

La biodiversité des ferments au service de l'innovation alimentaire

► Jeudi 25 juin 2015



Explorer et exploiter la biodiversité des levures œnologiques

Comment optimiser la qualité organoleptique des vins ?

- ▶ Sylvie Dequin
UMR1083 Sciences pour l'Œnologie
INRA Montpellier



Origines de la vinification



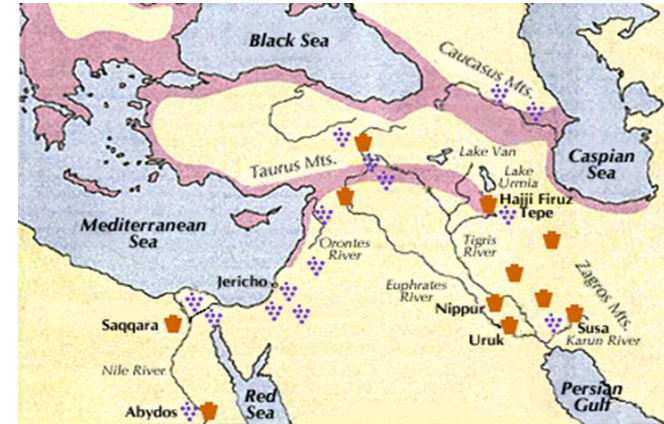
7000 av JC Traces de boisson fermentées en Chine à base de riz, miel, aubépine ou raisin



5400-5000 av JC Tartrate de calcium
Hajji Firuz, Iran



Extension : Egypte (~ 3500–3000 av JC),
Crête (~2200 av JC), Europe
puis “nouveau monde”



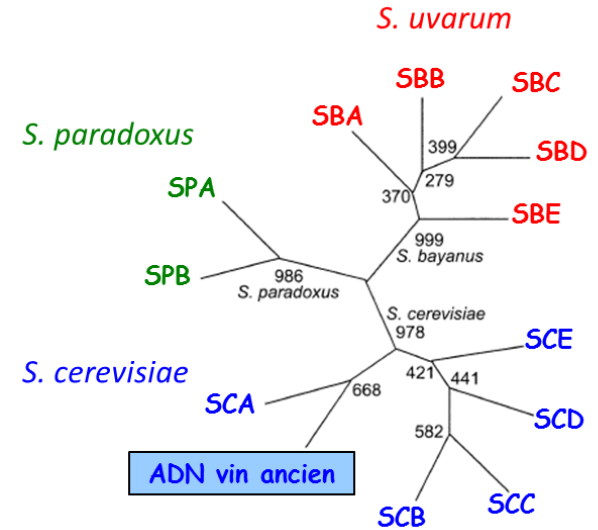
McGovern et al. Nature 1996

Des preuves de la présence de *Saccharomyces cerevisiae*



Scorpion I
Abydos, Egypte

ADN ancien extrait d'un résidu d'amphore
Egyptienne (-3150 av JC)



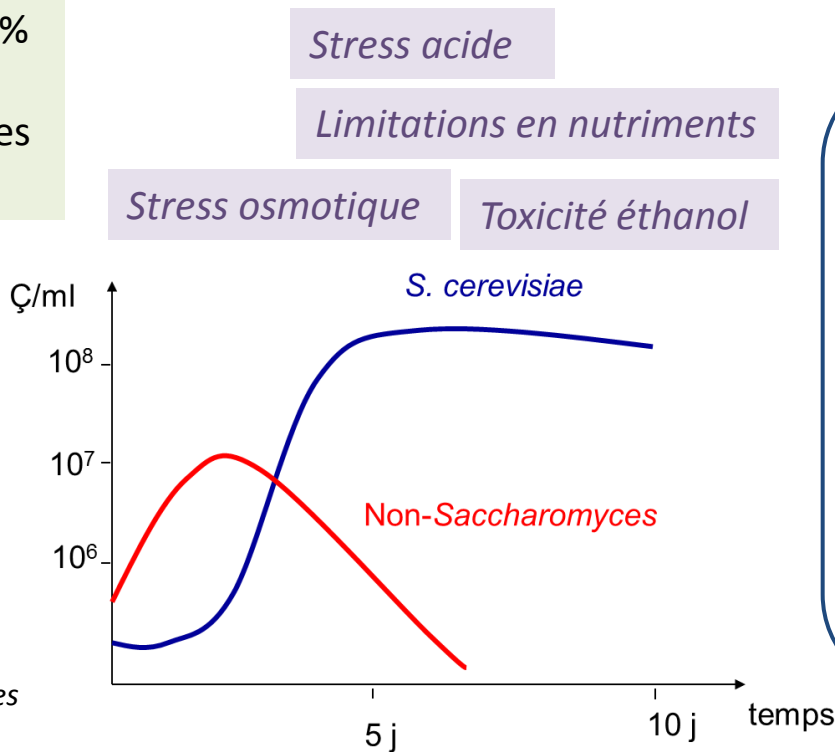
Cavaliere et al. 2003

Fermentation spontanée : une succession d'espèces

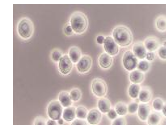
glucose/fructose 18-26%
pH 3-3.8
Faibles teneurs N, lipides
SO₂, anaérobiose



Hanseniaspora (Kloeckera)
Saccharomyces
Candida, Pichia
Rhodotorula, Debaryomyces
Metschnikowia, Kluyveromyces
Schizosaccharomyces
Torulasporea, Zygosaccharomyces
...



S. cerevisiae



Une combinaison de traits
« gagnants »

Dégradation rapide des sucres
Tolérance à l'éthanol et aux
fortes températures
Croissance en anaérobiose

Le levurage en œnologie



1860

Louis Pasteur



Origine de la fermentation – rôle de la levure

1880

Emile Christian Hansen



1^{ère} culture pure de levure

1890

Hermann Müller-Thurgau



1^{ère} inoculation d'un moût de raisin

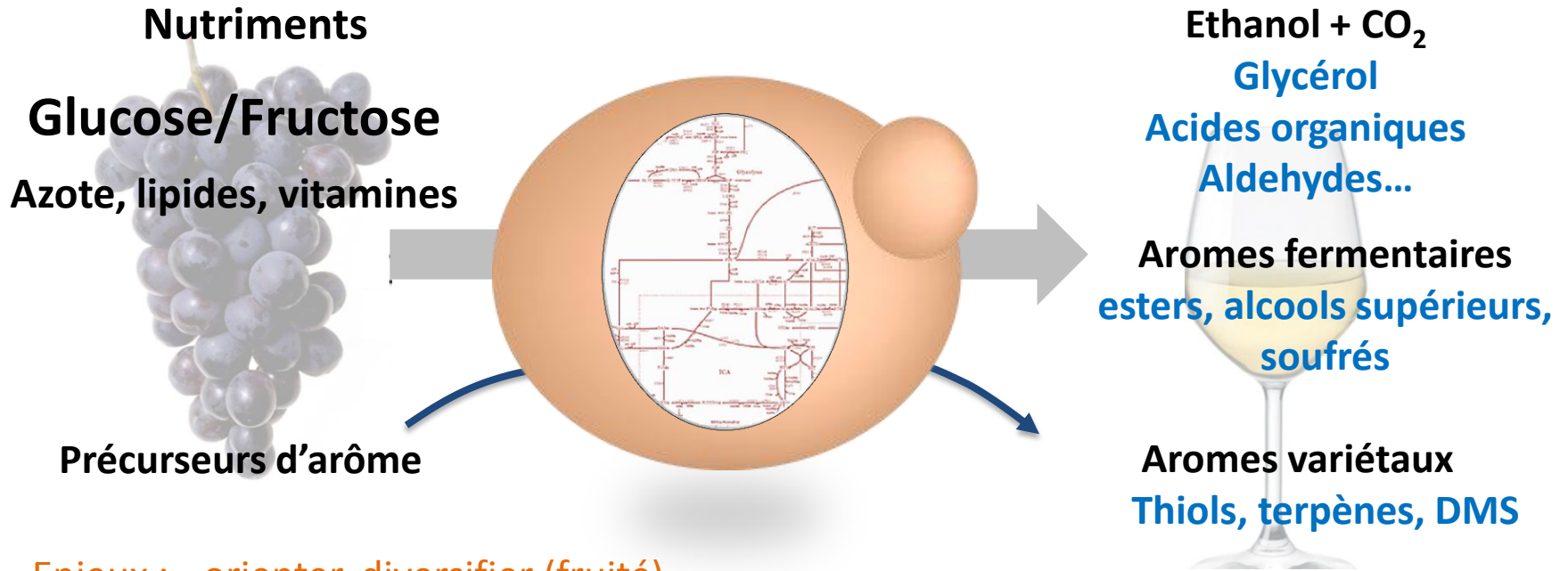
1970

Généralisation des pratiques de levurage (*S. cerevisiae*)

2000

Intérêt pour hybrides et espèces non-*Saccharomyces*

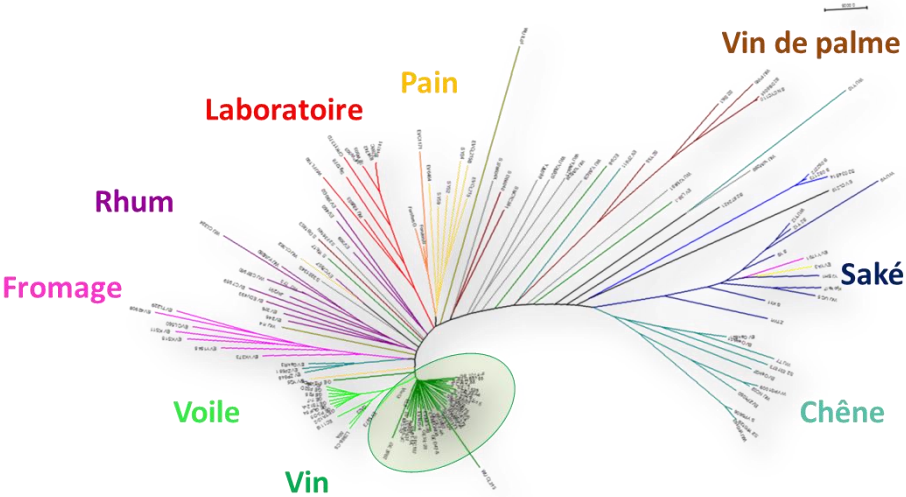
La levure *S. cerevisiae* : impact sur la qualité



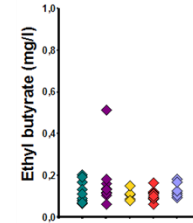
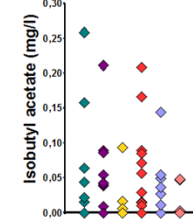
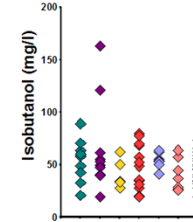
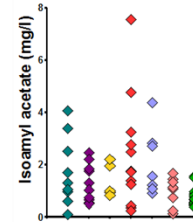
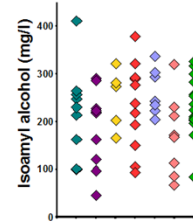
Enjeux : orienter, diversifier (fruité),
adapter au contexte (-SO₂, -alcool, + acidité totale, -acidité volatile)...

S. cerevisiae : diversité génétique et phénotypique

Génomique comparative



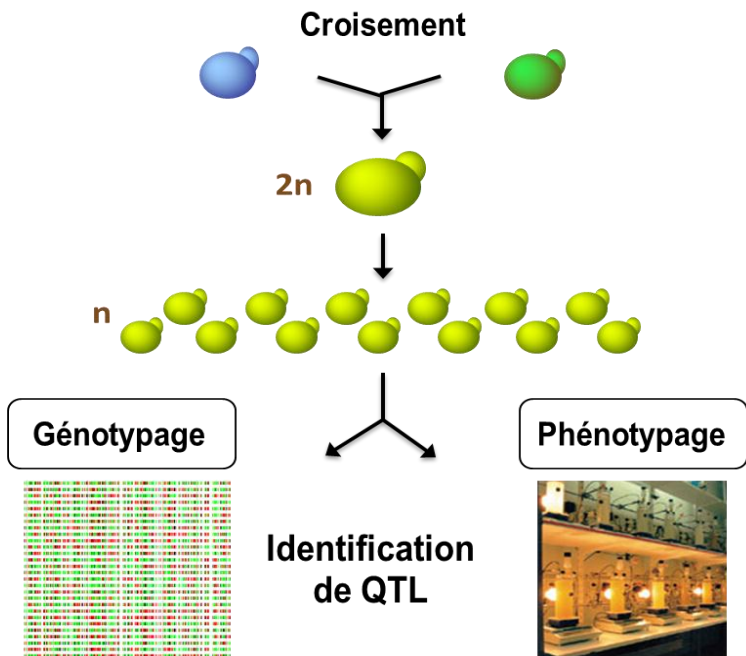
Esters
Alcools supérieurs



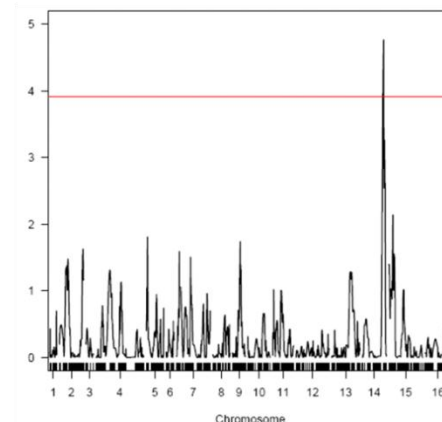
Boissons fermentées
Vignoble
Boulangerie
Isolats cliniques
Vin commerciales
Laboratoire
Nature

Camarasa et al, PloS One 2011

Exploiter la diversité : cartographie de QTL



Analyse statistique de liaison et identification des QTL



Production de sulfites

Production excessive de composés soufrés à impact négatif par certaines souches de levures pendant la fermentation alcoolique

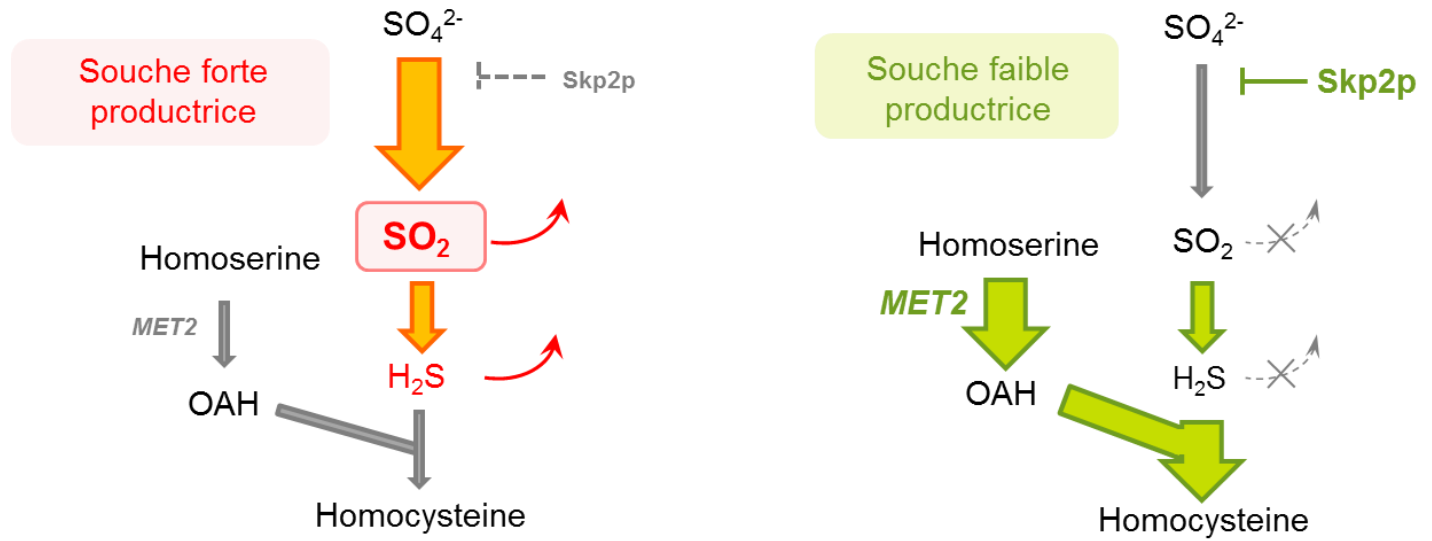
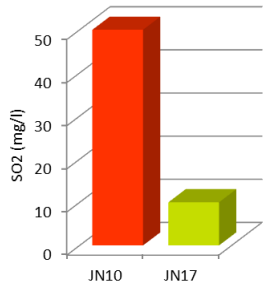


Composés soufrés à impact positif
Thiols (3MH, A3MH, 4MMP)



Composé soufrés à impact négatif
Dioxyde de soufre (SO_2)
Anhydride sulfureux (H_2S)
Mercaptans (ethanethiol, methanethiol...)

Bases génétiques de la production de sulfites (QTL)

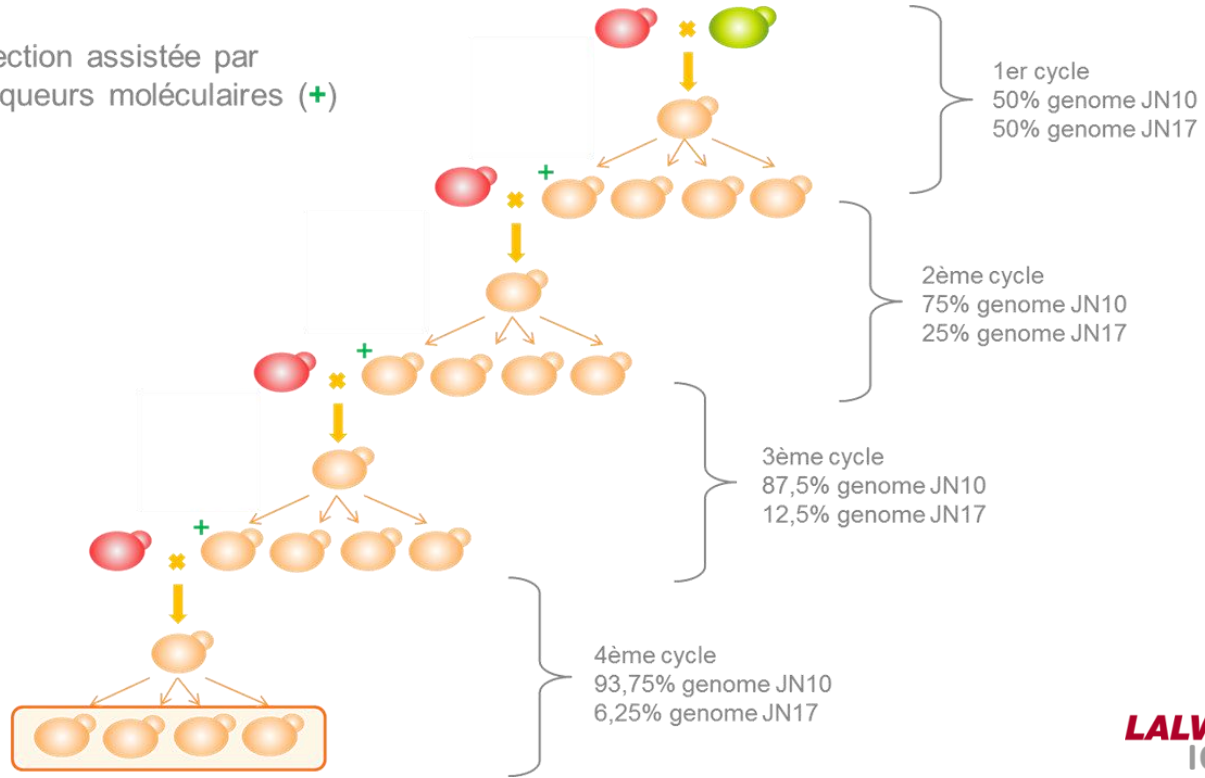


Identification du mécanisme : 2 gènes *SKP2* et *MET2* impliqués dans le métabolisme du soufre

Noble et al, 2015

Transfert à d'autres souches

Sélection assistée par marqueurs moléculaires (+)



LALVIN ICV **OKAY**®

Esters, alcools supérieurs, terpénols

Orienter le profil
des vins vers le
fruité



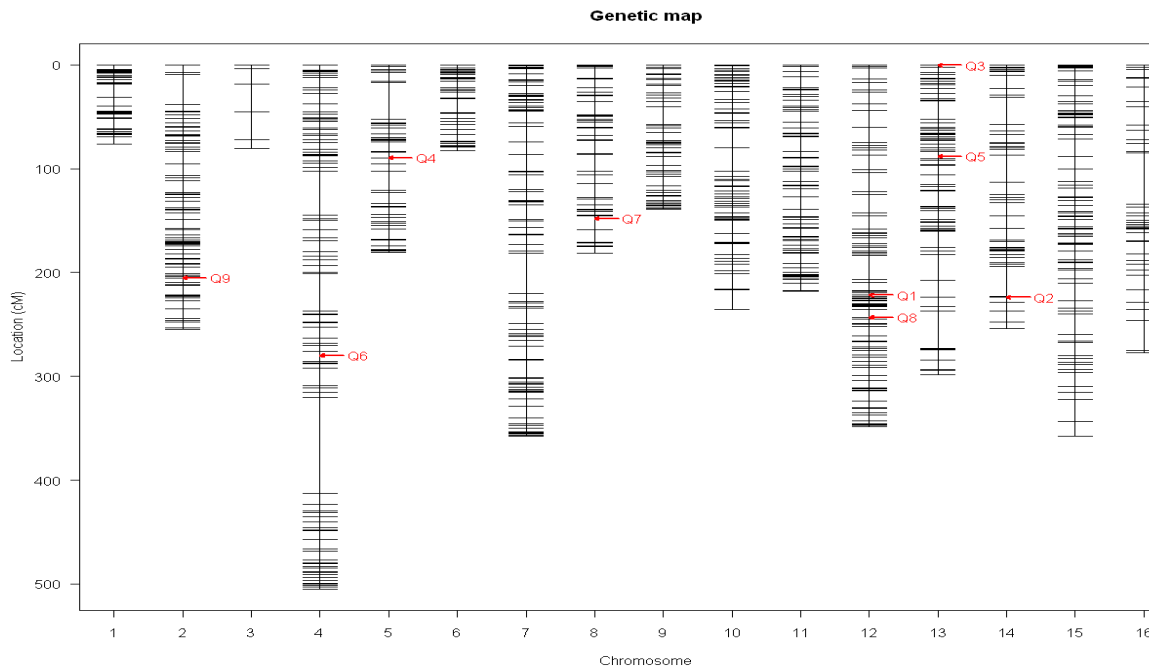
Esters

Alcools supérieurs

notamment phényl éthanol

Terpénols (géraniol, linallol, cis rose
oxyde...) : arôme des cépages muscat,
gewurztraminer...

Identification de plusieurs QTL azote-arômes



ABZ1: rôle dans la vitesse de fermentation et l'assimilation de l'azote

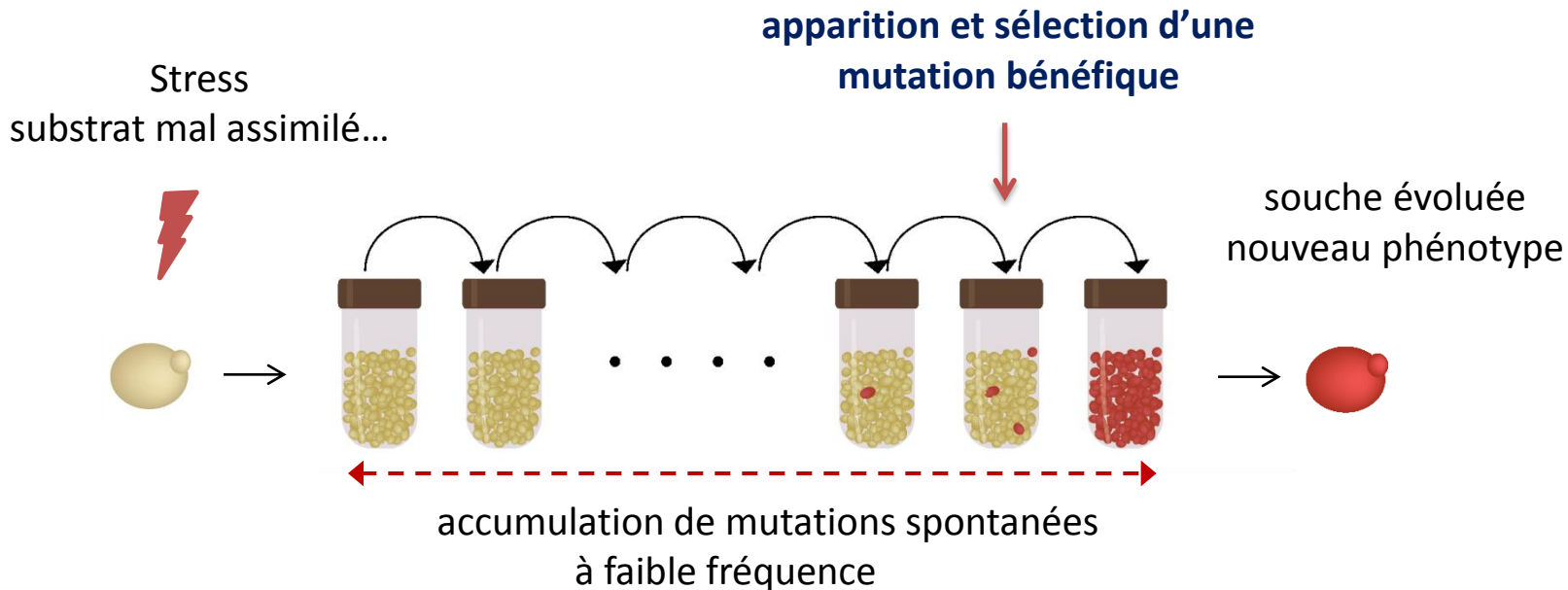
Phénylethanol **ABZ1**
Nerolidol **PDR8**
Esters d'éthyl
Acides gras moyenne chaîne
Isoamyloctanoate
Citronellol
Farnésol
Sesquiterpènes

Ambroset et al, G3, 2011

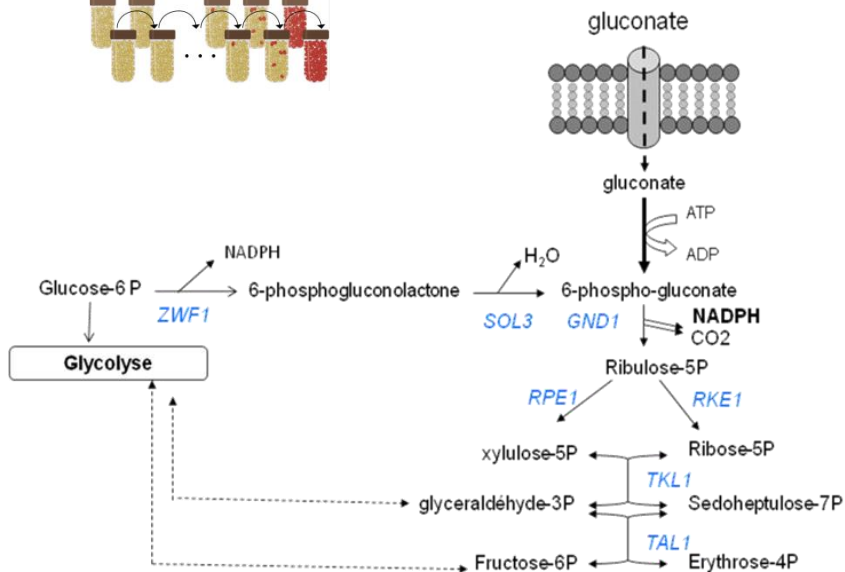
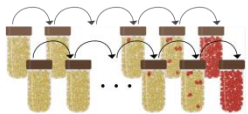
Steyer et al, BMC Genomics, 2012

Générer de la diversité par évolution dirigée

Transferts en série pendant 200 à 400 générations en conditions sélectives



Souche évoluée surproductrice d'esters (ECA5)

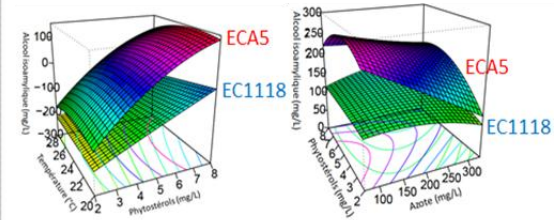
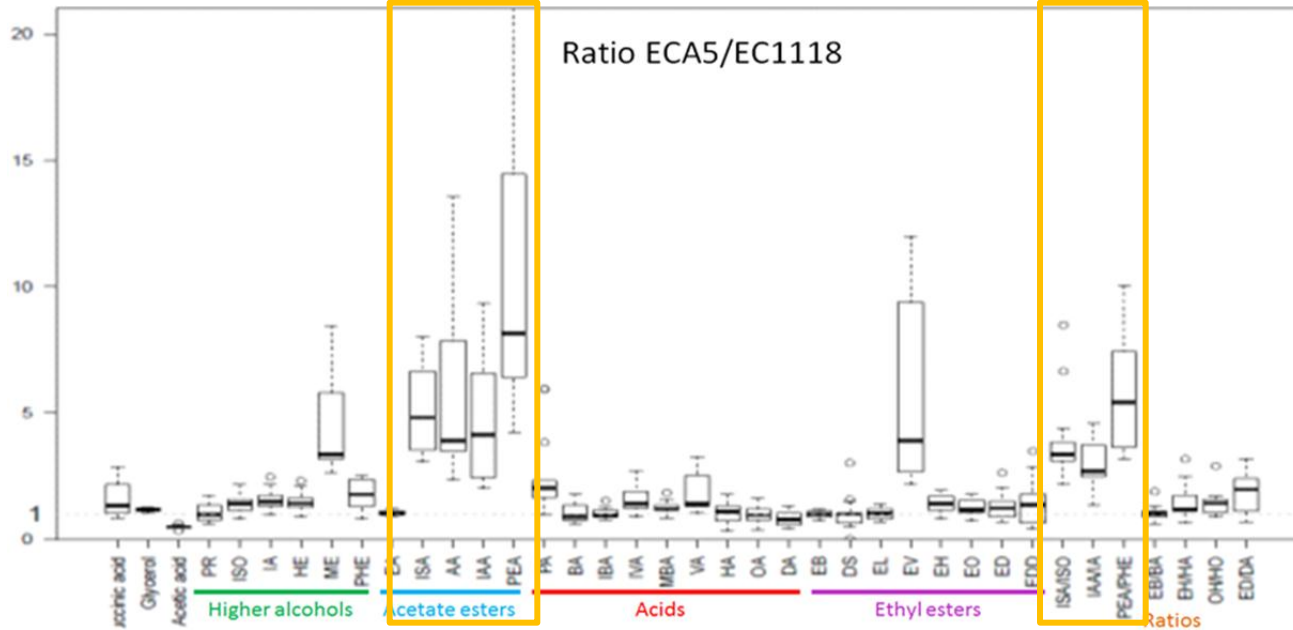


- Sélection de souches ayant une capacité accrue de croissance sur gluconate
- En fermentation œnologique: faible production d'acide acétique surproduction d'esters et alcools supérieurs

Cadiere et al, Met Eng, 2011

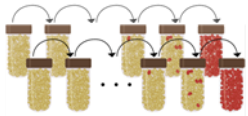
Souche évoluée surproductrice d'esters (ECA5)

Variables: azote assimilable, phytostérols, température

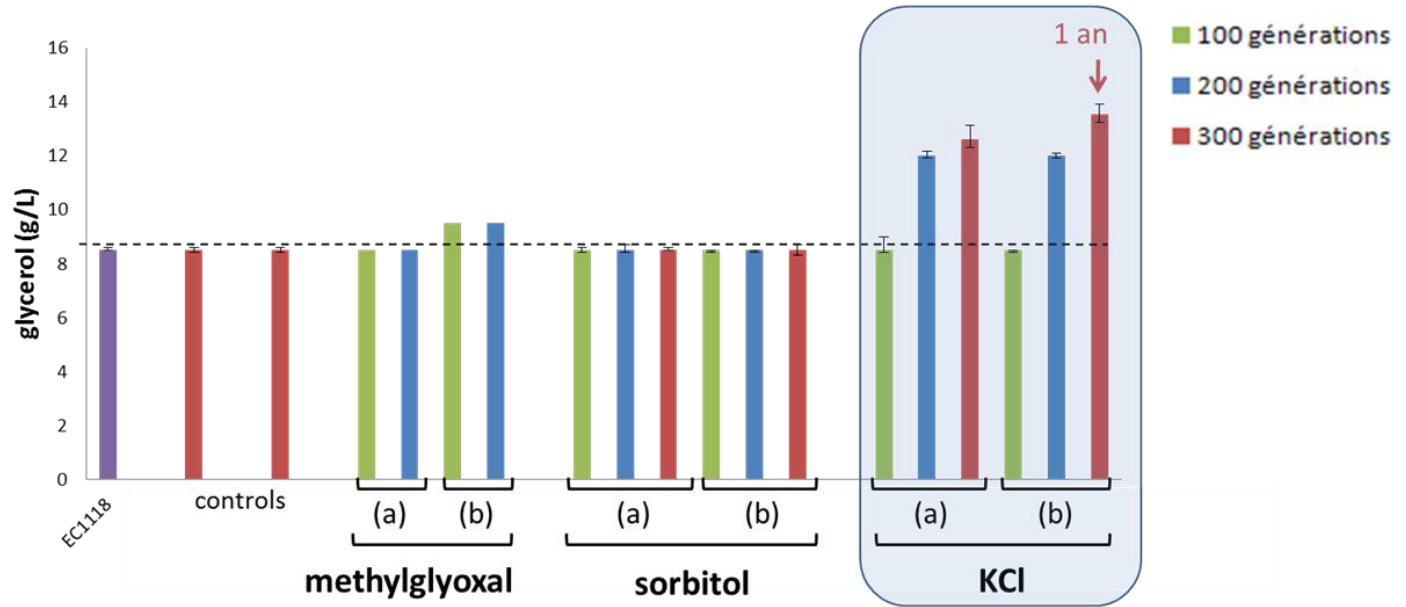


Souche évoluée faible productrice d'alcool

Augmentation de la teneur en alcool des vins depuis 30 ans

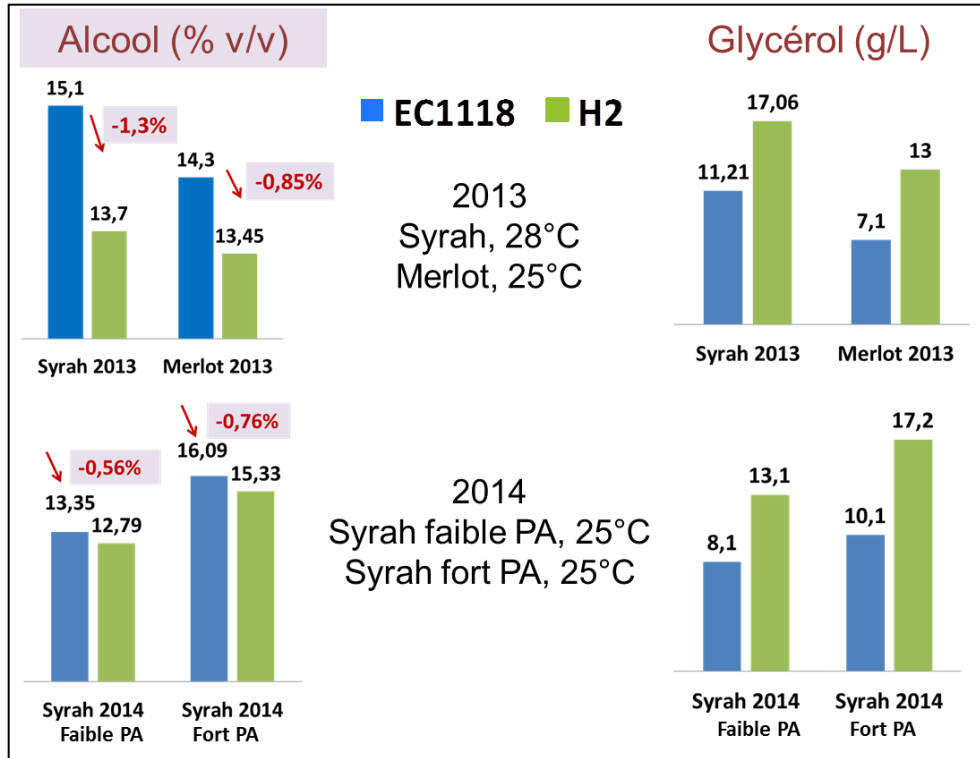


Conditions de stress osmotique pour stimuler la production de glycérol



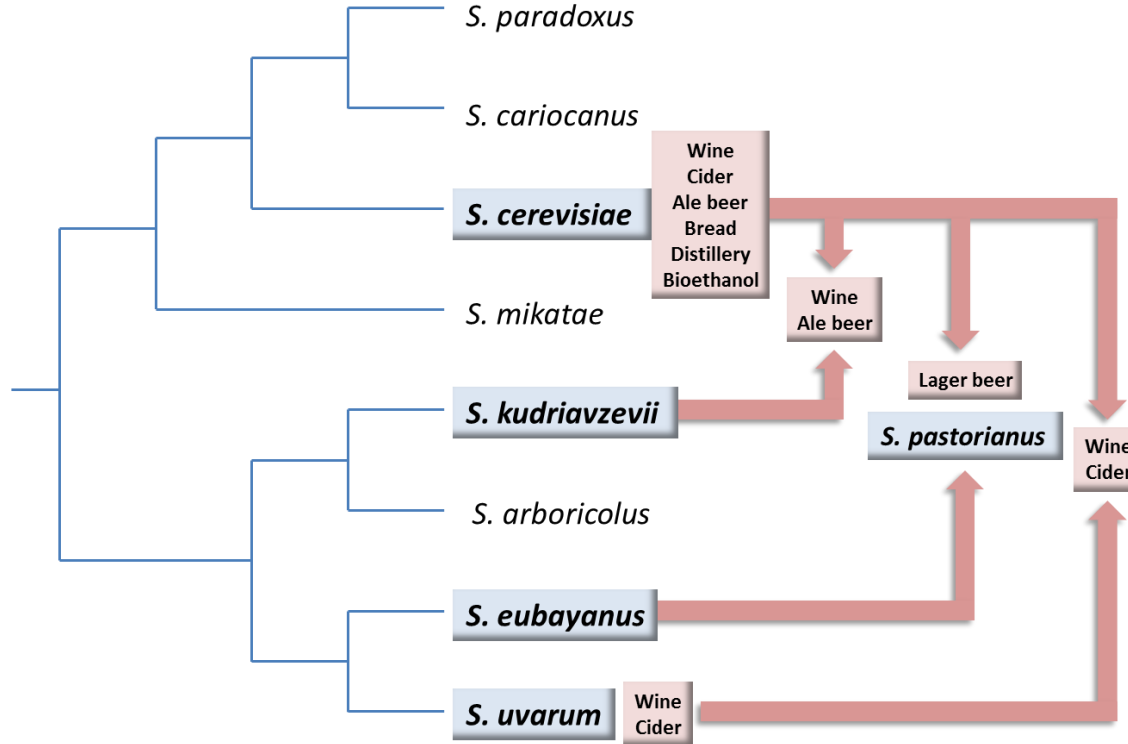
Tilloy et al, AEM 2014

Souche évoluée faible productrice d'alcool (H2)



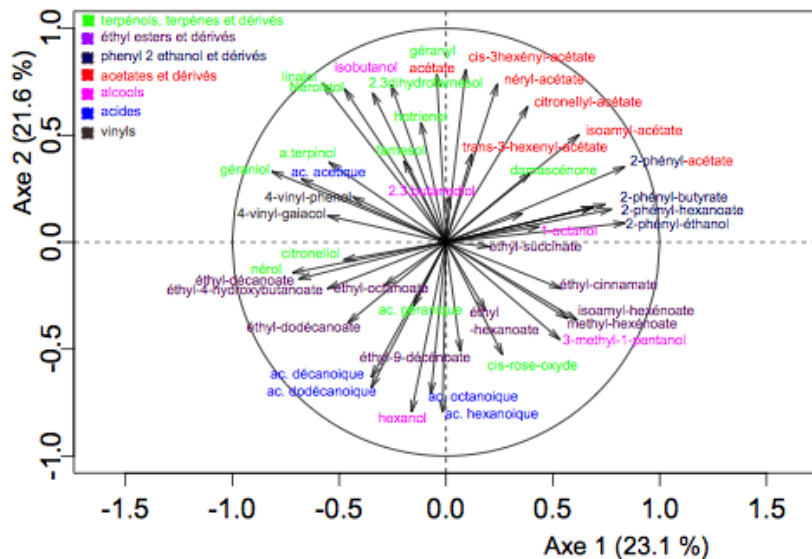
- Souches **surproductrices de glycérol et 2,3-butanediol**
- Réduction de la teneur en éthanol de **0.56 à 1.3% (vol/vol)**
- moins d'acide acétique, plus d'acidité totale

Autres *Saccharomyces* et hybrides

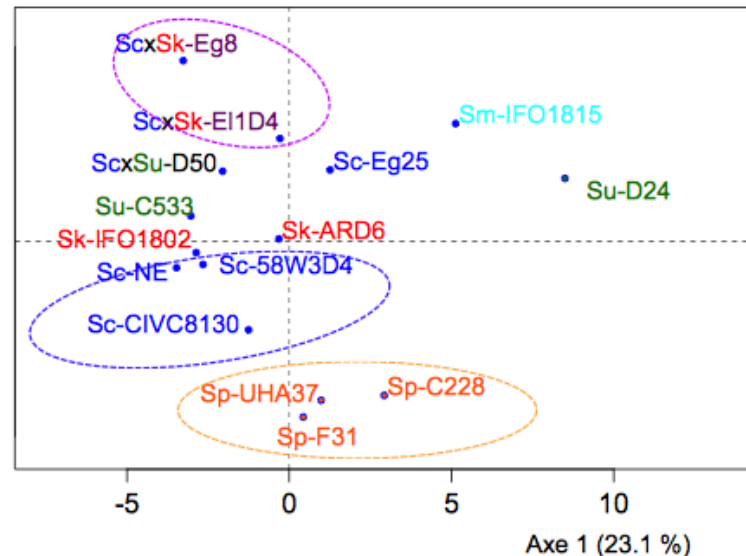


Autres *Saccharomyces* et hybrides

A- Cercle de corrélation des variables



B- Carte Factorielle des individus



Conclusion-perspectives

Facteurs environnementaux

S. cerevisiae
Bases génétiques

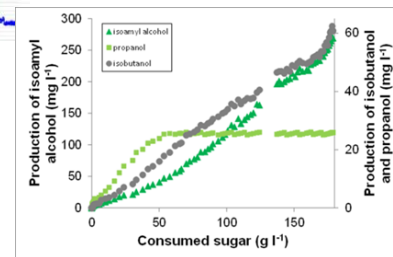
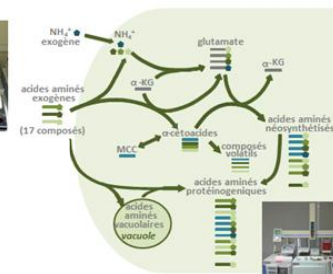
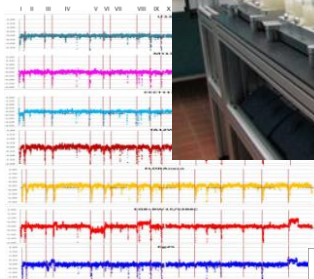
Génétique quantitative
/association/Evolution

Hybrides naturels
ou artificiels

Génétique
quantitative/Evolution

Non-*Saccharomyces*
Diversité génétique et
métabolique?

Analyse
quantitative du
métabolisme
Interactions



Remerciements

- ❖ Matthias EDER
- ❖ Jessica NOBLE
- ❖ Damien STEYER
- ❖ Jean-Luc LEGRAS
- ❖ Bruno BLONDIN
- ❖ Isabelle SANCHEZ
- ❖ Stéphanie ROLLERO
- ❖ Carole CAMARASA

Merci pour votre attention

bioflavour



ITN YEASTCELL

Agence Nationale de la Recherche
ANR



LALLEMAND

