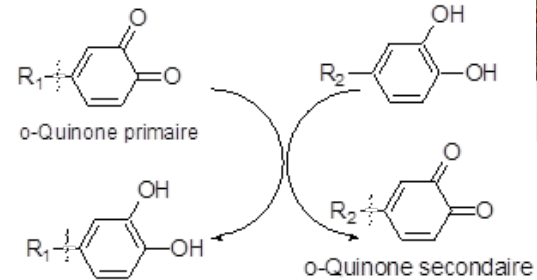
La Polyphénoloxydase catalyse la formation **des quinones**



Catalyse enzymatique par la PPO



Oxydoréduction couplée



Les quinones sont très réactives : des espèces transitoires

Oxydation des tanins: vers une remise en cause d' idées préconçues et jamais vérifiées

Les quinones polymérisent.....

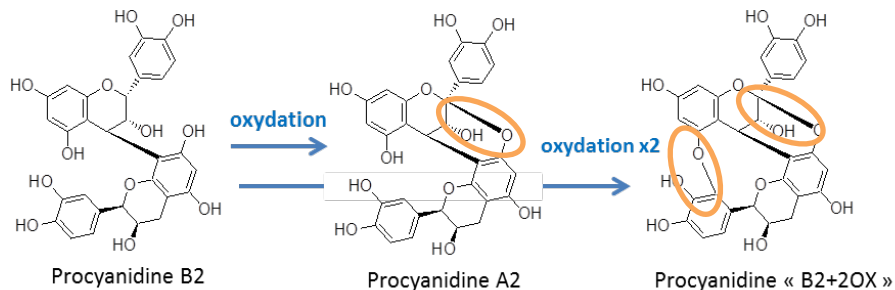
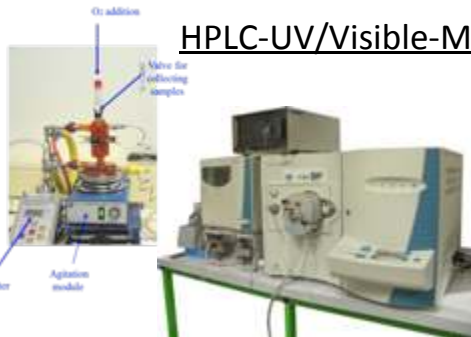
.....pour former des pigments bruns (mélanoïdines, tannoïdes...)

Oxydation des tanins

Oxydation contrôlée

Oxydation de la procyanidine dimère B2 (« tanin modèle »)

HPLC-UV/Visible-MS



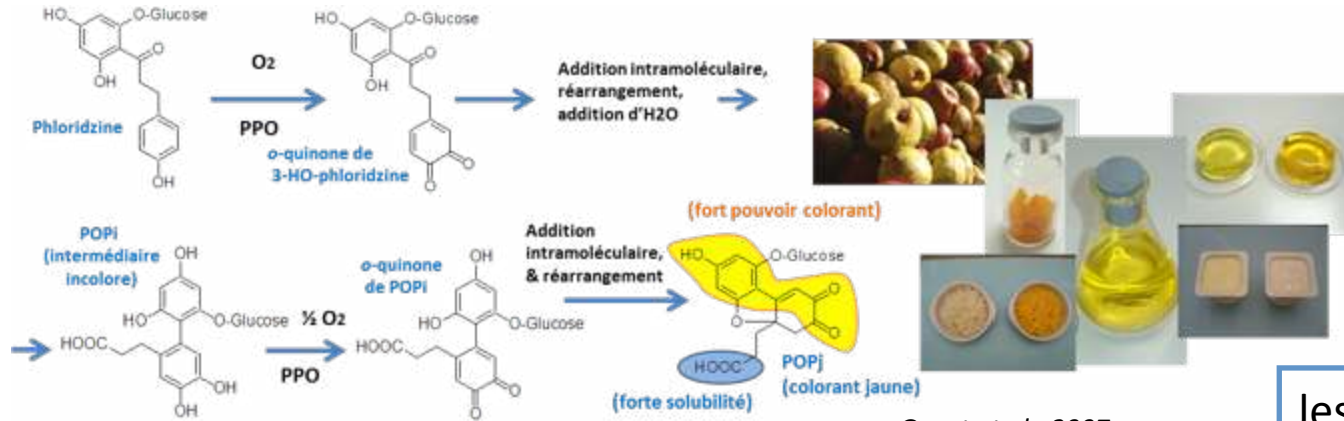
Poupard et al., JMS, 2011

- Pas de polymérisation mais de nouvelles liaisons intramoléculaires qui autorisent la formation de multiples produits d'oxydation
- Essentiellement des produits incolores
- Vrai aussi pour des tannins plus polymérisés



Mais alors d' où provient la couleur ?

L'oxydation des dihydrochalcones



Guyot et al., 2007

...l'oxydation des catéchines génère aussi des molécules colorées, les déhydrodicatéchines de type A. (Guyot et al., 1996)

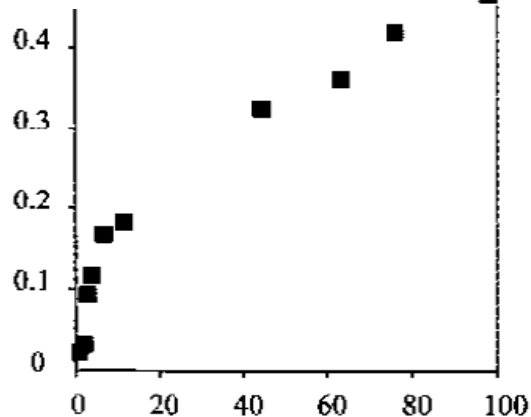


les molécules de la couleur des cidres sont encore largement méconnues

**Interactions tanins/polysaccharides:
adsorption, rétention des tanins sur la paroi lors du
râpage et du pressage**

Partition des tanins entre le moût (liquide) et le marc (solide) : influence majeure du degré de polymérisation des tanins

Quantité de tanins fixés
sur la paroi (g/g de paroi)



Degré moyen de polymérisation (DPn)
des tanins

(Renard et al., 2001, Le bourvellec et al., 2004, 2005, 2012)

La paroi joue le rôle de « filtre » vis-à-vis des tanins lors de l'extraction du moût: les plus hauts DP sont retenus dans le marc

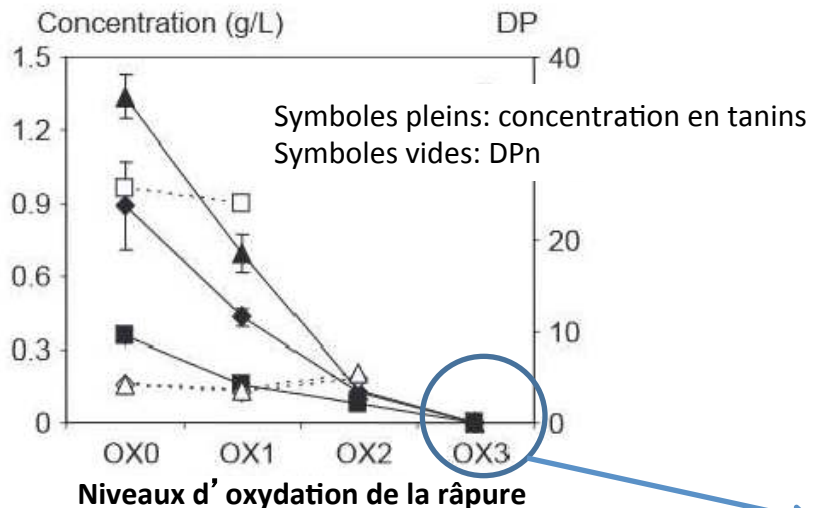


S'en servir pour moduler les saveurs des cidres (amertume et astringence)

Partition des tanins entre le moût (liquide) et le marc (solide) : L'oxydation amplifie le phénomène



Pressage de plusieurs variétés

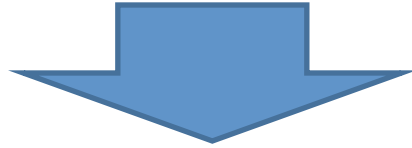


Renard, Le Quéré J.-M., et al., 2011

Après oxydation,
les procyanidines sont modifiées
dans leur structures (Zanchi et al., 2009,
Poupard et al., 2011) et ont davantage
d'affinité pour les parois (Le bourvellec
et al.2009)

À l'extrême, on ne retrouve
plus de tanins natifs dans le
moût

Valider et hiérarchiser l'impact de la matière première sur les perceptions gustatives (amertume & astringence)



Réalisation d'un plan d'expérience à l'échelle pilote (IFPC/INRA/ESA, UMT Novacidre, Projet interrégional Maiproci 2009-2013)

Plan d'expérience à l'Echelle pilote

- Des lots de 150 kg de fruits en mélanges (1 variété amère/astringente, 1 variétés acidulé)
- Une extraction du moût AVEC ou SANS cuvage à froid (favoriser la rétention des tanins dans les marcs)
- AVEC ou SANS Clarification pré-fermentaire
- AVEC ou SANS Clarification Post-fermentaire

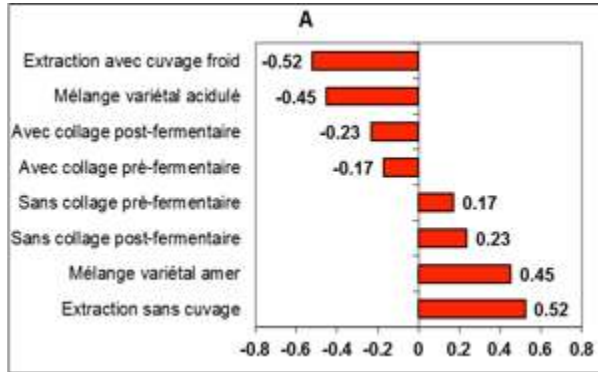
16 modalités
de **produits fermentés**



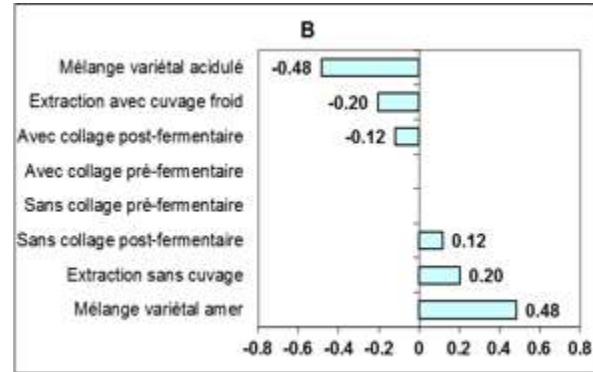
Analyse sensorielle
par jury entraîné

Plan d'expérience à l' Echelle pilote: Résultats

Astringence



Amertume



Coefficients du modèle statistique mesurant l'impact des facteurs

Amertume et astringence ne sont pas impactées de la même façon par la matière première et les procédés: des leviers technologiques sur lesquels on peut agir

Conclusion

Les variétés de pomme à cidre: une biodiversité qui se manifeste par la richesse (qualitative & quantitative) en polyphénols

L' **oxydation** génère de **nouvelles molécules phénoliques** (polyphénols néoformés)...MAIS « *polymérisation et couleur ne sont pas les règles dominantes* » ; et quid de leurs propriétés nutritionnelles?

NB: Extraction du moût : un parallèle évident avec **la destruction tissulaire** lors de la mastication et la digestion de la pomme : **on rejoint des notions de nutrition** et de bioaccessibilité des micronutriments phénoliques

Les procédés peuvent (dans une certaine mesure) contre-balancer l' impact variétal sur l' amertume et l' astringence.

Actualités et Perspectives

Projet Interrégional Cichrom en cours (2013-2016)



Marie
Ménard

Guillevic

Dous Moën Petit Jaune

Molécules, formation et stabilité de la couleur des cidres

Les ventes de cidre retrouvent le chemin
de la croissance

MARIE-JOSÉE COUGARD - LES ÉCHOS | 12 DÉCEMBRE



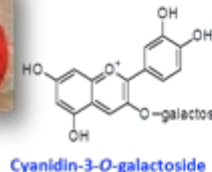
• Après six années d'érosion régulière, le marché du cidre a rebondi de 6 % en 2013. • L'Épiphanie et la Chandeleur sont deux temps forts de la consommation.



Succès actuel des
Cidres Rosés



X4876
Red-fleshed apple



Fresh juice



After storage

Two weeks storage

Malec et al., JAFc, 2014

Remerciements



Alain Baron
Catherine Renard
Jean François Drilleau
Philippe Sanoner
Pascal Poupard
Carine Le Bourvellec
Nathalie Marnet
Gildas Le Bail
Hélène Sotin
Agnès Gacel
Erell Deun
Marta Malec
Stéphane Bernillon

et les autres...