

# Incidence des conditions de récolte et de stockage sur la qualité des fruits à transformer et des produits finis

## Seconde partie : incidence des conditions de récolte et de stockage sur la qualité des moûts et des cidres

**Quelles sont les conséquences de l'état de maturité, du mode de récolte et de la durée de stockage sur les caractéristiques du fruit, du moût et du cidre ? C'est à ces questions**

### Contexte de l'étude

Les contraintes réglementaires sur la patuline (mycotoxine) ainsi que la généralisation de la mécanisation de la récolte au sol, qui limite la durée de conservation des fruits, ont conduit les entreprises de transformation à modifier leur cahier des charges d'approvisionnement de pommes. Le relèvement du niveau d'exigence qui en résulte concerne en particulier l'état sanitaire et la propreté des fruits. Il a incité les producteurs à modifier leurs pratiques, comme par exemple l'anticipation des récoltes (fruits moins mûrs) et le lavage des fruits au verger. L'ensemble de ces nouvelles pratiques ne sont vraisemblablement pas sans incidence sur les caractéristiques des fruits à transformer, mais il n'existe actuellement pas d'éléments techniques et objectifs permettant d'en estimer les conséquences.

### Objectif global de l'étude

L'objectif du projet "Incidence des conditions de récolte et de stockage sur la qualité des fruits à transformer et des produits finis" était de fournir des éléments techniques objectifs à l'ensemble de la filière, afin que la gestion des pommes "de l'arbre à la râpe" puisse être raisonnée sur le plan technique en fonction des impacts sur les fruits, les moûts et les cidres.

Ce second article précise les conséquences de différentes conditions de récolte et de stockage sur les plans sanitaires, microbiologiques et organoleptiques des moûts et des cidres.

### Démarche

Pour l'identification et la hiérarchisation des causes de dégradation de l'état sanitaire des fruits, la stratégie utilisée pour ce travail a été d'évaluer l'état sanitaire des fruits à partir de différentes conditions de récolte et de stockage des fruits. Onze itinéraires de conditions de traitements des fruits de l'arbre à la râpe ont été mis en place pour recouvrir à la fois l'ensemble des pratiques mises en œuvre dans la filière cidricole et pour inclure des itinéraires actuellement non utilisés en pomme à cidre (récolte sur réceptacle et cueillette).

Pour l'incidence des conditions de maturation post-récolte, des extractions de moût et fermentations pilotes spécifiques ont été réalisées.

**que se propose de répondre cet article (en complément du précédent) à travers les résultats obtenus sur 4 années d'observations (2006-2009).**

### Résultats : identification et hiérarchisation des causes de dégradation de l'état sanitaire

Les données collectées sur l'état sanitaire des fruits ont été traitées pour mettre en évidence l'impact de chacun des facteurs sur la quantité de fruits sains : durée de maturation post-récolte (0, 15 et 30 jours), durée de séjour au sol (0, 1 et 7 jours), mode de récolte (manuel, mécanique, mécanique + nettoyage) et variété (Douce Moën et Judor). Le traitement statistique sur l'évolution du taux de fruits sains a permis de mettre en évidence les facteurs influant sur l'état sanitaire et de les hiérarchiser.

La hiérarchisation des facteurs fait apparaître le rôle prépondérant de la durée de maturation post-récolte. Dans une moindre mesure viennent ensuite avec un poids presque équivalent :

- "mode de récolte + nettoyage des fruits" qui est à relier au nombre et à l'intensité des blessures subies par le fruit avant sa maturation post-récolte (= longueur de la chaîne mécanique de traitement du fruit) ;
- "durée de séjour au sol" qui est à relier à la durée d'exposition des fruits aux micro-organismes d'altération telluriques entre la chute du fruit et sa récolte ;
- "variété".

On peut signaler qu'il existe des interactions de niveau 2 significatives (mais ayant un poids peu important par rapport aux 4 facteurs précédents) qui montrent que i) la tenue des fruits lors de la maturation va être modulée par le mode de récolte, et que ii) la variété est plus ou moins sensible aux blessures occasionnées par le mode de récolte.

Sur le plan technologique cela montre que, pour maximiser la quantité de fruits sains avant transformation, la réduction de la durée de maturation post-récolte est le levier qui aura le plus d'effet. Dans une moindre mesure, mais toujours de façon significative, une récolte plus respectueuse du fruit avec un contact avec le sol le plus réduit possible permettra aussi de maximiser le taux de fruits sains.

Les résultats bruts issus de la planification ont aussi permis de mettre en évidence l'intérêt de la récolte mécanique sur réceptacle, qui permet avec une absence de contact avec le sol, une maturation post-récolte de 15 à 30 jours, compatible avec un bon état sanitaire.

## Résultats : impact de la maturation post-récolte des fruits sur les qualités du moût et du cidre

La réduction de la durée de la maturation post-récolte est le principal levier pour limiter la dégradation de l'état sanitaire des fruits. Néanmoins, cette maturation post-récolte ne peut pas totalement réduite car elle est :

- subie, sous la forme d'un délai entre la récolte (temps de ramassage d'une ou plusieurs parcelles dont les fruits ont déjà pu chuter au sol) et la transformation (transport et temps d'attente sur parc) ;
- souhaitable, car elle permet une augmentation de la teneur en pectine soluble extraite dans le moût, nécessaire à un type de clarification pré-fermentaire couramment réalisée ;
- parfois volontairement allongée par certains transformateurs, sous prétexte qu'elle apporte un gain de potentiel aromatique sur les produits finis.

Il est donc nécessaire d'évaluer les conséquences de la maturation post-récolte qui aboutit à une dégradation de l'état sanitaire.

On sait qu'une dégradation de l'état sanitaire des pommes va favoriser la production de patuline. Cette mycotoxine est essentiellement produite par *Penicillium sp*, parasite secondaire des fruits. Les produits, tels que pommeau et jus de pommes, sont les principaux produits à risque, de par l'absence d'une fermentation qui dégrade la patuline. D'autre part, sur cidre, les déviations aromatiques engendrées par une faible quantité de fruits altérés sont mal connues. On sait néanmoins que les moûts issus de fruits altérés contiennent des précurseurs de phénols volatils (acides hydroxycinnamiques libres) qui sont susceptibles de donner des odeurs animales sur produit fini, si des levures de type *Brettanomyces* se sont développées. Il n'existe pas de données sur des concentrations de composés responsables de goûts moisi-terreux comme observés en vin. Enfin, il n'existe pas de données spécifiques sur l'impact organoleptique de la maturation post-récolte sur le cidre.

La stratégie a été d'extraire des moûts issus de fruits de différents états sanitaires caractérisés par une observation visuelle : sain, faiblement ou fortement altérés par des moisissures. Ces moûts ont fait l'objet d'analyses biochimiques (masse volumique, acidité totale, pH, acidité volatile, avancement de la transformation malolactique, patuline, composés responsables de goûts moisi-ter-

reux tels MIB, géosmine et IPMP) et microbiologique (levures, bactéries). Pour certaines modalités une élaboration de cidre a été réalisée selon le protocole "cidre reproductible" mis au point dans le cadre de l'UMT c'est-à-dire ensemencement d'un moût dépectinisé et microfiltré par une levure *Saccharomyces cerevisiae*. Ce protocole permet de connaître l'impact de la matière première en s'affranchissant de la flore initiale présente dans le moût.

### Teneur en mycotoxine des moûts (patuline)

Les résultats obtenus la période 2006-2008 montrent que la teneur en patuline des moûts est fortement corrélée à l'état sanitaire des pommes mise en œuvre. Les facteurs participant à la dégradation de l'état sanitaire augmentent la concentration en patuline dans les moûts (tableau n° 1).

Sur le plan technologique, le risque patuline est particulièrement important pour les fruits ayant une durée de maturation post-récolte de plus de 15 jours. Le tri des fruits selon leur état sanitaire pour limiter la teneur en patuline des moûts extrait (< 50 µg/L) n'est efficace que pour des durées de maturation post-récolte inférieures à 15 jours. Ces résultats mettent aussi en évidence l'intérêt de la technique de récolte dite "sur réceptacle". Cette technique est envisageable dans le cas où une longue durée de maturation post-récolte est souhaitée.

### Flore microbiologique des moûts

Les données acquises sur 3 années : 2007, 2008 et 2009 montrent que l'état sanitaire des fruits est le principal facteur qui influence la richesse de la flore du moût. Ainsi sur le plan quantitatif, toute dégradation de l'état sanitaire va dans le sens d'une augmentation de la flore initiale présente en moût. Sur le plan qualitatif, les flores néfastes à la qualité du produit (bactéries lactiques et bactéries acétiques) sont très fortement augmentées (rapport 100 à 1 000) entre des pommes saines et des pommes altérées (tableaux n° 2 et n° 3).

Pour les flores "positives" (*Saccharomyces uvarum* et *Hanseniaspora valbyensis*), un meilleur état sanitaire va avoir pour conséquence de i) faire aussi chuter les populations et ii) changer le



Tri des pommes.

Tableau 1 - Teneur en patuline des moûts

itinéraire	Variété	année	7 jours entre récolte et pressage			14 jours entre récolte et pressage		
			pommes saines	pommes très altérées enlevées	pas de tri	pommes saines	pommes très altérées enlevées	pas de tri
cueillette	Douce Moen	2007	10	10	10	10	10	10
		2008	10	10	10	10	ND	ND
	Judor	2007	10	ND	ND	10	ND	ND
		2008	10	ND	ND	10	ND	ND
réceptacle	Douce Moen	2007	10	10	10	10	10	10
		2008	10	10	10	10	10	10
	Judor	2008	10	ND	ND	10	ND	ND
chute sol + récolte mécanique	Douce Moen	2007	10	10	10	10	10	64
	Judor	2007	10	10	10	10	57	53

**Tableau 2 - Flores "positives"**

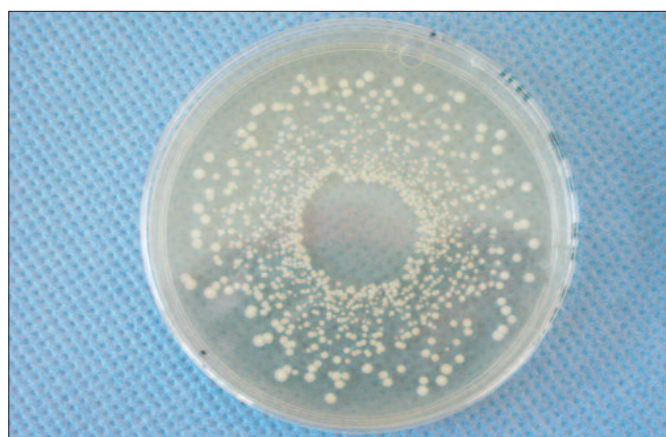
Variété	Itinéraire	classe	Levures <i>Saccharomyces</i>		Levures <i>Hanseniaspora</i>	
			0 jour	14 jours	0 jour	14 jours
Judor	cueillette	saines	10 772	24 612	0	1 260
		saines	40 146	39 438	0	678
		pas de tri	ND	15 019	ND	0
	réceptacle	saines	12 597	9 884	1 260	5 426
		pommes très altérées enlevées	10 950	152 196	3 488	82 799
		pas de tri	ND	144 974	ND	78 349
Douce Moen	cueillette	saines	11 414	3 973	29	0
		saines	14 826	1 841	0	0
		pommes très altérées enlevées	ND	5 233	ND	0
	réceptacle	saines	20 736	8 915	484	3 488
		pommes très altérées enlevées	85 558	55 099	4 457	43 089
		pas de tri	ND	163 760	ND	138 566

**Tableau 3 - Flores "négatives"**

Variété	Itinéraire	classe	Bactéries Acétiques		Bactéries Lactiques	
			0 jour	14 jours	0 jour	14 jours
Judor	cueillette	saines	22 342	9 690	0	0
		saines	35 396	9 787	0	0
		pas de tri	ND	39 147	ND	0
	réceptacle	saines	40 213	246 124	0	2 907
		pommes très altérées enlevées	118 315	1 404 598	678	10 659
		pas de tri	ND	1 628 788	ND	14 050
Douce Moen	cueillette	saines	8 043	388	0	0
		saines	20 058	1 938	0	0
		pommes très altérées enlevées	ND	21 027	ND	0
	réceptacle	saines	16 085	3 488	0	7 390
		pommes très altérées enlevées	202 173	3 881 883	0	65 620
		pas de tri	ND	4 195 736	ND	181 952

ratio initial entre flores fermentatives (*Saccharomyces uvarum*) et flores à potentiel aromatique (*Hanseniaspora valbyensis*). Sur des pommes saines *Saccharomyces uvarum* est la levure dominante alors que sur les pommes très altérées c'est *Hanseniaspora valbyensis* qui domine. Cette différence de ratio est susceptible d'avoir des conséquences sur le profil aromatique du produit car il est vraisemblable que les produits obtenus exclusivement à partir de pommes saines, donc pauvres en levures *Hanseniaspora valbyensis*, présentent moins de "fruité". Néanmoins, les travaux menés par l'IFPC dans le cadre de la maîtrise des fermentations montrent qu'il est possible de pallier à cette possible réduction du fruité par un ensemencement contrôlé en levures *Hanseniaspora valbyensis*.

Globalement la dégradation de l'état sanitaire est beaucoup plus favorable aux flores d'altérations qu'aux flores "positives", avec des risques de teneurs très importantes en bactéries lactiques et acétiques.



**Culture de levures issues du moût de pomme.**



**Dégustation des produits.**

### Impact organoleptique sur le produit fini

Les résultats des analyses sensorielles (tests triangulaires et profils sensoriels effectués par jury expert de l'ADRIA Normandie) réalisées sur 3 années d'observations n'ont pas permis de conclure sur la mise en évidence significative de différences organoleptiques liées à l'état sanitaire des fruits employés.

Cela signifie que l'état sanitaire ne modifie pas le potentiel organoleptique du fruit lors d'une transformation par la technologie cidre "pilote". Néanmoins, dans le cas d'une transformation en atelier cidricole classique, c'est-à-dire en l'absence de purge de la flore initiale du moût et d'ensemencement contrôlé, il est vraisemblable que la flore issue des fruits (flore positive et flore d'altération) puisse influencer sur les caractéristiques aromatiques du produit fini. Les risques de déviations organoleptiques seront a priori plus importants sur moûts issus de fruits altérés.

En complément de ces travaux, une recherche de molécules liées à des goûts moisi-terreux rencontrés dans le vin (géosmine, 2-méthyl isobornéol (MIB) et 2-isopropyl-3-méthoxy pyrazine (IPMP)) a été réalisée sur des moûts issus de différents états sanitaires. Les résultats obtenus montrent que les concentrations relevées en géosmine et en 2-méthylisobornéol (MIB) sont inférieures aux seuils de perception dans le vin de ces molécules. La concentration en ces molécules étant partiellement réduite lors de la fermentation elles ne doivent pas poser de problèmes particuliers pour le cidre.

### Conclusion

Le premier enseignement qu'on peut tirer de ces travaux est que les seuls itinéraires de récolte qui permettent de s'affranchir sur une longue durée de l'impact négatif de la maturation post-récolte (dégradation de l'état sanitaire) sont la cueillette des fruits et la récolte sur réceptacle. Ces techniques sont intéressantes dans le cas où un délai entre récolte et transformation est souhaité ou subi. Dans le cas où le délai entre récolte et transformation est plus réduit (< 7 jours), les modes de récoltes utilisés sont utilisables sans trop de risque vis-à-vis du risque patuline.

Sur le plan organoleptique, même si les résultats acquis ne mettent pas en évidence d'impact de l'état sanitaire en cidre "pilote", il est souhaitable, d'après les mesures microbiologiques effectuées sur moût, d'effectuer un tri sérieux des fruits pour limiter l'incorporation de microorganismes d'altération.

RÉMI BAUDUIN - IFPC

### Remerciements

- Cette étude a été réalisée avec les appuis scientifiques de Jean-Michel Le Quéré INRA URC.
- Ce projet a reçu le soutien financier de FranceAgriMer.