



1

*La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Institut Brassicole du Québec inc.*



Aborder la fermentation dans le cadre  
d'une production dite normale

(après le souper !)

2

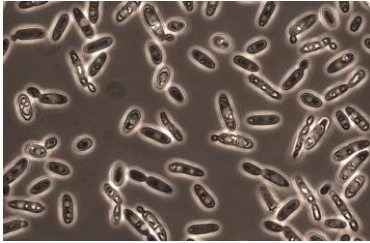
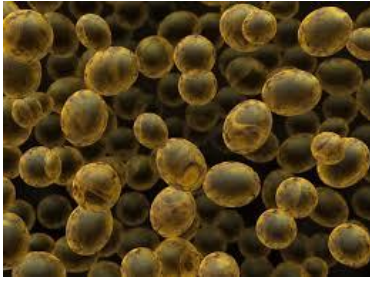
*La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.*



C'est quoi normale ?

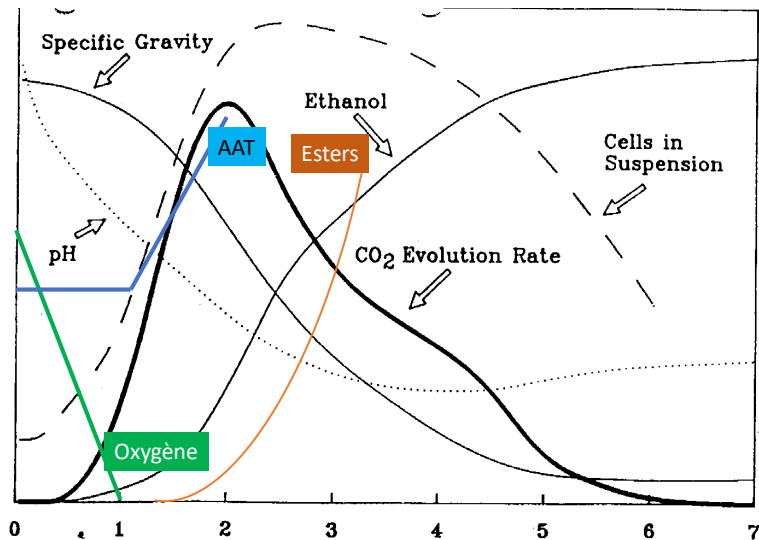


Cylindro-conique ?  
En tonneau ?  
Autres ?



Fermentation Simple (Haute ou basse) ?  
Fermentation Mix ?  
Fermentation spontanée ?

Comment agir sur les paramètres de fermentations pour favoriser le profil recherché ?

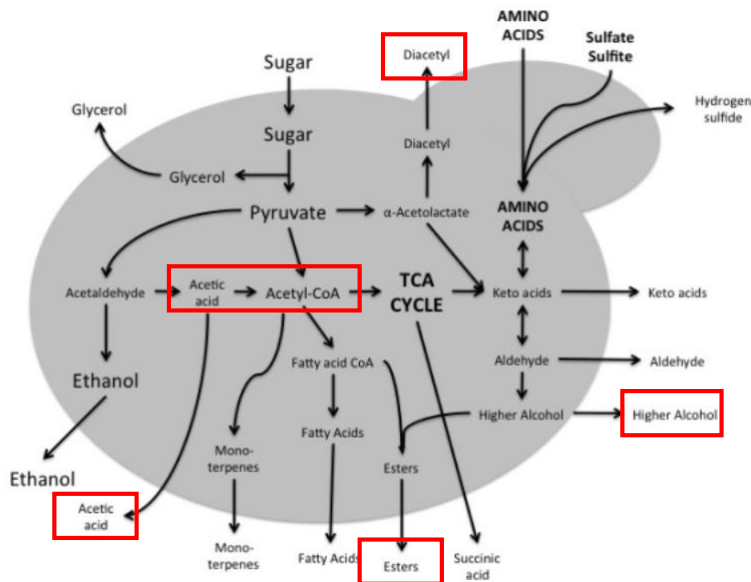


- Température
- Densité
- Pitch
- Trub
- Flocculation
- Oxygénation
- Nutriments
- Pression

AAT: Alcool acétate transférase

FERMENTATION 7

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.



- Alcools
- Esters
- Acides
- Diacétyl

FERMENTATION 8

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

## Pitching

### Viabilité et réutilisation

- Au plus la concentration cellulaire est élevée au pitch, moins on produit de nouvelles cellules
- Au plus la concentration cellulaire est élevée au pitch au plus on diminue la perte due à la biomasse

### Alcools et Esters

- La levure a besoin de passer par une phase de croissance cellulaire pour produire plus d'esters.
- Le sous-pitch favorise la production d'esters car en favorisant la production acétyl-coA précurseur des acides gras pour la production des membranes cellulaires il favorise l'acétyl-coA précurseur des esters
- En cas de réutilisation de levure, la période de croissance est souvent plus faible et cela réduit la production d'esters.
- Plus de croissance, signifie plus de parois cellulaire et donc plus de production de AAT (Alcool acétate transférase localisée dans les membranes cellulaires)

## Oxygénation



### Paroi cellulaire

- Durant la multiplication cellulaire, la levure utilise beaucoup d'oxygène pour construire ses membranes cellulaires (4-15 ppm).
- Une sous oxygénation limite la multiplication cellulaire

### Esters

- La levure produit des acides gras insaturés qui utilisent également l'acétyl-CoA, un précurseur de la production d'ester. Une sous oxygénation favorise donc la production d'esters en libérant acetyl-coA

## Trub



### Alcools et Esters

- Les bières plus riches en trub fermentent plus rapidement et avec une fermentation plus vigoureuse ce qui génèrent plus d'alcools supérieurs
- La présence de lipides inhibe l'enzyme d'estérification
- Les bières fermentées avec un niveau plus faible de trub sont généralement plus riches en ester

## Nutriments

### Esters

- L'ajout de Sulfate de zinc ( $ZnSO_4$ ) et de L-Leucine augmente de manière importante les composés esters
- L'ajout de nutriments est important dans le cas de réutilisation continue de levures ou un nombre important de régénération en cuve peut appauvrir les levures
- Les moûts avec une concentration plus élevée d'aa favorise la production d'acétyl-CoA entraînant plus d'esters et les moûts plus dilué produisent moins d'esters

## Pression de fermentation (CO<sub>2</sub> dissout)

- L'augmentation de pression en fermentation ou l'augmentation de la pression hydrostatique dans les grands fermenteurs entraîne une augmentation du CO<sub>2</sub> dissout
- L'augmentation de CO<sub>2</sub> dissout inhibe la croissance cellulaire en perturbant les réactions de décarboxylation
- La décarboxylation est une étape fondamentale dans la production des alcools supérieurs et de la synthèse de l'acétyl-coA

L'augmentation de pression réduit les esters  
 L'augmentation de température augmente les esters

Compound	Threshold (mg/L)	Aroma Impression	Tested Results w/ Top Pressure & Temperature (mg/L)			
			50F @ 15 psi	50F @ 26 psi	60F @ 15 psi	60F @ 26 psi
Acetate Esters						
Ethyl acetate	25-30	Fruity, solvent	20	10	28	13
Isoamyl acetate	1.2-2	Banana	2	1.2	3	1.4
MCFA ethyl esters						
Ethyl hexanoate	0.2-0.23	Apple, fruity	0.12	0.06	0.13	0.1

*(Engan 1974; Meilgaard 1975b; Engan 1981)*  
 Scott Janish.com

*Approx. Based on Visual Chart*

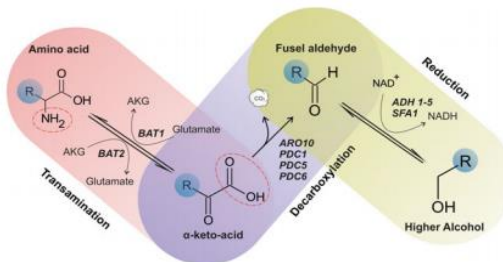
FERMENTATION 15

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gauthrin inc.

## Température de fermentation

### Alcools et Esters

- L'augmentation de température de fermentation favorise l'expression d'un gène (BAP2) qui code pour une perméase qui augmente le transport des **valine, leucine** et **isoleucine** dans la cellule.
- La plus grande disponibilité des acides aminés dans la cellule favorise la production d'**alcools supérieurs** et donc indirectement la **production d'esters**



FERMENTATION 16

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gauthrin inc.



- L'estérification des alcools est effectuée par l'alcool acétate transférase (AAT), une croissance cellulaire rapide favorisée par la température entrainera une production accrue de AAT

Compound	Threshold (mg L <sup>-1</sup> )	Concentration range (mg L <sup>-1</sup> )	Aroma impression
<b>Higher alcohols</b>			
n-Propanol	600	4-17	Alcohol, sweet
Isobutanol	100	4-57	Solvent
Isoamyl alcohol	50-65	25-123	Alcoholic, banana
Amyl alcohol	50-70	7-34	Alcoholic, solvent
2-Phenylethanol	40	5-102	Roses

Compound	Threshold (mg L <sup>-1</sup> )	Concentration range (mg L <sup>-1</sup> )	Aroma impression
<b>Acetate esters</b>			
Ethyl acetate	25-30	8-32	Fruity, solvent
Isoamyl acetate	1.2-2	0.3-3.8	Banana
Phenylethyl acetate	0.2-3.8	0.1-0.73	Roses, honey
<b>MCFA ethyl esters</b>			
Ethyl hexanoate	0.2-0.23	0.05-0.21	Apple, fruity
Ethyl octanoate	0.9-1.0	0.04-0.53	Apple, aniseed

FERMENTATION 17

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

Diacétyl

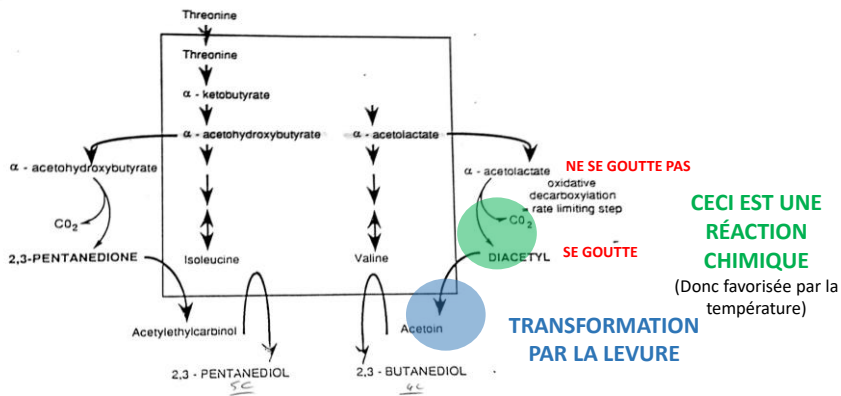


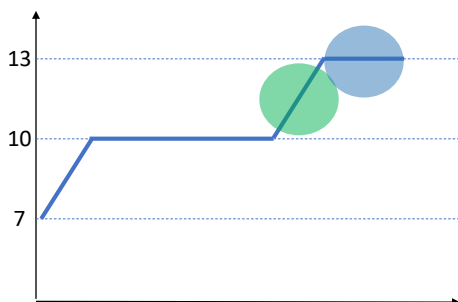
Figure 3. : Formation and reduction of the vicinal diketones in *Saccharomyces cerevisiae*.

Si on réduit le temps de garde et que tout l'alpha acetolactate ne s'est pas transformé en diacétyl, il risque de se transformer en bouteilles sous l'effet de la chaleur et/ou en pasteurisation. Ces problèmes n'apparaissent que dans les fermentations basses. Il faut donc que cette transformation s'effectue tant que nous sommes en présence de levure

FERMENTATION 18

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

## Quels solutions pour réduire le diacétyl ?



01 - On reste le plus longtemps possible à 10C, mais pas trop pour s'assurer de monter à 13C (**1 plato = 1,5 C**). Il faut faire un suivi serré. Gouter / mesurer le niveau de diacétyl

02- Il ne faut pas que je monte ma température trop tôt sinon je vais changer mon profil de fermentation

03- Rajout de levure fraîche pour transformer le diacétyl

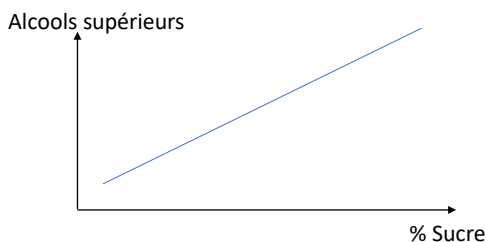
## FERMENTATION

19

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

## Sucre et densité

### Alcools et esters



- Les bières de haute densité amènent une surproduction d'acétate d'esters
- Les bières brassées avec une concentration élevée de maltose produisent des niveaux d'acétate d'ester plus faibles que des moûts de même densité brassés avec du glucose ou du fructose
- Bière forte en alcools sans esters = maltose
- Bière forte en alcools avec esters = glucose / fructose

## FERMENTATION

20

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

## Acides aminés



Lager                      Ale

Les levures hautes consomment A B C  
Les levures basses consomment A et B (partiellement)

Group A Fast Absorption	Group B Intermediate Absorption	Group C Slow Absorption	Group D Little or No Absorption
Glutamic acid	Valine	Glycine	Proline
Aspartic acid	Methionine	Phenylalanine	
Asparagine	Leucine	Tyrosine	
Glutamine	Isoleucine	Tryptophan	
Serine	Histidine	Alanine	
Threonine		Ammonia	
Lysine			
Arginine			

<sup>a</sup> Source: Jones and Pierce (3).

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.



### Groupe B et C contiennent les précurseurs d'esters les plus importants

- Isoleucine: Amyl acétate: banana/Apple/Pear
- Leucine: Isoamyl acétate: Citrus
- Valine: Isobutyl acétate: Sweet fruity
- Phénylalanine: Phénylethyl acetate: Rose/Floral
- Tryptophan: Ethyl-3-indolacetate: Jamine /Floral
- Tyrosine: 4 Hydroxyphenylacetate: Rose / Floral

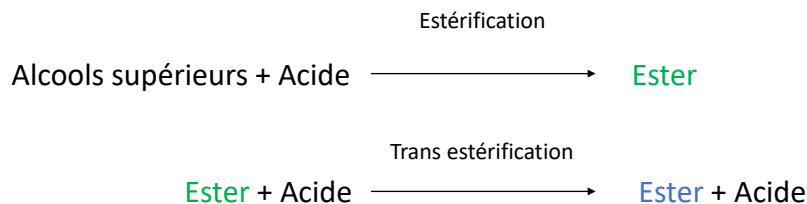
La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

## Flocculation:

- Au plus une levure est flocculante , moins elle a tendance à produire **d'alcools supérieurs** qu'une souche moins flocculante
- Plus une levure est flocculante, plus **l'atténuation diminue**
- Plus une levure est flocculante, plus le diacétyl s'élimine difficilement
- Plus une levure est flocculante plus la bière se **clarifie** rapidement

## Bières sûres

- Développement de nouveaux esters par la voie de l'estérification et la transestérification



## Bières sûres



**Acide ferulic** (source: malt et malt de blé). Précurseur du phenol 4-vinyl-guaiacol (clou de girofle).  
 Ethyl Ferulate = cannelle, épices, boisé

**Acide propionic** (source: bactéries) Goût de fromage  
 Ethyl Propionate = ananas, kiwis, and fraise.

**Capric, Caprylic, and Caproic acids** (Source: Autolyse) Goût de fromage  
 Ethyl octanoate, Ethyl decanoate, Ethyl hexanoate = ananas et fruit tropicaux

**Géranol** (Source: Houblons) transformation lors de la fermentation en linalool (lavande)  
 Terpinyl Acetate or Terpinyl Butyrate = goût de cerise

FERMENTATION 25

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.



Acid	Common Acid Source	Alcohol	Common Alcohol Source	Ester	Aroma Descriptor(s)
Acetic Acid	<i>Brettanomyces</i> with oxygen exposure.	Ethanol	Primary end product of fermentation by <i>Saccharomyces</i> and <i>Brettanomyces</i> .	Ethyl Acetate	Pear at low levels. Nail polish remover, superglue, or solvent at higher levels.
Lactic Acid	<i>Lactobacillus</i> or <i>Pediococcus</i> .			Ethyl Lactate	Fruit, Sweet Cream
Butyric Acid	Produced by <i>Clostridium</i> and other anaerobic bacteria. Common at low (appropriate) levels in spontaneous beer or at high levels during improper kettle souring or sour mash processes.			Ethyl Butyrate	Pineapple
Caproic Acid	Fatty acids produced by <i>Saccharomyces</i> and <i>Brettanomyces</i> during cell growth phases.			Ethyl Hexanoate	Unripe Banana, Pineapple
Capric Acid				Ethyl Octanoate	Pineapple, Sour Cream
Caprylic Acid				Ethyl Decanoate	Apple
Vanillic Acid				Oak barrel wood.	Ethyl Vanillate
Syringic Acid	Ethyl Syringate				Tobacco, Fig

Source: [Sour Beer Blog](#)

FERMENTATION 26

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gautrin inc.

Acid	Common Acid Source	Alcohol	Common Alcohol Source	Ester	Aroma Descriptor(s)
Ferulic Acid	Barley and wheat malt.			Ethyl Ferulate	Cinnamon, Spicy, Woody
Formic Acid	Minor product of bacterial fermentations.			Ethyl Formate	Raspberry
Isovaleric Acid	Produced at low (appropriate) levels by <i>Brettanomyces</i> . Also occurs in aged hops. High (inappropriate) levels produced during improper kettle souring or sour mash processes			Ethyl Isovalerate	Fruity, Berry
Propionic Acid	Bacterial fermentation			Ethyl Propionate	Kiwi, Pineapple, Strawberry
Acetic Acid	See Above	Geraniol	Hops	Geranyl Acetate	Geranium
Butyric Acid		α-Terpineol	Hop compounds metabolized by <i>Saccharomyces</i> or <i>Brettanomyces</i>	Geranyl Butyrate	Cherry
Acetic Acid				Terpinyl Acetate	
Butyric Acid		Terpinyl Butyrate			

FERMENTATION 27

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gauthrin inc.

## Conclusion

Le but de la fermentation est de créer un produit correspondant au profil recherché en jouant sur l'ensemble des paramètres qui ont un impact sur le profil recherché.

Ce ne sont pas uniquement le choix des matières premières, mais les conditions de fermentation et de production qui amèneront le développement des saveurs recherchées

FERMENTATION 28

La reproduction, l'utilisation et la vente, en tout ou en partie, du présent ouvrage sont strictement interdits sans avoir obtenu préalablement le consentement écrit de la société Rousseau Gauthrin inc.



Merci de votre attention

Questions ?