

JOURNÉE TECHNIQUE IFPC

6 décembre 2018

Comment favoriser la génération d'arômes d'intérêt ?

Les arômes fermentaires



Céline Even

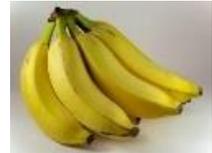


Objectif fruité : quels arômes fermentaires ?



🍏 Focus sur les **esters d'acétate**

Acétate d'isoamyle



Acétate d'hexyle



Acétate de
2-phényléthyle



Arômes fruités/floraux

Objectif fruité : quels arômes fermentaires ?



🍏 Focus sur les **esters d'acétate** et leurs **précurseurs** (alcools supérieurs)



3-méthylbutan-1-ol

Estérification par les levures

Acétate d'isoamyle



Hexanol

Acétate d'hexyle



2-phényléthanol

Acétate de 2-phényléthyle



Arômes « alcooleux »

Arômes fruités/floraux

Quel raisonnement ?



Introduction

Génération des
CViA

Conservation
des CViA

Modulation des
paramètres de
fermentation

Conclusion

CViA = composés volatils
à intérêt aromatique

Quel raisonnement ?

1 Acquérir des données sur l'évolution des composés volatils au cours de la fermentation et de la conservation des cidres.

2 Hiérarchiser les leviers d'action pour augmenter le fruité des cidres.

Quel raisonnement ?

1 Acquérir des données sur l'évolution des composés volatils au cours de la fermentation et de la conservation des cidres.

2 Hiérarchiser les leviers d'action pour augmenter le fruité des cidres.

 Expérimentations en conditions contrôlées

Quel raisonnement ?

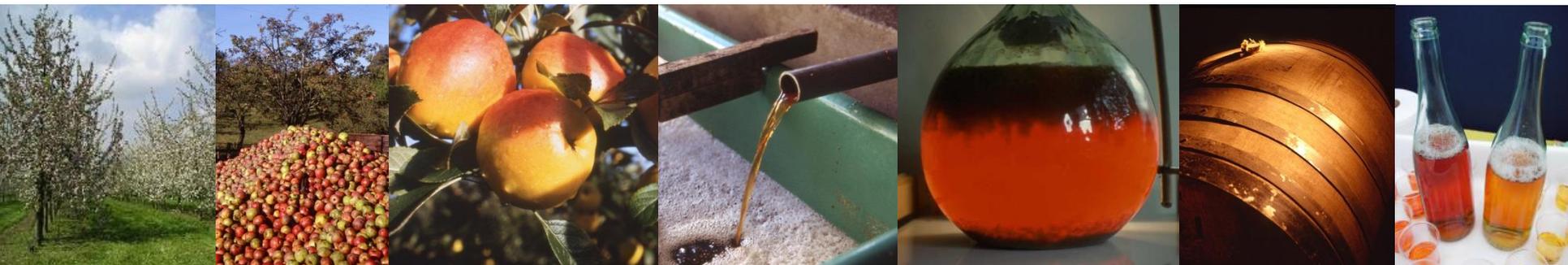
1 Acquérir des données sur l'évolution des composés volatils au cours de la fermentation et de la conservation des cidres.

2 Hiérarchiser les leviers d'action pour augmenter le fruité des cidres.

 Expérimentations en conditions contrôlées

- 🍏 Comment sont générés les CVIA au cours de la fermentation ?
- 🍏 Comment évoluent-ils après fermentation ?
- 🍏 Comment augmenter la production d'esters d'acétate en modulant les paramètres de fermentation ?

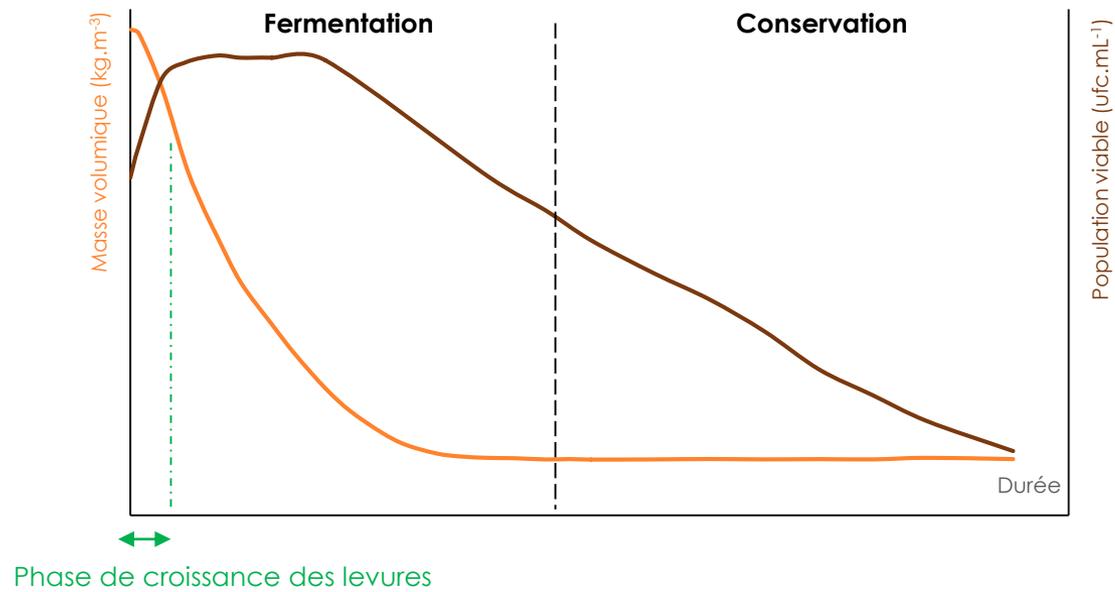




Comment sont générés les composés volatils à intérêt aromatique au cours de la fermentation ?

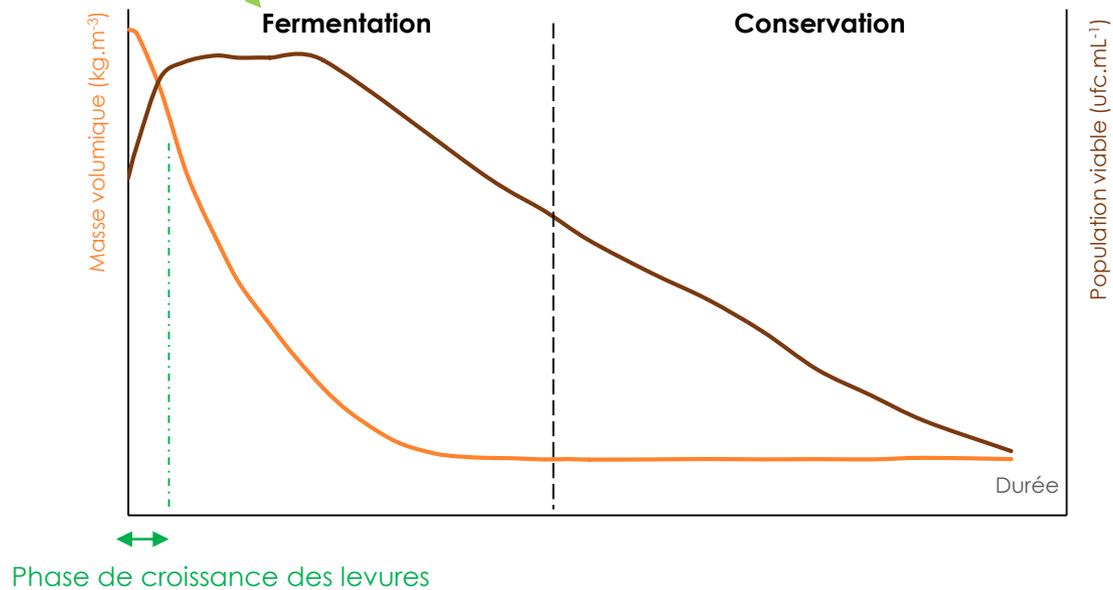


Hypothèses



Hypothèses

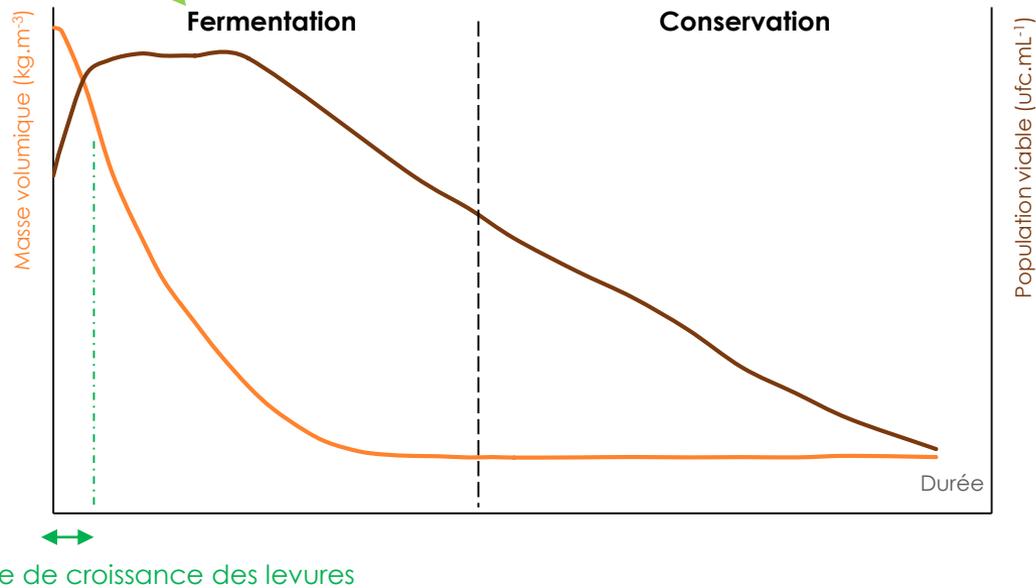
Hypothèse 1 :
Les CViA sont produits tout au long de la fermentation.



Hypothèses

Hypothèse 1 :
Les CViA sont produits tout au long de la fermentation.

OU



Hypothèse 2 :
Les CViA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

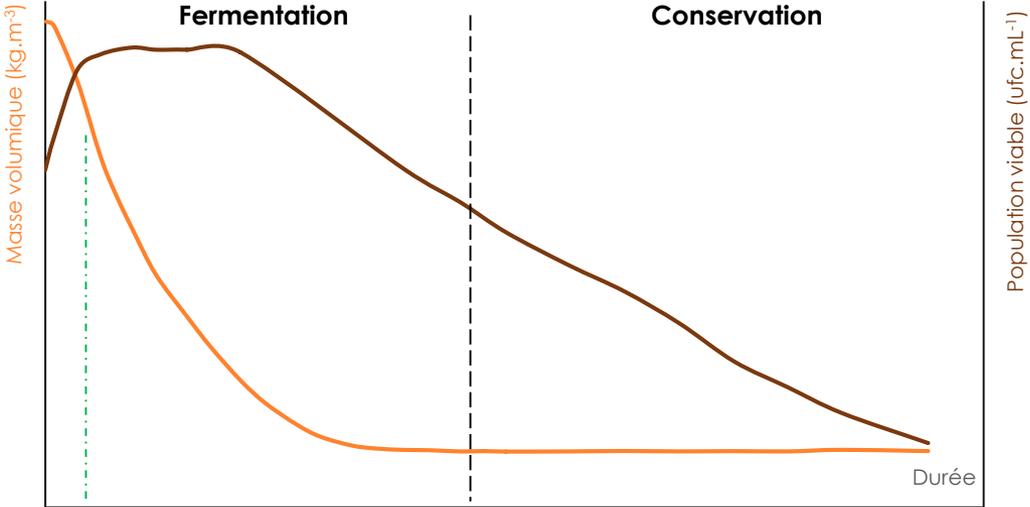
Hypothèses

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.



Hypothèse 3 :
Une fermentation par *Saccharomyces uvarum* 200, souche cidricole, permet d'obtenir des notes florales.

OU



Phase de croissance des levures

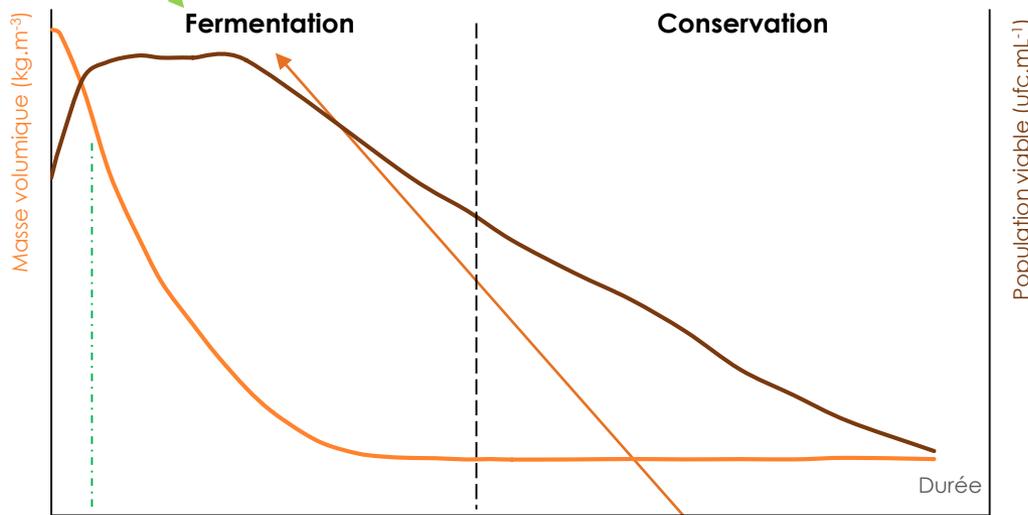
Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Hypothèses

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

Hypothèse 3 :
Une fermentation par *Saccharomyces uvarum* 200, souche cidricole, permet d'obtenir des notes florales.

OU



Phase de croissance des levures

Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Hypothèse 4 :
Une fermentation par *Hanseniaspora valbyensis* 107, souche cidricole, permet d'obtenir des notes fruitées/florales.





🍏 Hypothèses 1 - 2

Une génération des CViA pendant la phase de croissance des levures ou tout au long de la fermentation ?

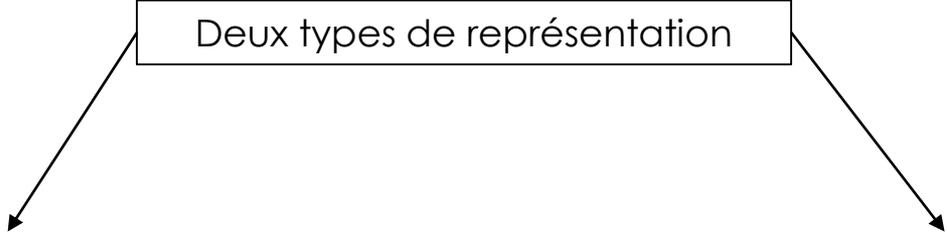
🍏 Hypothèse 3

Une génération de notes florales par *Saccharomyces uvarum* 200 ?

Quel choix de représentation ?



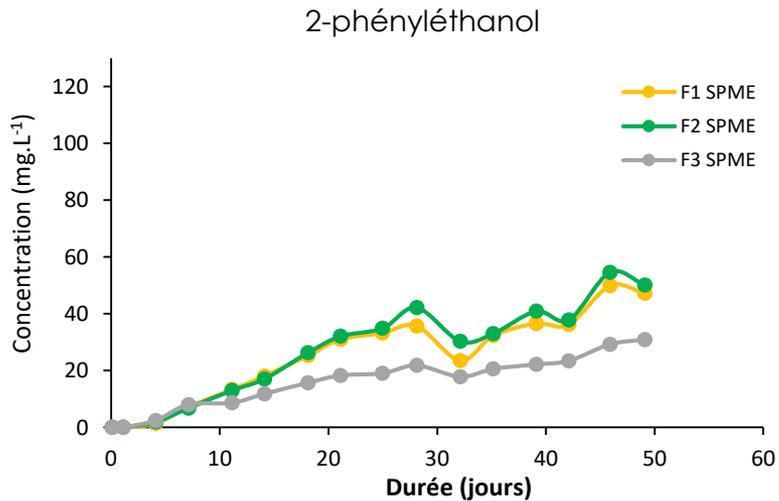
Deux types de représentation



Quel choix de représentation ?

Deux types de représentation

Concentration = f (Temps)



Un point de prélèvement = 3 MV différentes.

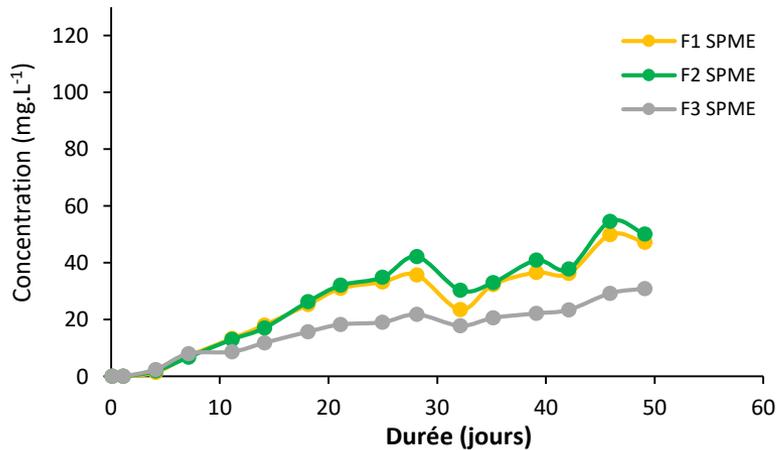
Quel choix de représentation ?

Deux types de représentation

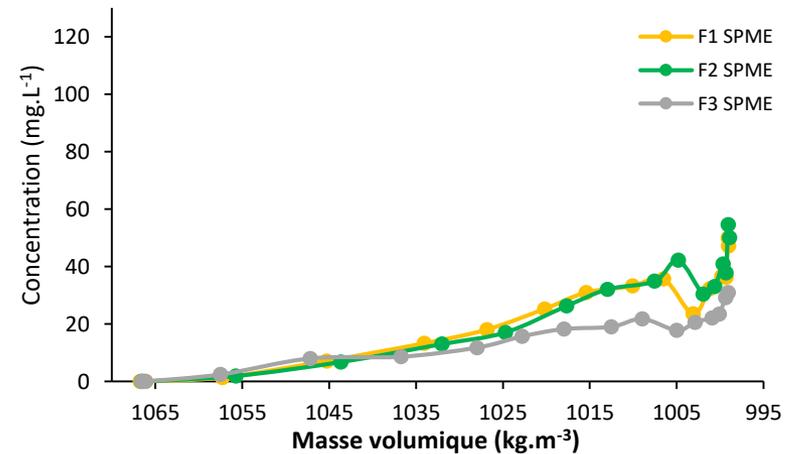
Concentration = f (Temps)

Concentration = f (Masse volumique)

2-phényléthanol

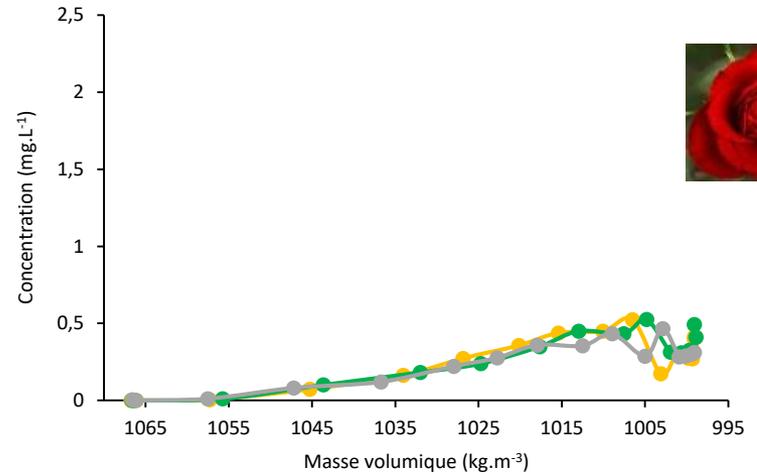
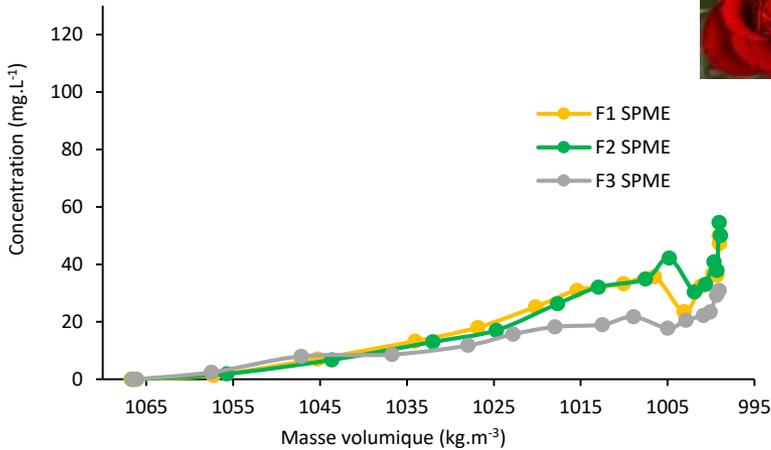
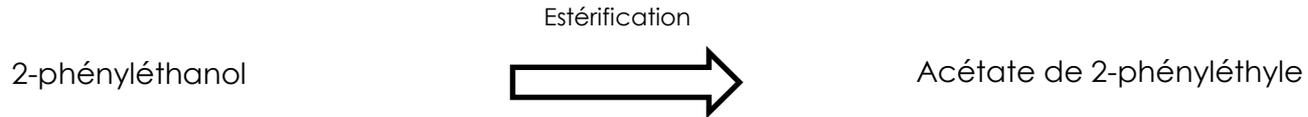


2-phényléthanol



Un point de prélèvement = 3 MV différentes.

Esters d'acétate et précurseurs produits par Su200 lors d'une fermentation à sec

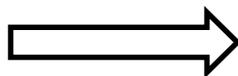


Teneurs en alcools supérieurs et esters d'acétate dans les fermenteursensemencés avec Su200 en mono-souche au cours de la phase de fermentation.

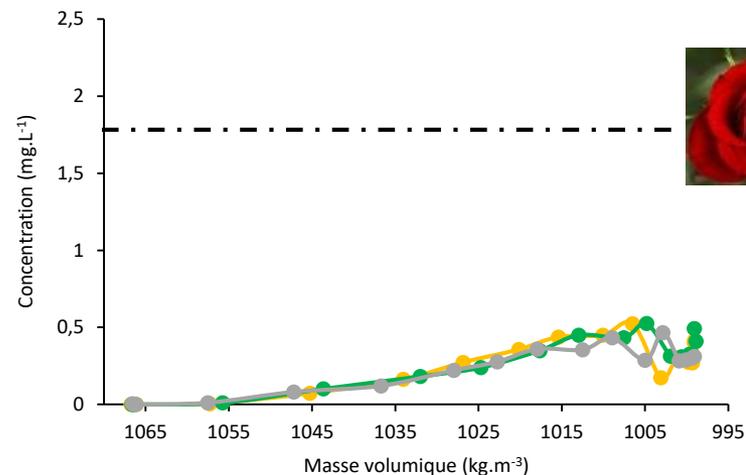
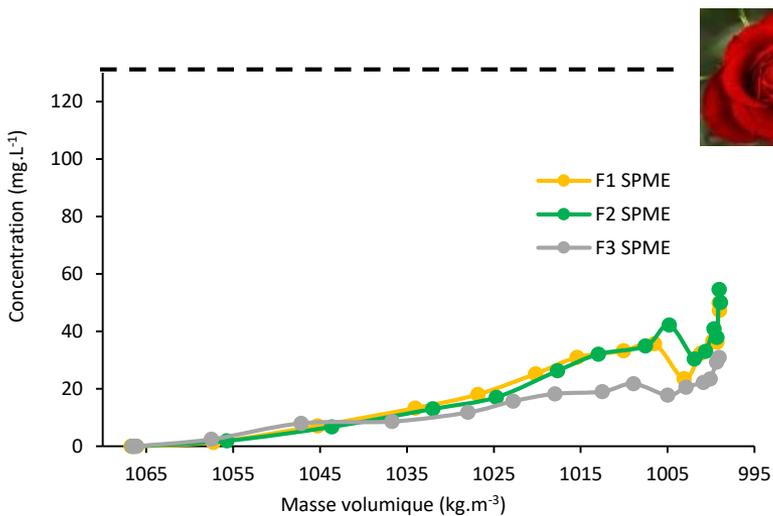
Esters d'acétate et précurseurs produits par Su200 lors d'une fermentation à sec

2-phényléthanol

Estérfication



Acétate de 2-phényléthyle



- - - Seuil de perception dans la bière
(Williams, 1974)

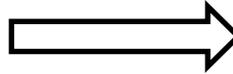
- - - Seuil de perception dans le vin
(De Wet *et al.*, 1978)

Teneurs en alcools supérieurs et esters d'acétate dans les fermenteursensemencés avec Su200 en mono-souche au cours de la phase de fermentation.

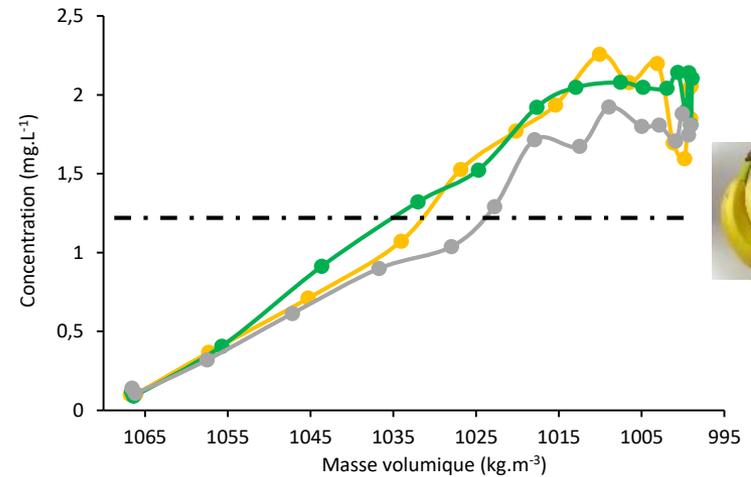
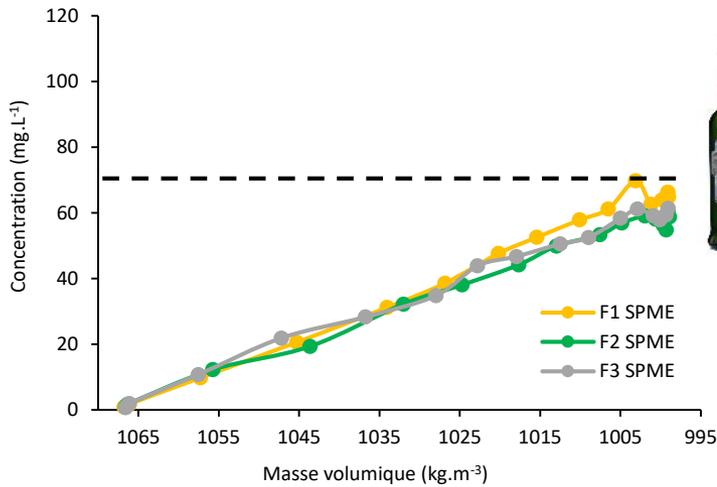
Esters d'acétate et précurseurs produits par Su200 lors d'une fermentation à sec

3-méthylbutan-1-ol

Estérification



Acétate d'isoamyle

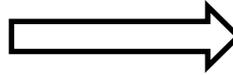


Teneurs en alcools supérieurs et esters d'acétate dans les fermenteursensemencés avec Su200 en mono-souche au cours de la phase de fermentation.

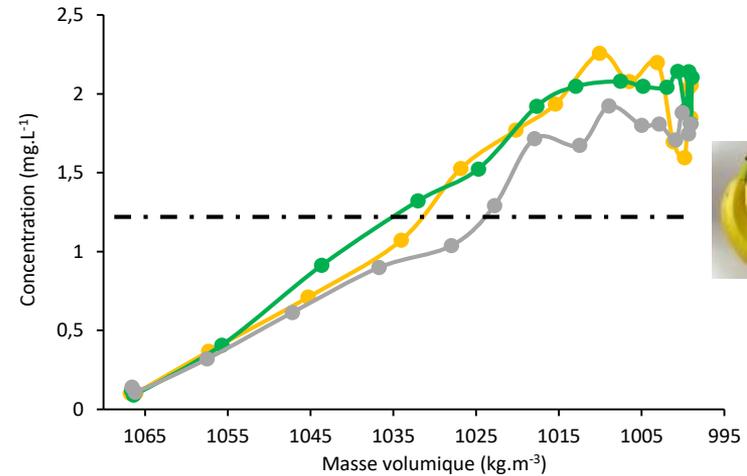
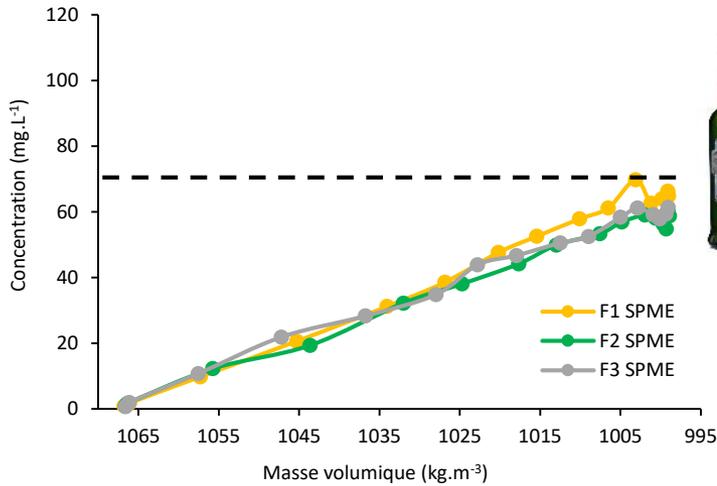
Esters d'acétate et précurseurs produits par Su200 lors d'une fermentation à sec

3-méthylbutan-1-ol

Estérfication



Acétate d'isoamyle



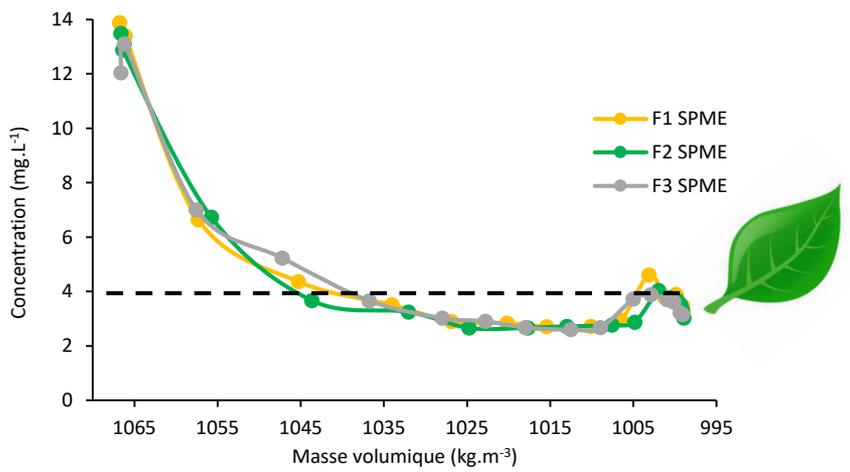
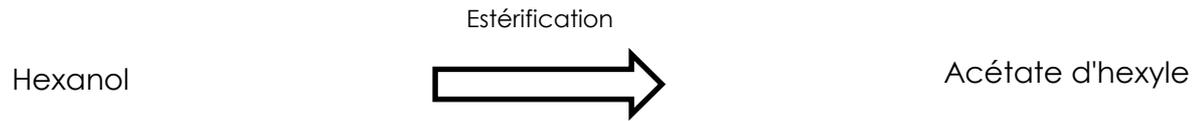
Phase de croissance

--- Seuil de perception dans la bière (Williams, 1974)

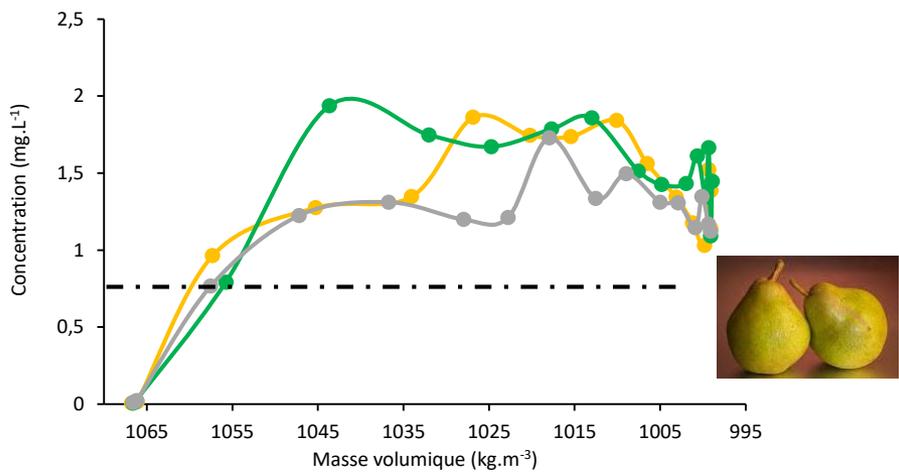
--- Seuil de perception dans la bière (Tan & Siebert, 2004)

Teneurs en alcools supérieurs et esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 en mono-souche au cours de la phase de fermentation.

Esters d'acétate et précurseurs produits par Su200 lors d'une fermentation à sec



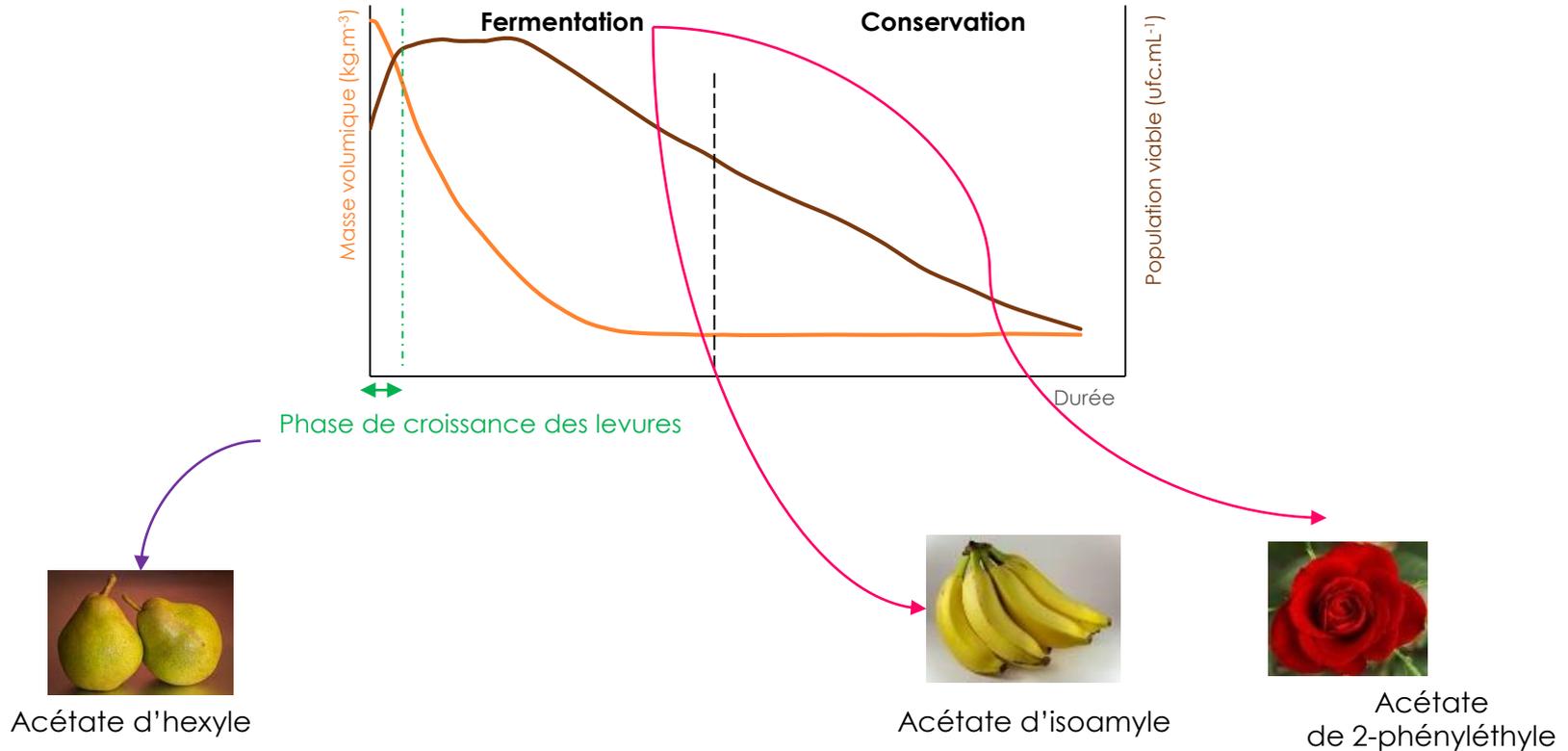
--- Seuil de perception dans la bière (Williams, 1974)



--- Seuil de perception dans le vin (Swiegers et al., 2005)

Teneurs en alcools supérieurs et esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 en mono-souche au cours de la phase de fermentation.

Quel moment de génération pour les esters d'acétate ?



- Un cidre brut peut présenter une teneur supérieure en esters d'acétate qu'un cidre doux.
-  Notion de perception du fruité à prendre en compte.

Quel type de fruité pour Su200 ?

Esters d'acétate	Arômes	Seuil de perception (mg/L)	Su200
Acétate de 2-phényléthyle		1,8 (vin)	+
Acétate d'isoamyle		1,2 (bière)	++
Acétate d'hexyle		0,7 (vin)	++

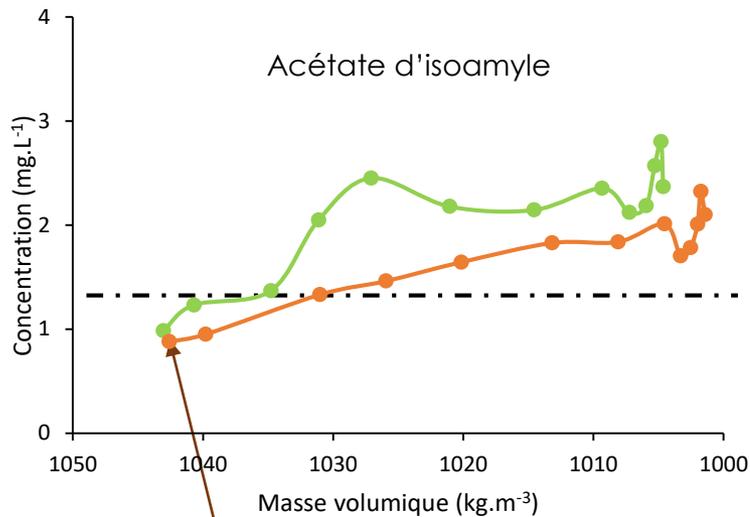
+ Accumulation
- Dégradation



🍎 Hypothèse 4

**Une génération de notes fruitées/florales
par *Hanseniaspora valbyensis* 107 ?**

Esters d'acétate produits par Su200 et Hv107



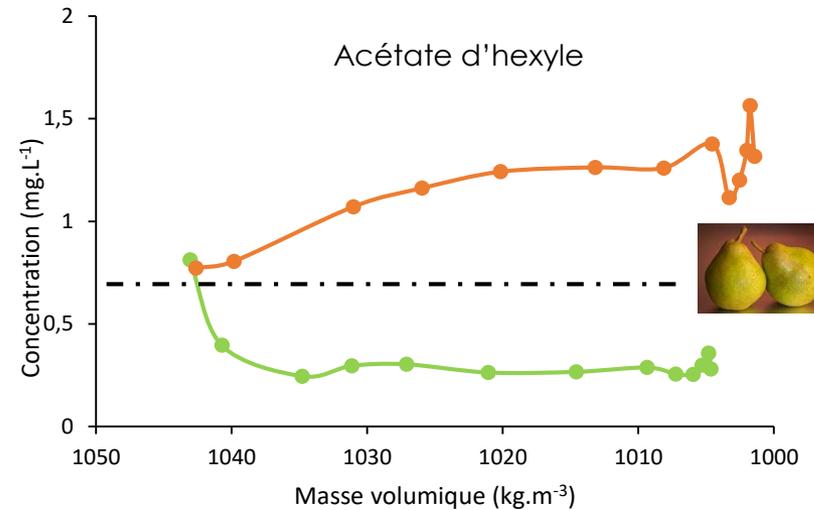
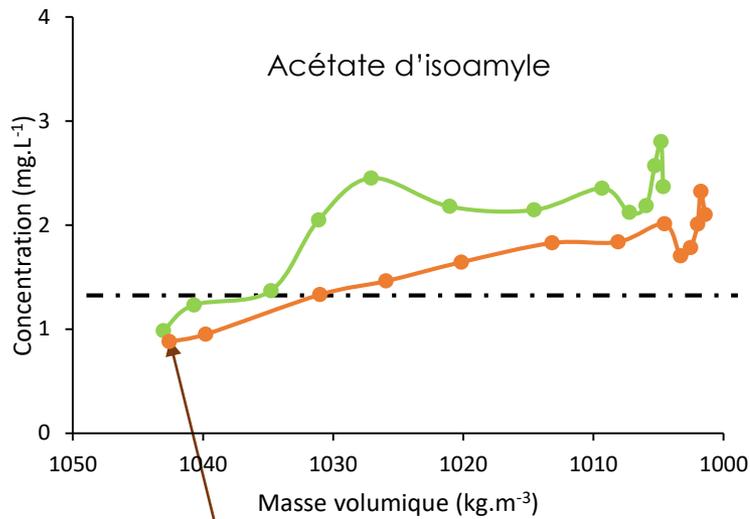
-20 points de MV :

Mélange d'un cidre inoculé avec *Su200* et d'un cidre inoculé avec *Hv107*. Elimination d'*Hv107* dans l'un des fermenteurs.

— Su200
— Su200 + Hv 107

Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec *Hv107* et *Su200* au cours de la phase de fermentation.

Esters d'acétate produits par Su200 et Hv107



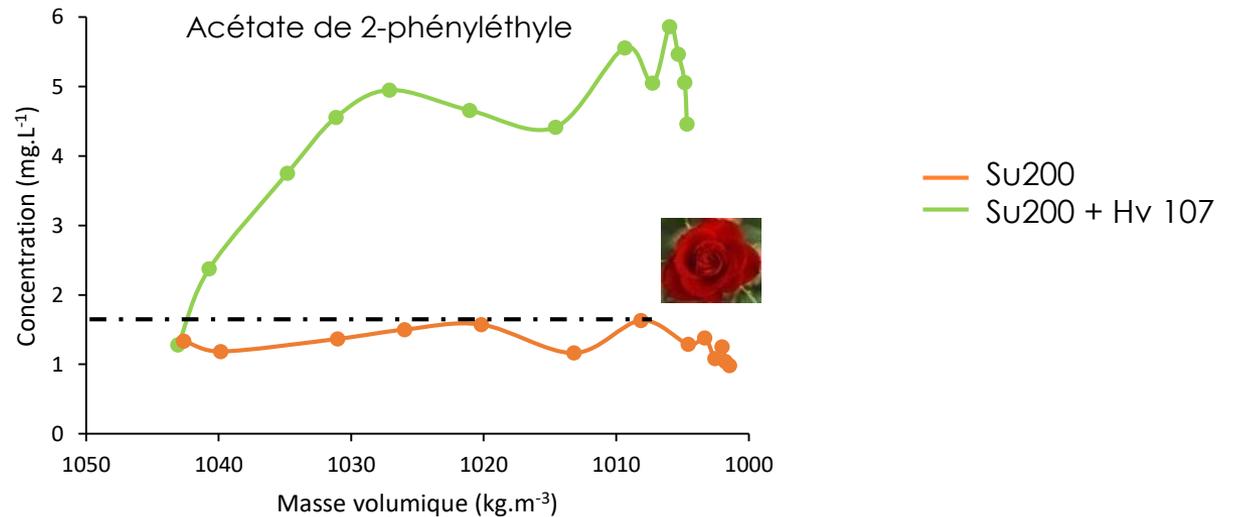
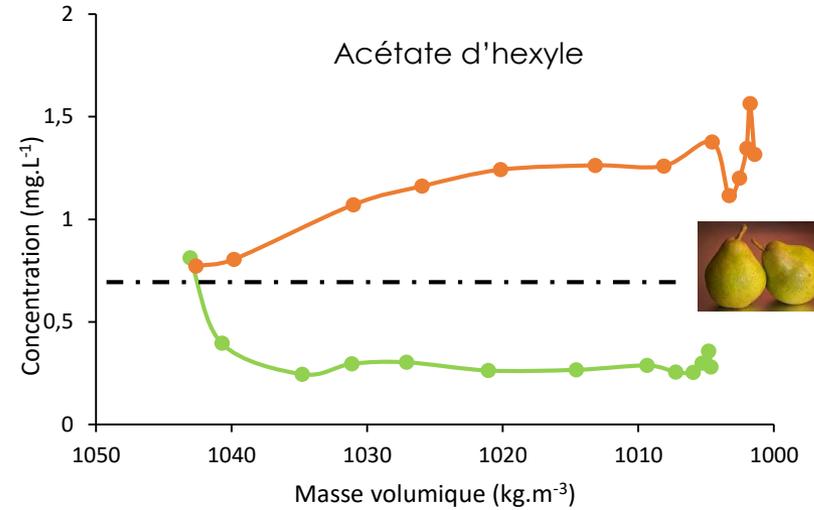
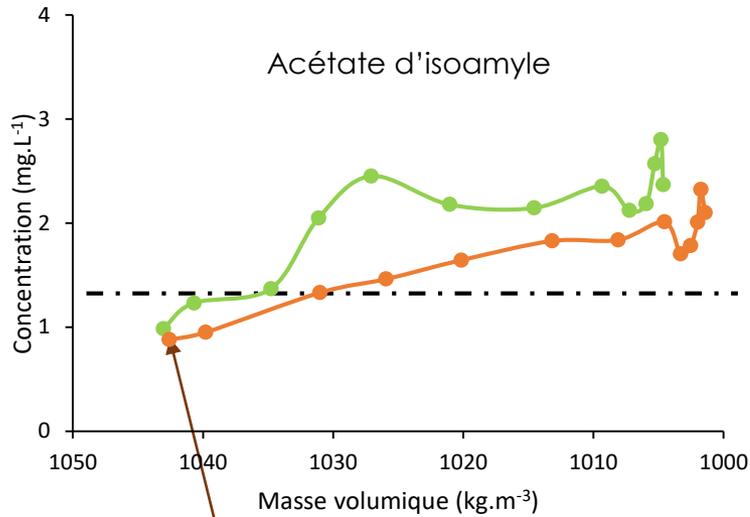
-20 points de MV :

Mélange d'un cidre inoculé avec *Su200* et d'un cidre inoculé avec *Hv107*. Elimination d'*Hv107* dans l'un des fermenteurs.

— Su200
— Su200 + Hv 107

Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec *Hv107* et *Su200* au cours de la phase de fermentation.

Esters d'acétate produits par Su200 et Hv107



-20 points de MV :
Mélange d'un cidre inoculé avec *Su200* et d'un cidre inoculé avec *Hv107*. Elimination d'*Hv107* dans l'un des fermenteurs.

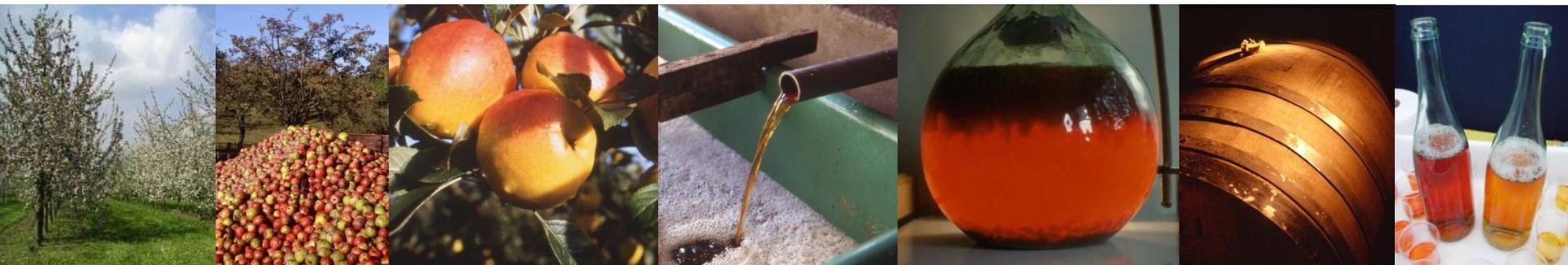
Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec *Hv107* et *Su200* au cours de la phase de fermentation.

Quel type de fruité pour Su200 et Hv107 ?

Esters d'acétate	Arômes	Seuil de perception (mg/L)	Su200	Hv107
Acétate de 2-phényléthyle		1,8 (vin)	+	++
Acétate d'isoamyle		1,2 (bière)	++	++
Acétate d'hexyle		0,7 (vin)	++	-

🍏 Possibilité de nuancer les notes aromatiques.

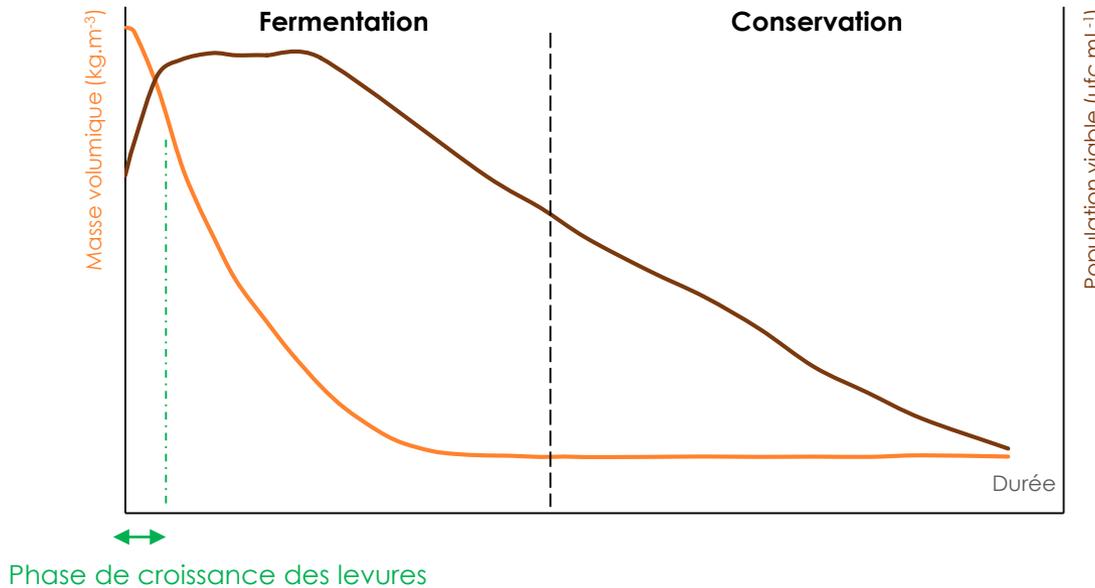
+ Accumulation
- Dégradation



Comment évoluent les composés volatils à intérêt aromatique après fermentation ?



Hypothèse

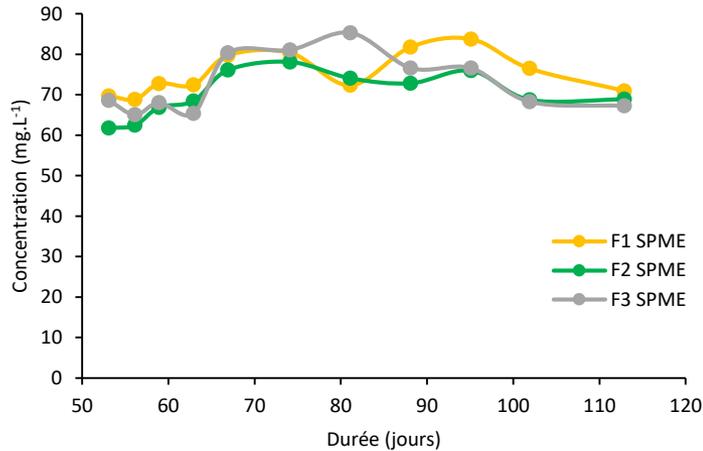


La concentration en esters d'acétate diminue au cours d'une conservation sur lies.

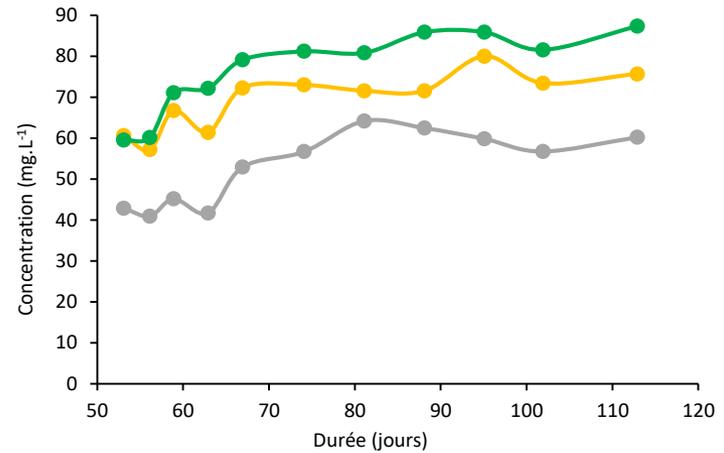


Conservation de 2 mois sur lies

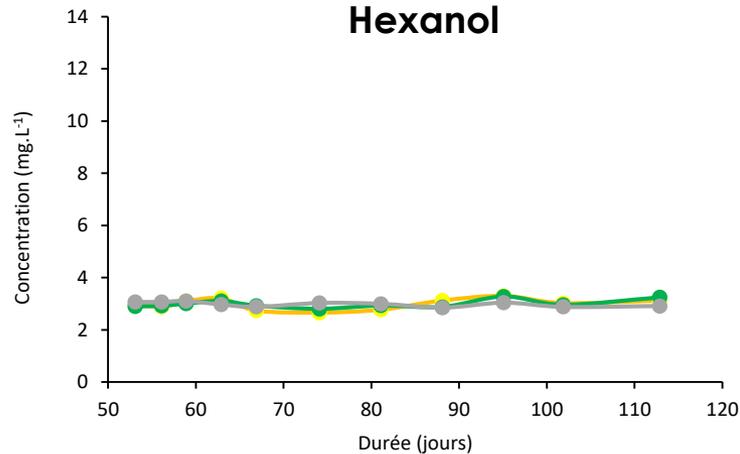
3-méthylbutan-1-ol



2-phényléthanol



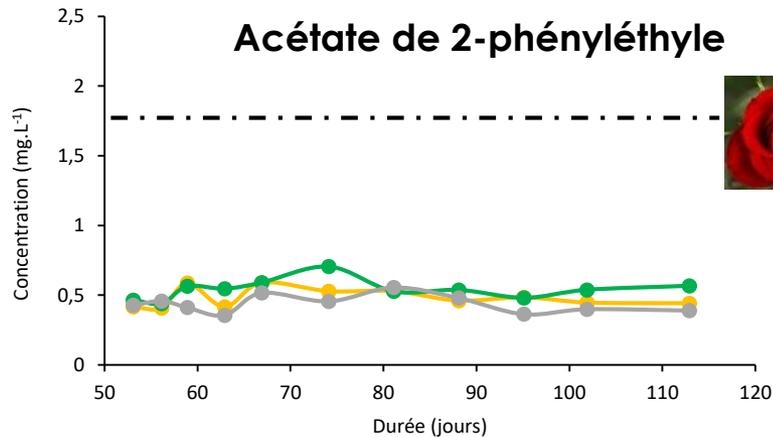
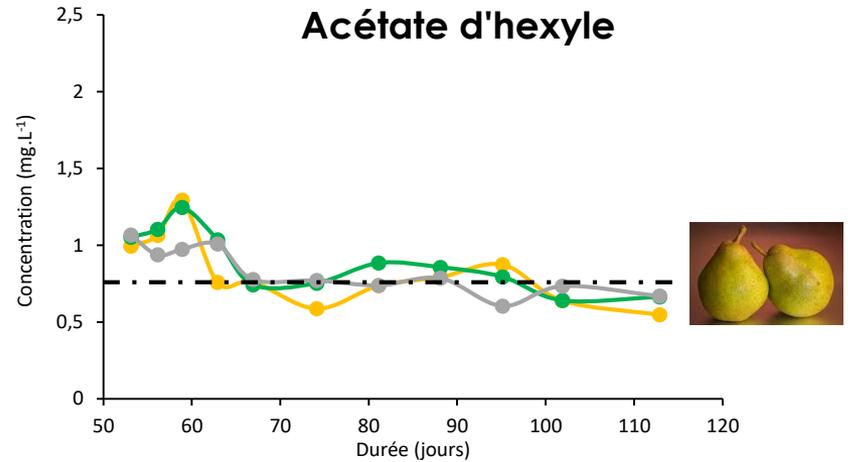
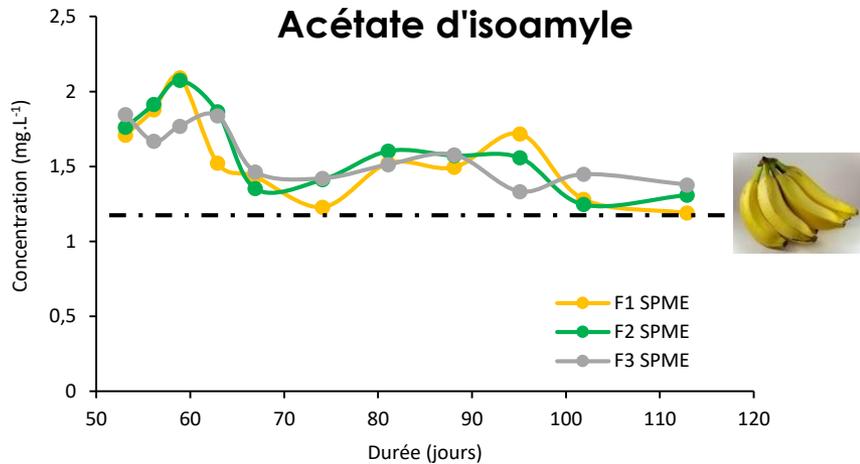
Hexanol



 **Conservation des alcools supérieurs.**

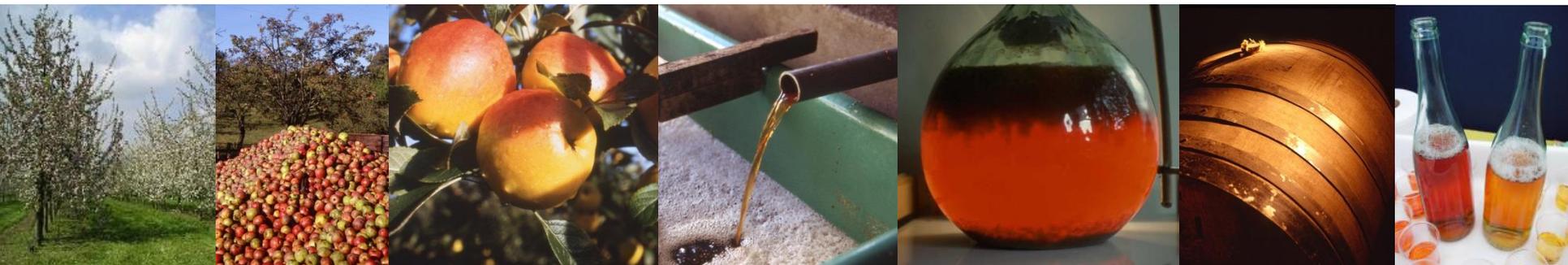
Teneurs en alcools supérieurs dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 au cours de deux mois de conservation.

Conservation de 2 mois sur lies



🍏 Des pertes en esters d'acétate mais pas d'effet drastique de deux mois de conservation.

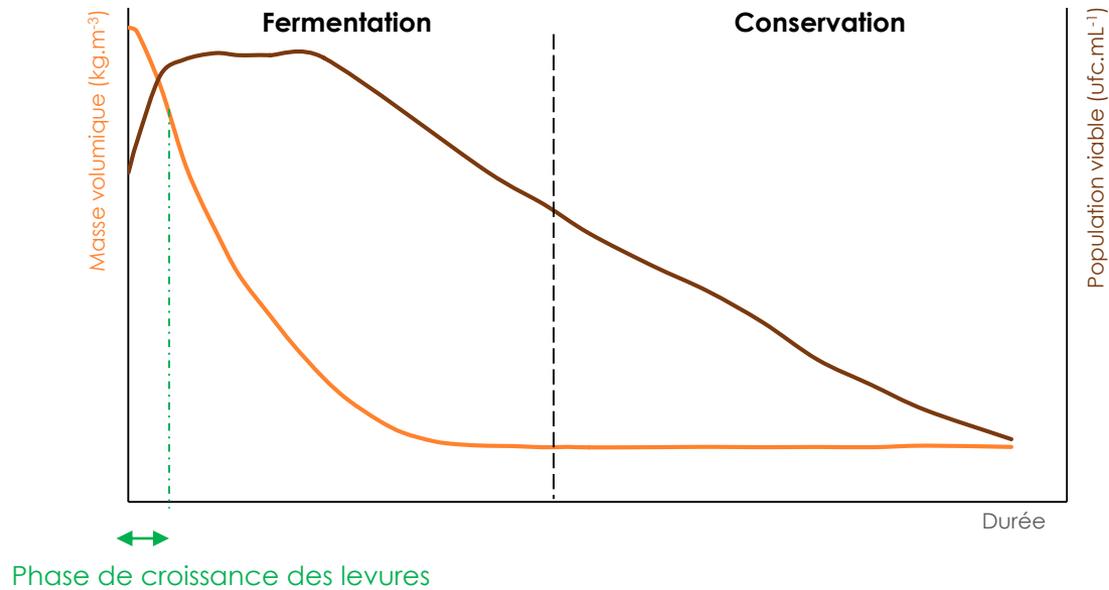
Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 au cours de deux mois de conservation.



Comment augmenter la production d'esters d'acétate en modulant les paramètres de fermentation ?

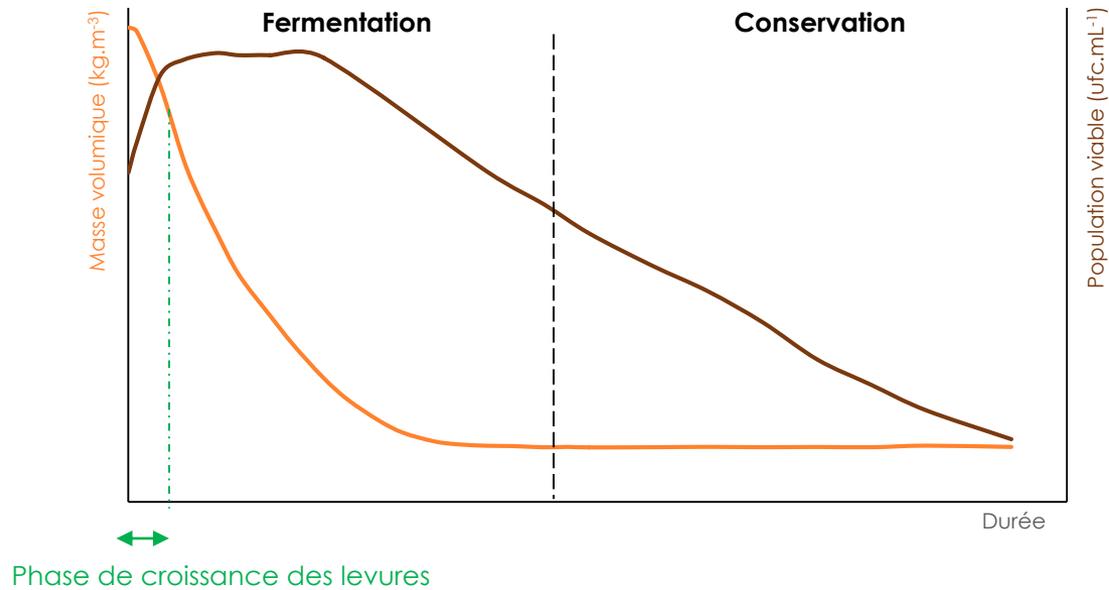


Questions issues d'observations sur le terrain



Questions issues d'observations sur le terrain

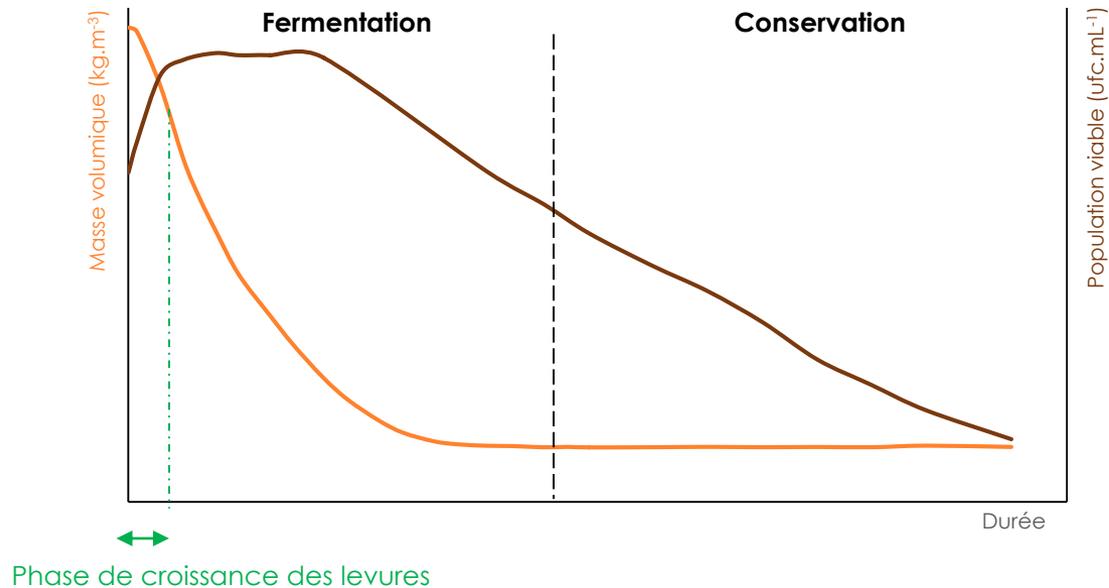
Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?



Questions issues d'observations sur le terrain

Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

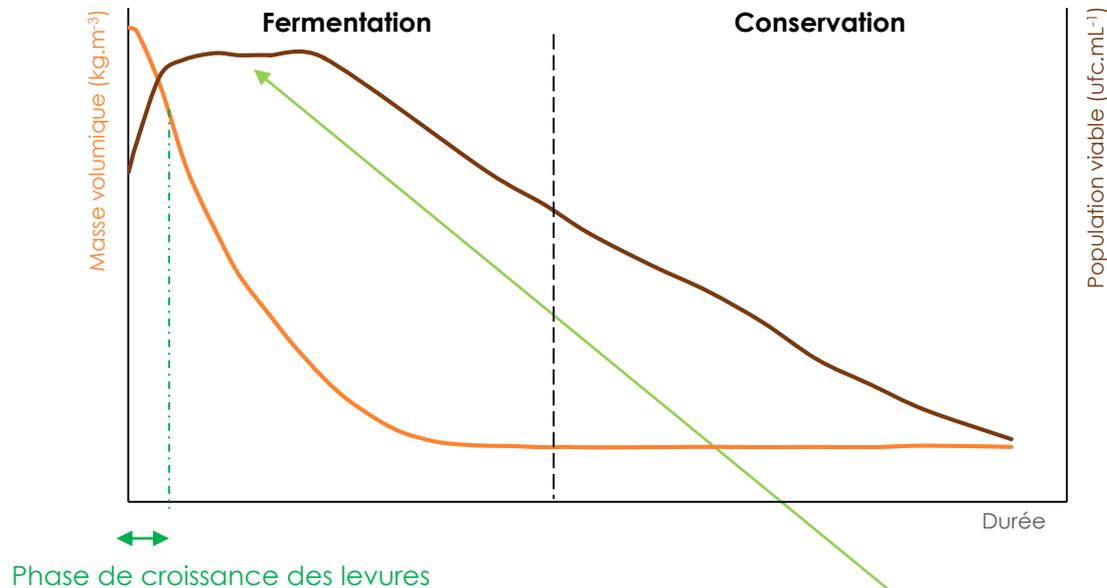
Est-ce qu'une fermentation à basse température favorise l'accumulation de composés aux notes fruitées ?



Questions issues d'observations sur le terrain

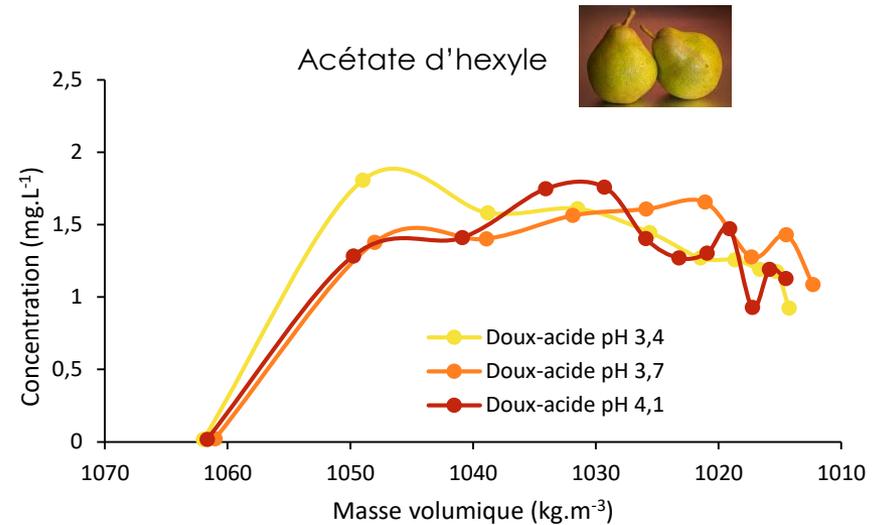
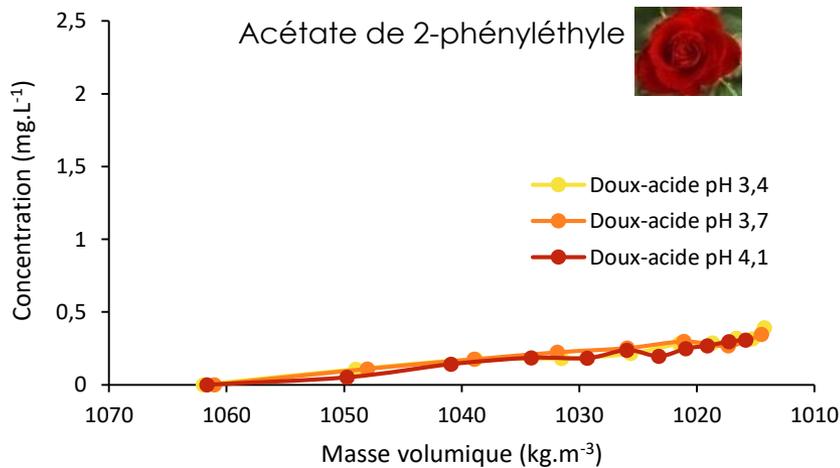
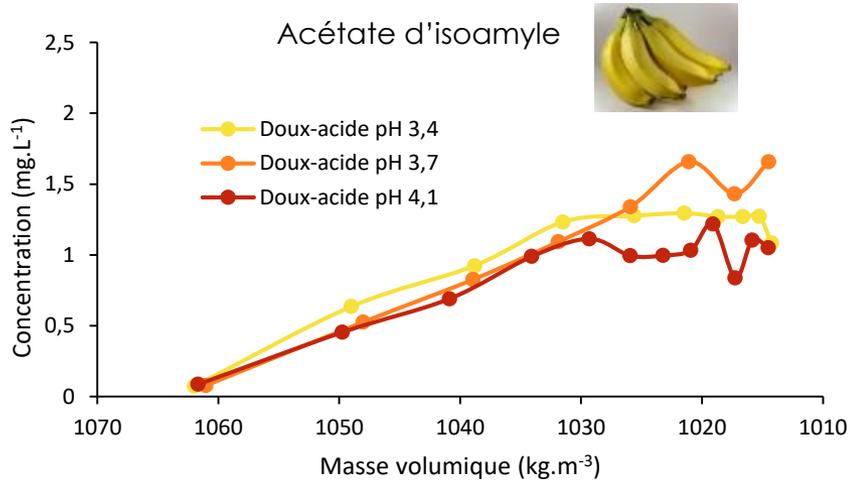
Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

Est-ce qu'une fermentation à basse température favorise l'accumulation de composés aux notes fruitées ?



Est-ce que la concentration en levures influence la teneur en composés aux notes fruitées ?

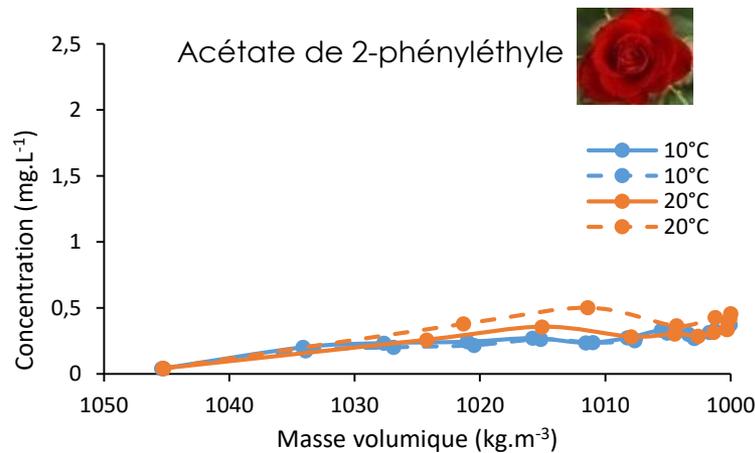
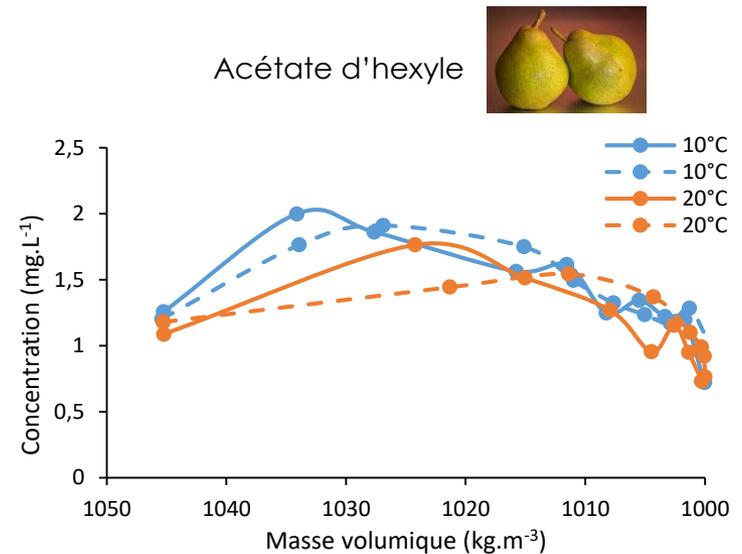
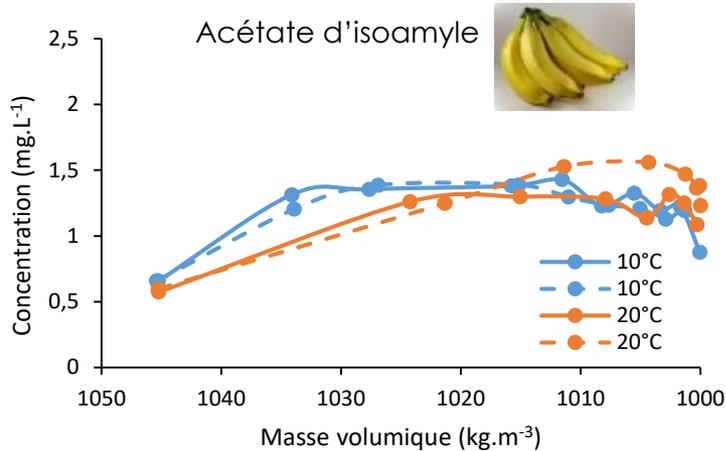
Un moût acide pour augmenter la teneur en esters d'acétate ?



🍏 **Pas d'effet du pH sur la composition en esters d'acétate.**

Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 au cours de la phase de fermentation.

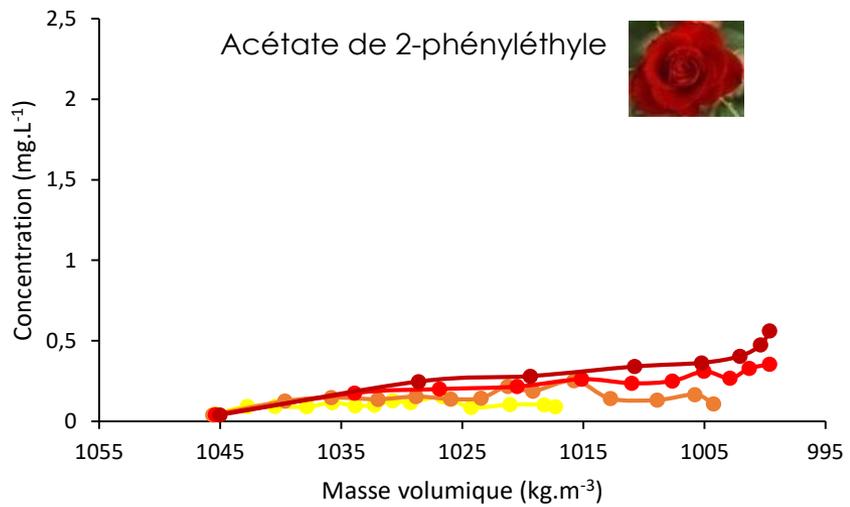
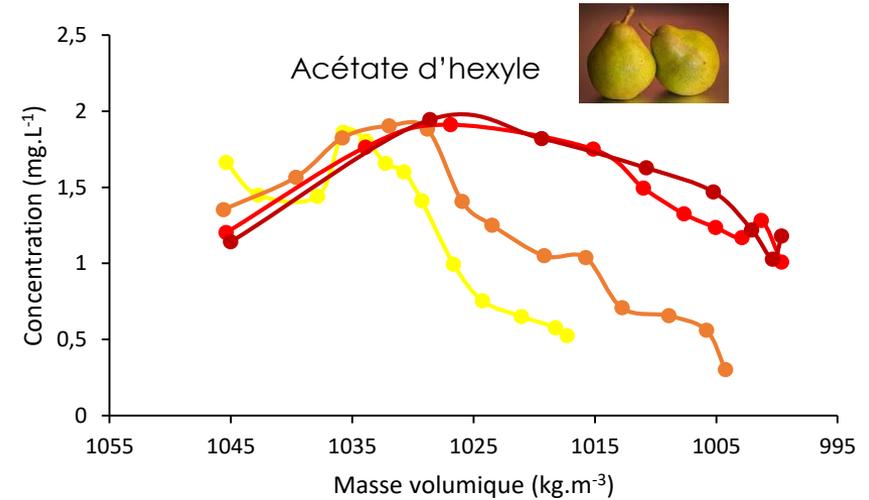
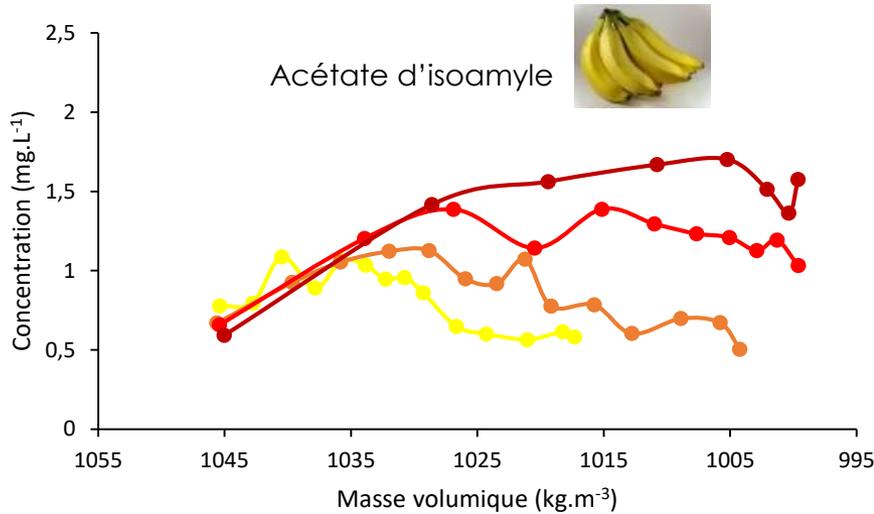
Une fermentation à basse température pour augmenter la teneur en esters d'acétate ?



🍏 Pas d'effet de la température sur la composition en esters d'acétate.

Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 au cours de la phase de fermentation.

Un niveau de population élevé pour augmenter la teneur en esters d'acétate ?

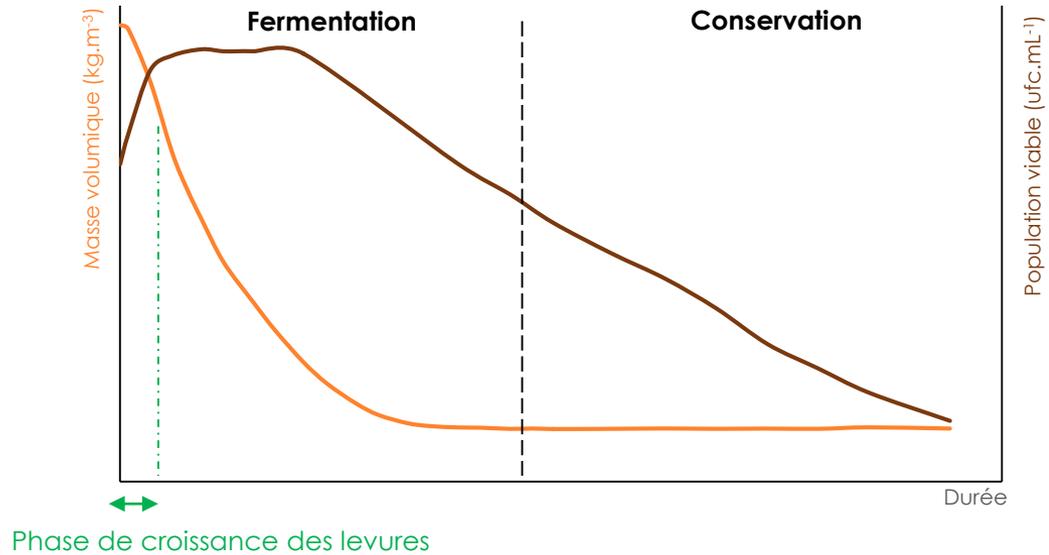


- 1 million levures/mL
- 4 millions levures/mL
- 16 millions levures/mL
- 64 millions levures/mL

 **Effet du niveau de population mais non proportionnel à la concentration en levures.**

Teneurs en esters d'acétate dans les fermenteurs ensemencés avec Su200 au cours de la phase de fermentation.

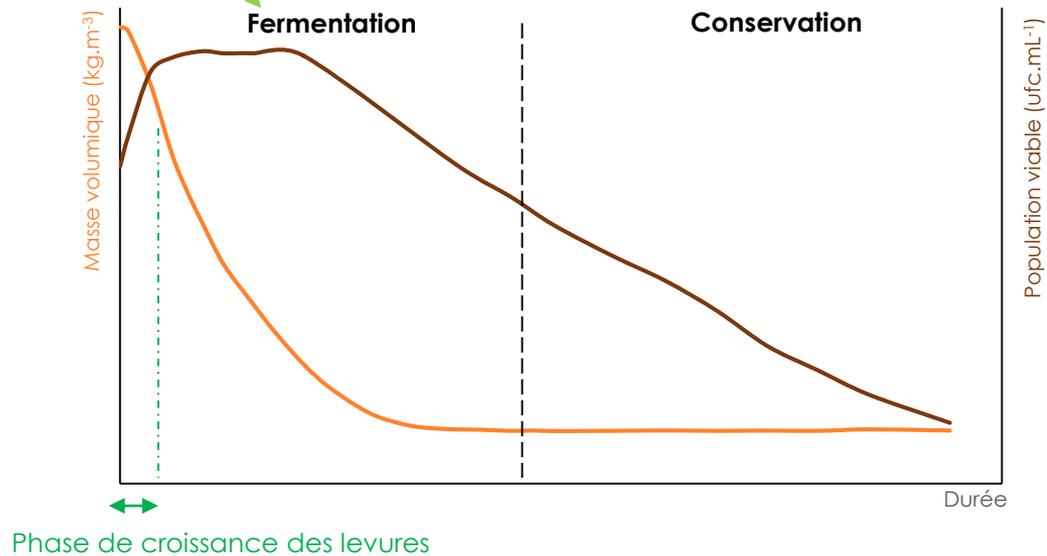
Conclusion (1)



Conclusion (1)

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

OU



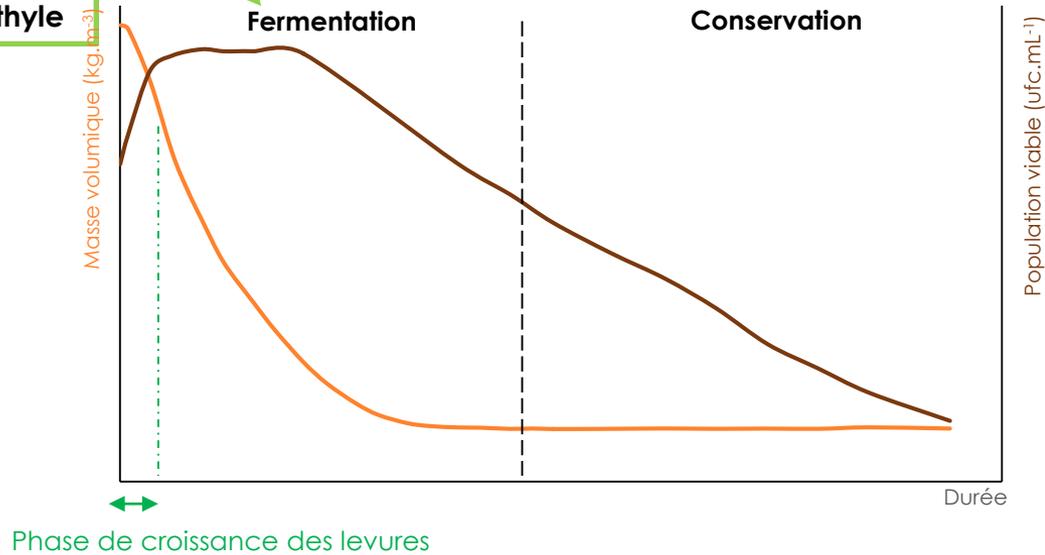
Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Conclusion (1)

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

Oui pour :
Acétate d'isoamyle
Acétate de 2-phényléthyle

OU



Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Oui pour :
Acétate d'hexyle

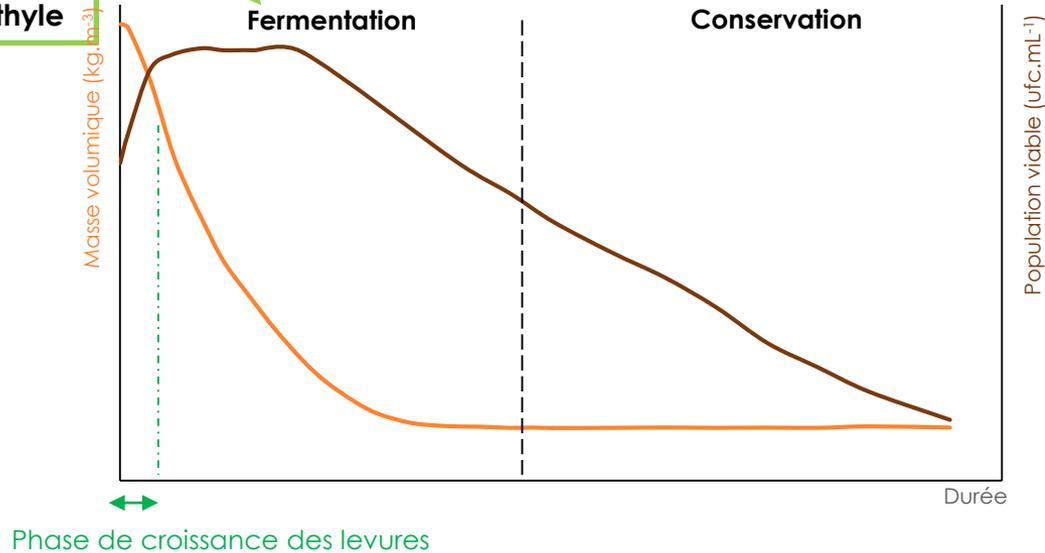
Conclusion (1)

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

Oui pour :
Acétate d'isoamyle
Acétate de 2-phényléthyle

Hypothèse 3 :
Une fermentation par *Saccharomyces uvarum* 200, souche cidricole, permet d'obtenir des notes florales.

OU



Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Oui pour :
Acétate d'hexyle

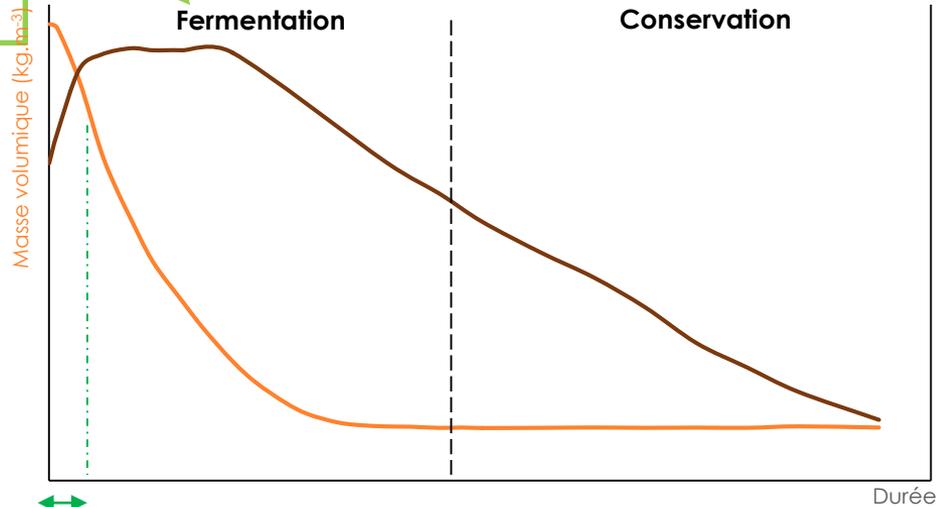
Conclusion (1)

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

Oui pour :
Acétate d'isoamyle
Acétate de 2-phényléthyle

Hypothèse 3 :
Une fermentation par *Saccharomyces uvarum* 200, souche cidricole, permet d'obtenir des notes florales.

Plutôt des notes fruitées
Acétate d'isoamyle
Acétate d'hexyle



OU

Phase de croissance des levures

Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Oui pour :
Acétate d'hexyle

Conclusion (1)

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

Oui pour :
Acétate d'isoamyle
Acétate de 2-phényléthyle

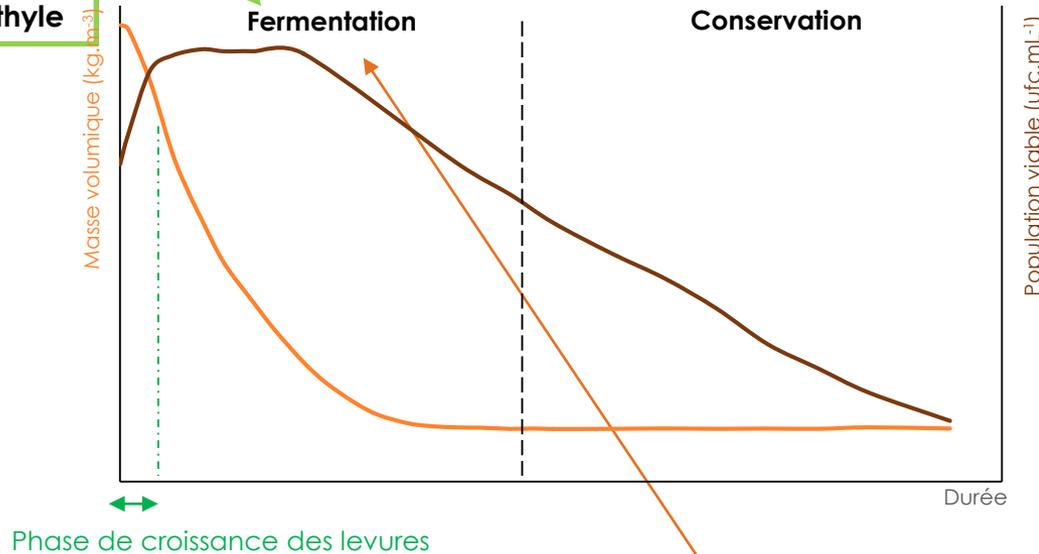
OU

Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Oui pour :
Acétate d'hexyle

Hypothèse 3 :
Une fermentation par *Saccharomyces uvarum* 200, souche cidricole, permet d'obtenir des notes florales.

Plutôt des notes fruitées
Acétate d'isoamyle
Acétate d'hexyle



Hypothèse 4 :
Une fermentation par *Hanseniaspora valbyensis* 107, souche cidricole, permet d'obtenir des notes fruitées/florales.

Conclusion (1)

Hypothèse 1 :
Les CVIA sont produits tout au long de la fermentation.

Oui pour :
Acétate d'isoamyle
Acétate de 2-phényléthyle

OU

Hypothèse 2 :
Les CVIA sont produits pendant la phase de croissance des levures.

Oui pour :
Acétate d'hexyle

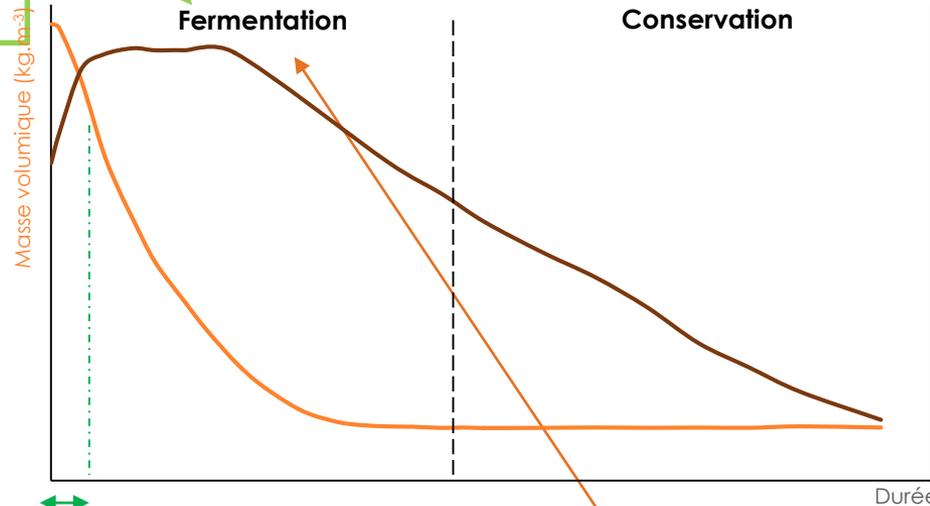
Hypothèse 3 :
Une fermentation par *Saccharomyces uvarum* 200, souche cidricole, permet d'obtenir des notes florales.

Plutôt des notes fruitées
Acétate d'isoamyle
Acétate d'hexyle



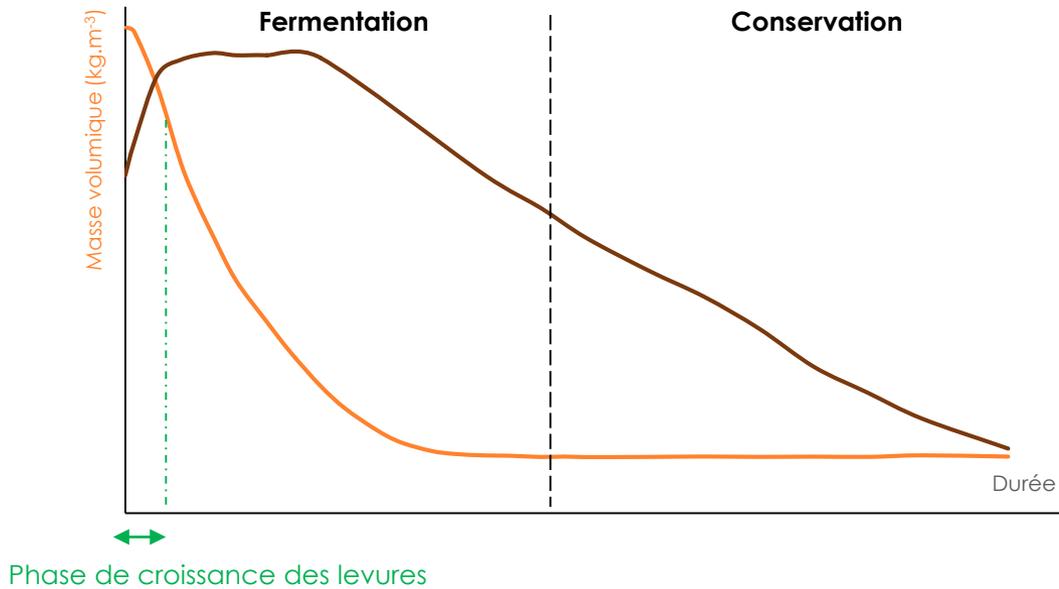
Oui,
Acétate de 2-phényléthyle
Acétate d'isoamyle
Acétate d'hexyle

Hypothèse 4 :
Une fermentation par *Hanseniaspora valbyensis* 107, souche cidricole, permet d'obtenir des notes fruitées/florales.



Phase de croissance des levures

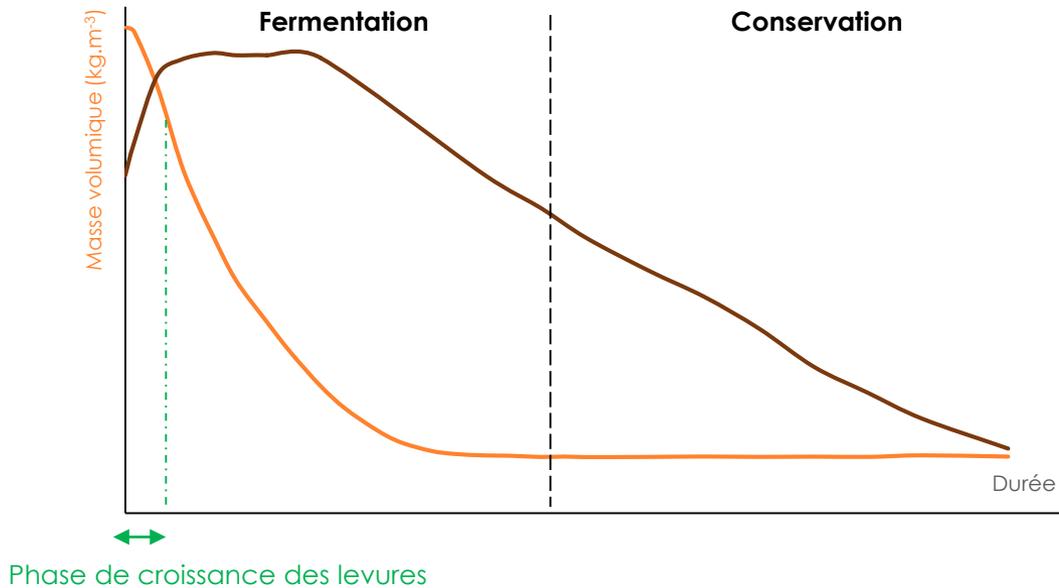
Conclusion (2)



Hypothèse :
La concentration en esters d'acétate diminue au cours d'une conservation sur lies.



Conclusion (2)

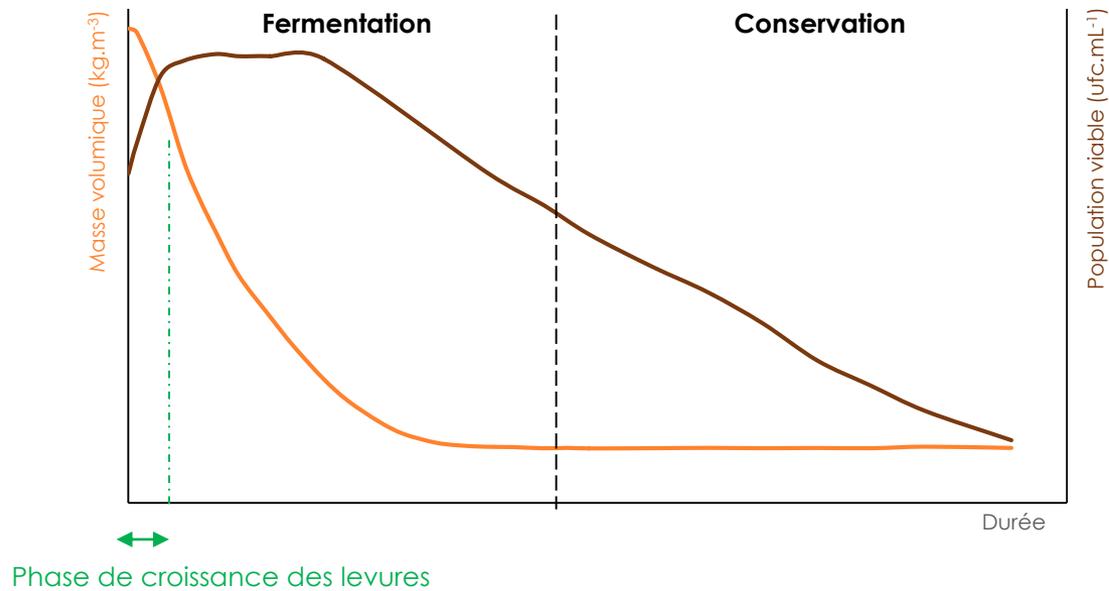


Hypothèse :
La concentration en esters d'acétate diminue au cours d'une conservation sur lies.



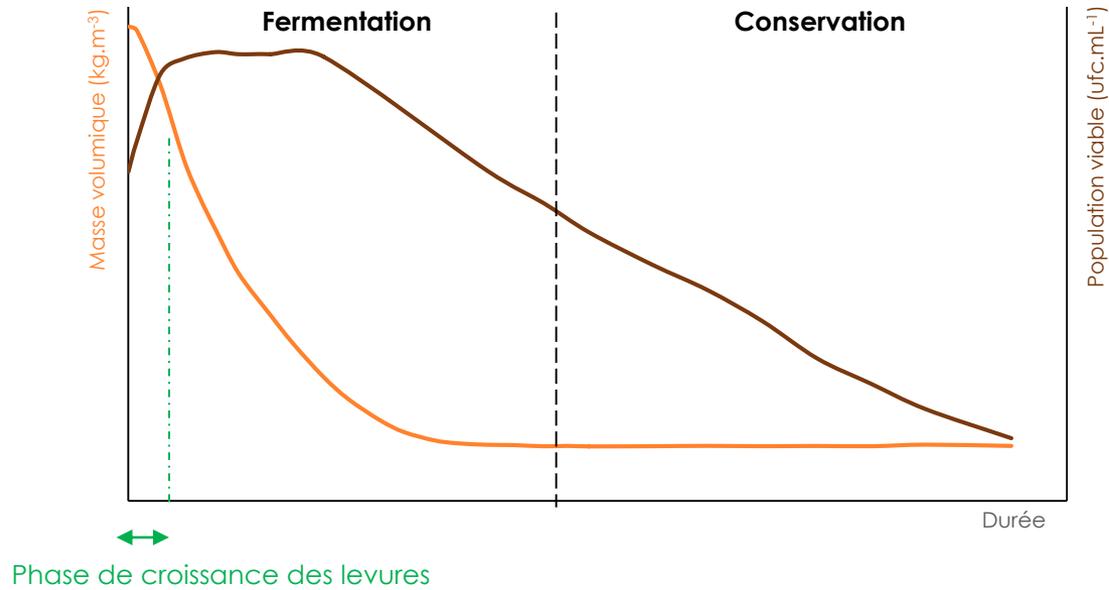
Pas de pertes drastiques en conditions contrôlées.

Conclusion (3)



Conclusion (3)

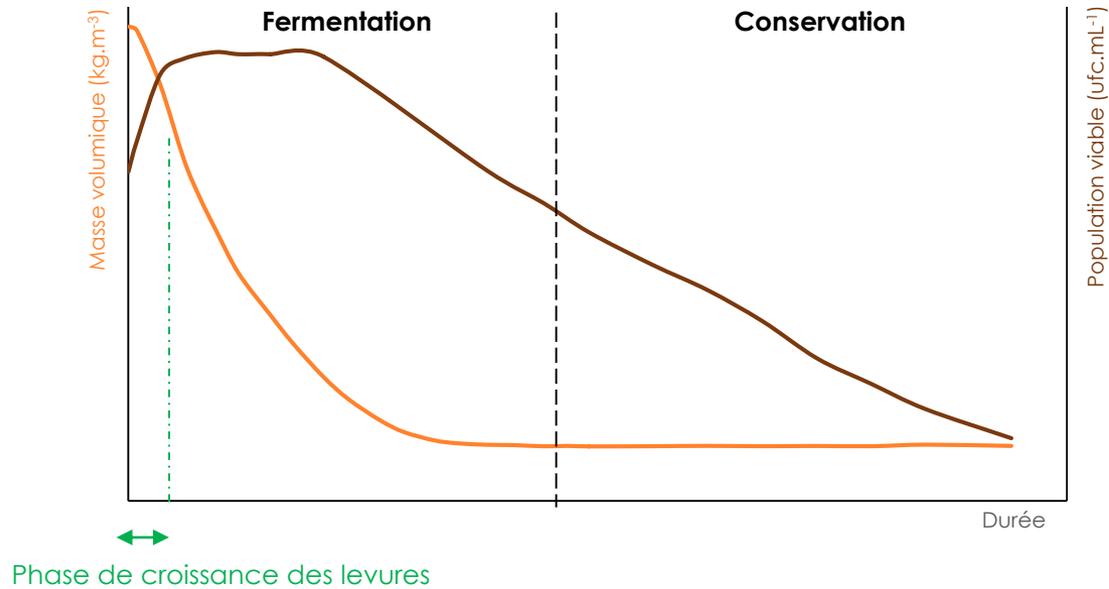
Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?



Conclusion (3)

Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

Non, pour les esters d'acétate.

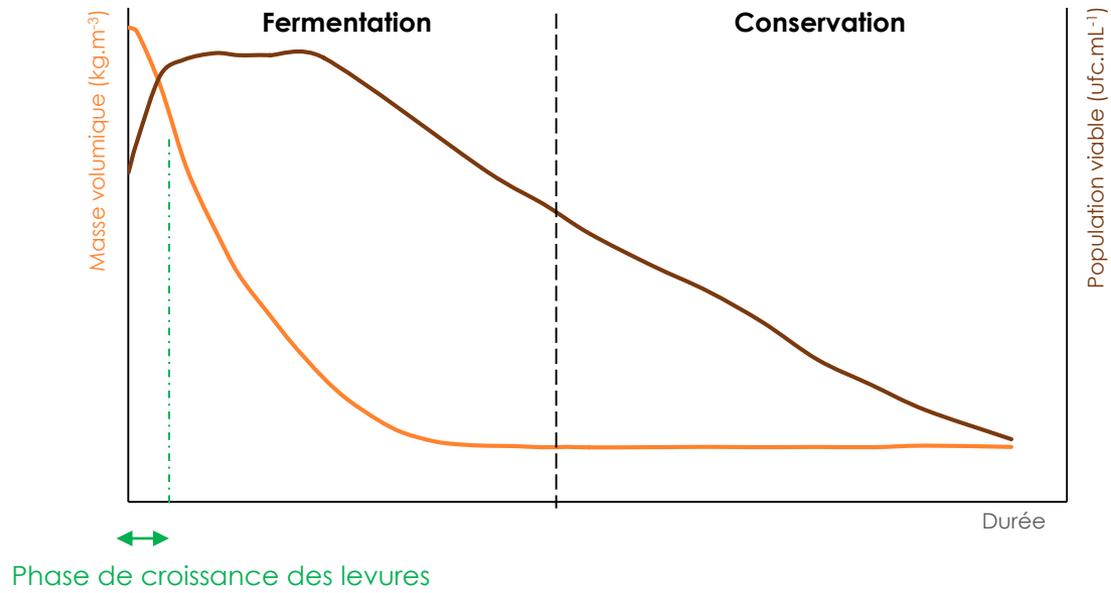


Conclusion (3)

Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

Non, pour les esters d'acétate.

Est-ce qu'une fermentation à basse température favorise l'accumulation de composés aux notes fruitées ?



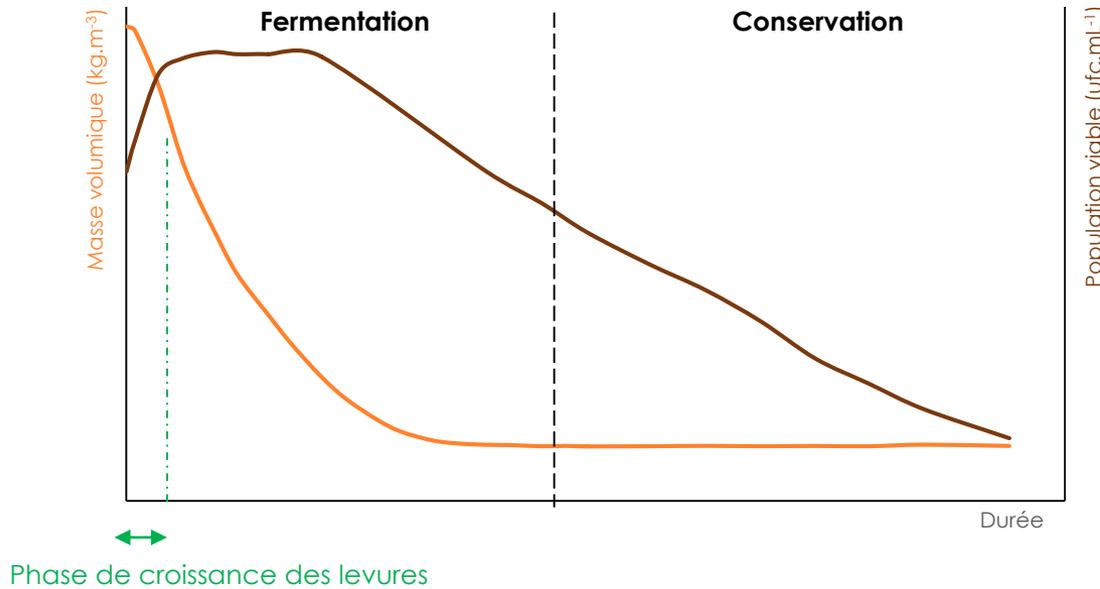
Conclusion (3)

Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

Non, pour les esters d'acétate.

Est-ce qu'une fermentation à basse température favorise l'accumulation de composés aux notes fruitées ?

Non en conditions contrôlées mais indispensable pour prévenir l'apparition de flores d'altération.

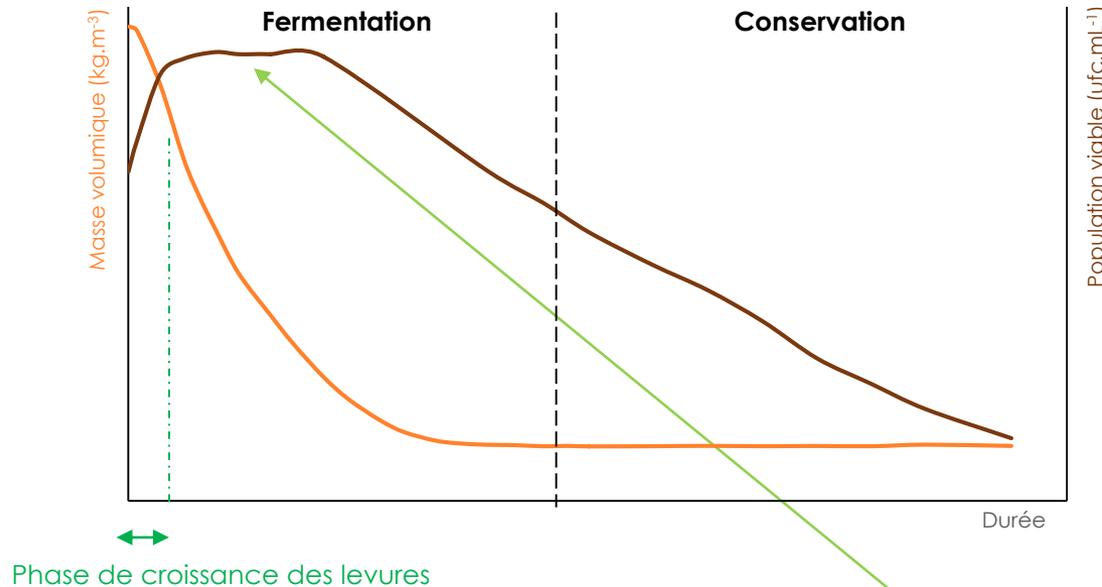


Conclusion (3)

Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

Non, pour les esters d'acétate.

Est-ce qu'une fermentation à basse température favorise l'accumulation de composés aux notes fruitées ?



Non en conditions contrôlées mais indispensable pour prévenir l'apparition de flores d'altération.

Est-ce que la concentration en levures influence la teneur en composés aux notes fruitées ?

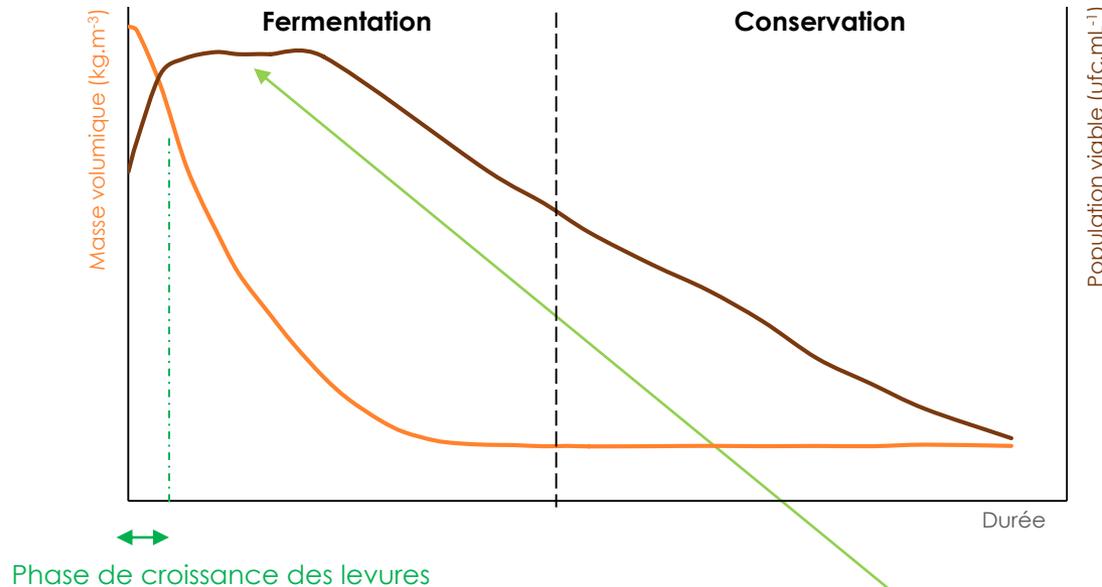
Conclusion (3)

Est-ce qu'un moût acide permet de générer plus de composés aux notes fruitées ?

Non, pour les esters d'acétate.

Est-ce qu'une fermentation à basse température favorise l'accumulation de composés aux notes fruitées ?

Non en conditions contrôlées mais indispensable pour prévenir l'apparition de flores d'altération.



Oui, pour les esters d'acétate.

Est-ce que la concentration en levures influence la teneur en composés aux notes fruitées ?



Merci de votre attention.

Merci aux financeurs du projet MoNArC :



Merci aux partenaires du projet MoNArC :



A vous de juger !

Que pensez-vous de notre cidre fermenté à sec
par *Saccharomyces uvarum* 200 ?

