

Explorer et conserver la diversité de la flore des levains, un potentiel en boulangerie

Johann Ramsayer & Delphine Sicard

UMR SPO, INRA Montpellier

delphine.sicard@supagro.inra.fr

Plan

1- Biodiversité des ferments en boulangerie

- Diversité de ferments: des levains ou des levures
- Diversité spécifique des levains
- Diversité génétique de la levure de boulangerie, *Saccharomyces cerevisiae*

2- Intérêt de la biodiversité des ferments en boulangerie

- Compensation
- Complémentation
- Facilitation

Plan

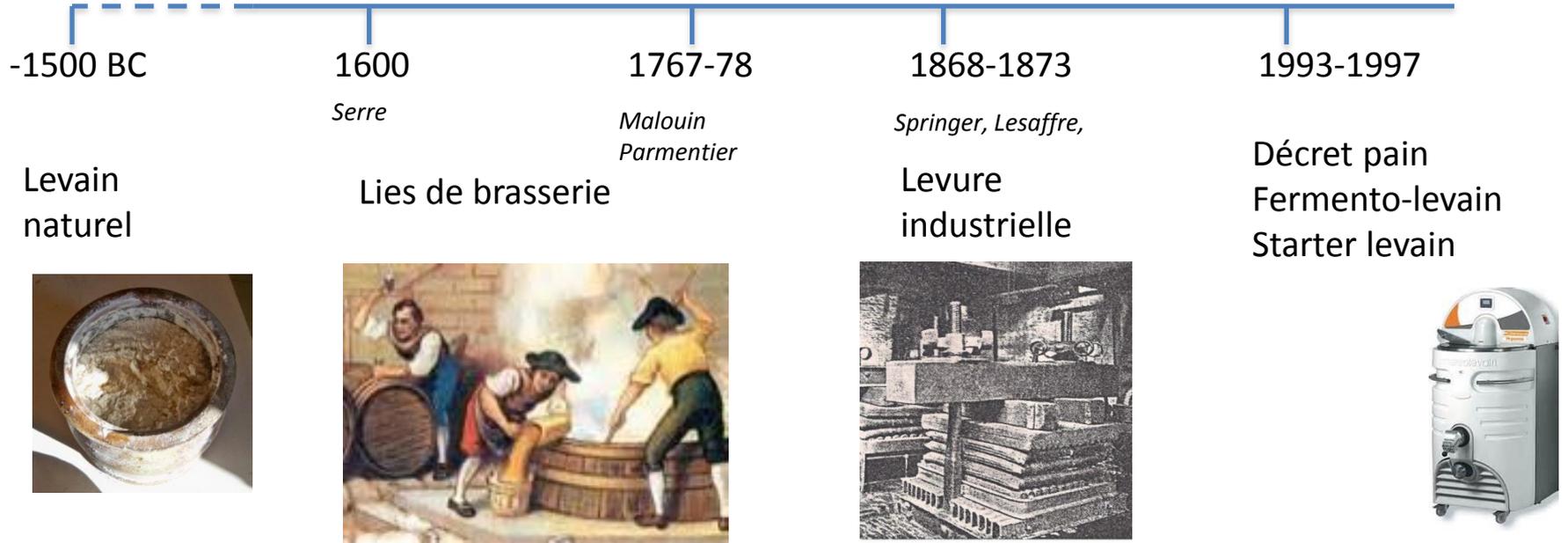
1- Biodiversité des ferments en boulangerie

- Diversité de ferments: des levains ou des levures
- Diversité spécifique des levains
- Diversité intraspécifique de la levure de boulangerie, *Saccharomyces cerevisiae*

2- Intérêt de la biodiversité des ferments en boulangerie

- Compensation
- Complémentation
- Facilitation

Histoire des ferments en boulangerie



Les ferments en boulangerie



+

Levure commerciale

Levain commercial

1-2 levures sp.

1-2 bactéries lactiques sp.

Levain naturel

<11 levures sp.

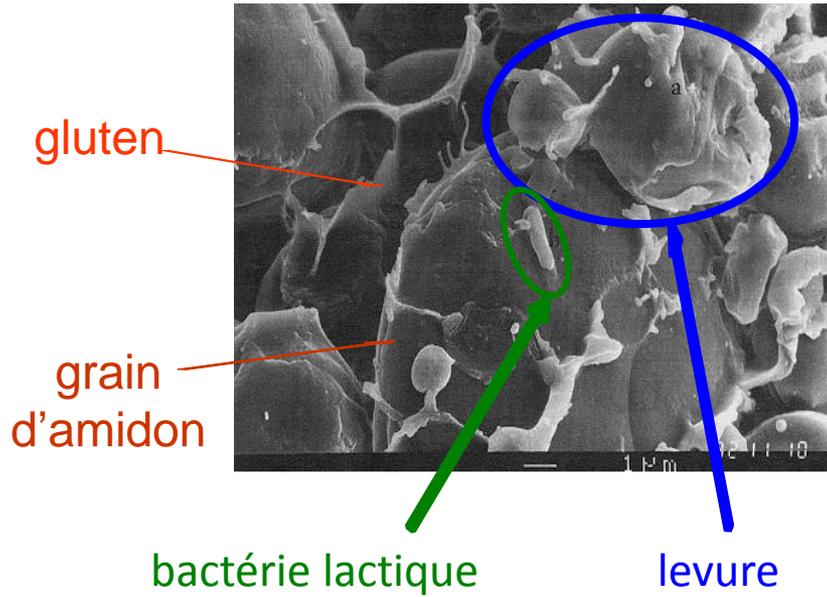
<7 bactéries lactiques sp.

=



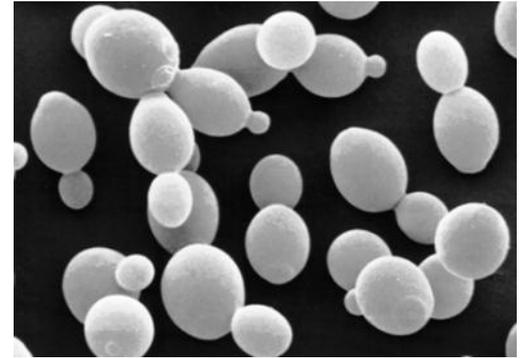


Levain



Ratio 100:1

Levure



Pain au levain de blé ou à la levure

Quelques caractéristiques physico-chimiques

Pain au levain



- pH < 4.3 (3.9 à 4.5)
- Acide lactique : 4 à 10 g/kg
- Acide acétique : 0.5 à 2 g/kg
- Volume Spécifique : ~ 3 l/kg

Pain à la levure



- pH ~ 5.5
- Acide lactique : ~0.1 g/kg
- Acide acétique : ~0.1 g/kg
- Volume Spécifique : ~ 5 l/kg

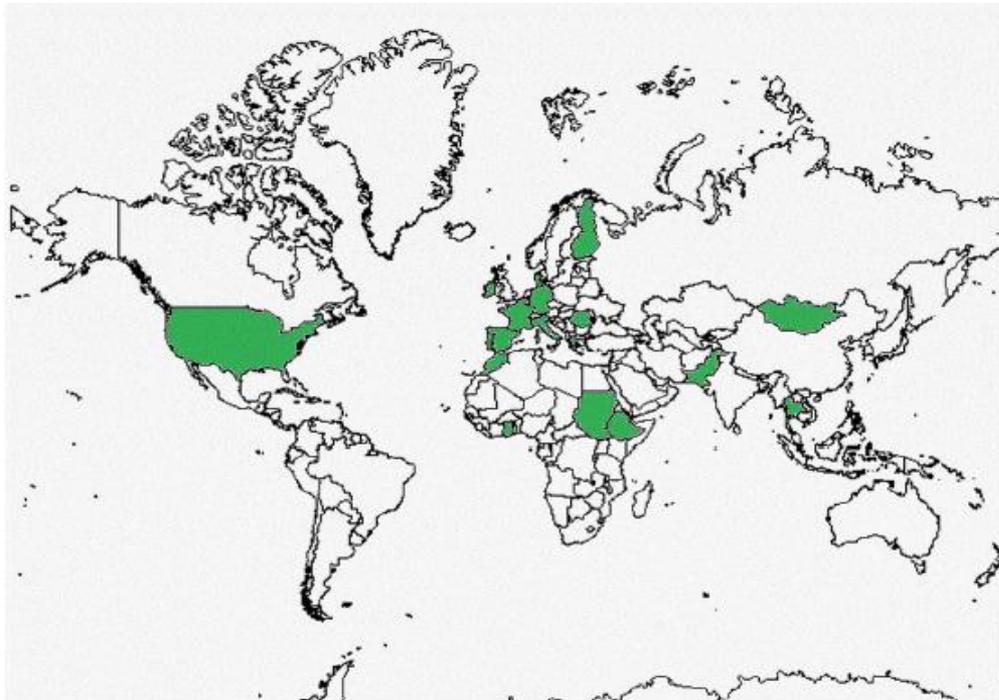
Pain au levain ou à la levure

Qualité organoleptique et nutritionnelle

Caractéristiques	Pain au levain	Pain à la levure
Flaveur	Arôme et saveur complexe	
Rassissement	Lent	Rapide
Propriété anti-microbienne	Bonne protection contre les contaminations microbiennes	Forte sensibilité aux altérations microbiennes
Aspects nutritionnels	Activité optimale de la phytase et hydrolyse de l'acide phytique responsable de la non-biodisponibilité de matières minérales (Fer, Calcium, Magnésium, etc...) Augmentation des acides aminés libres Diminution de l'index glycémique	Faible activité de la phytase, effet décalcifiant. Concentration d'acides aminés semblable à la farine

D'après Aldo CORSETTI, Technology of Sourdough Fermentation and Sourdough Applications
publié dans Handbook of Sourdough Biotechnology, coord. par Marco GOBETTI et Michael GÄNZLE, Springer, 2013

Composition en espèces des levains

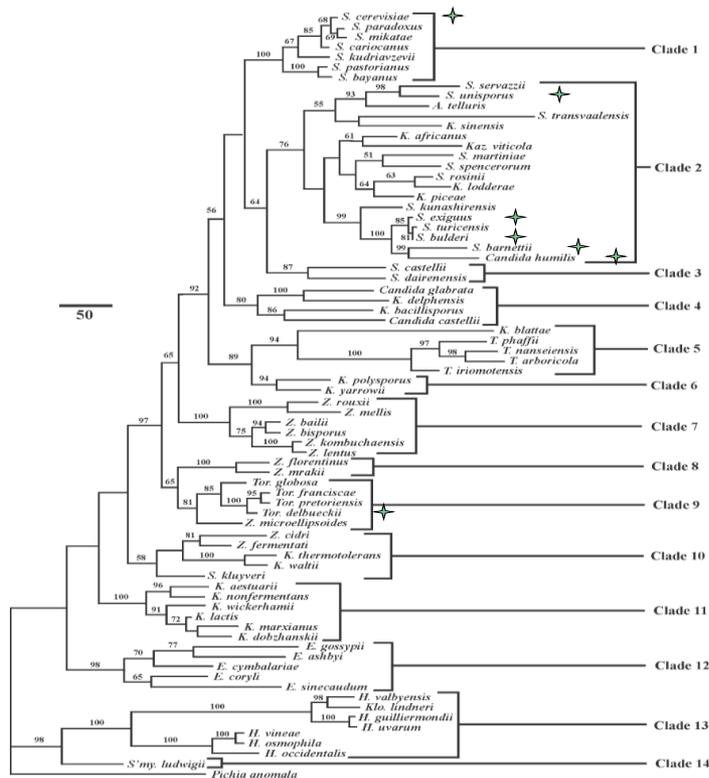


1970-maintenant
40 publications
De Vuyst et al. 2014

Diversité des espèces de bactéries lactiques

- Plus de 50 espèces
- B. lactiques caractéristiques de l'environnement levain :
Lb sanfranciscensis, Lb pontis, Lb panis, Lb paraalimentarius, Lb frumenti, Lb mindensis
- B. lactiques ubiquistes : *Lb brevis, Lb plantarum, Pediococcus sp.*,
- B. lactiques d'origine humaine (?) : *Lb acidophilus, Lb reuteri*
- Nouvelles espèces : quelques exemples
 - B : *Lb namurensis, Lb acidifarinae*, D : *Lb spicheri*; F : *Lb hammesii, Lb nantensis*, I : *Lb rossiae*
- Rôle des flores secondaires ?

Diversité des espèces de levures



Saccharomyces cerevisiae

- 23 espèces

- 6 espèces

présentent
dans au
moins

12 levains

Kazachastania exigua

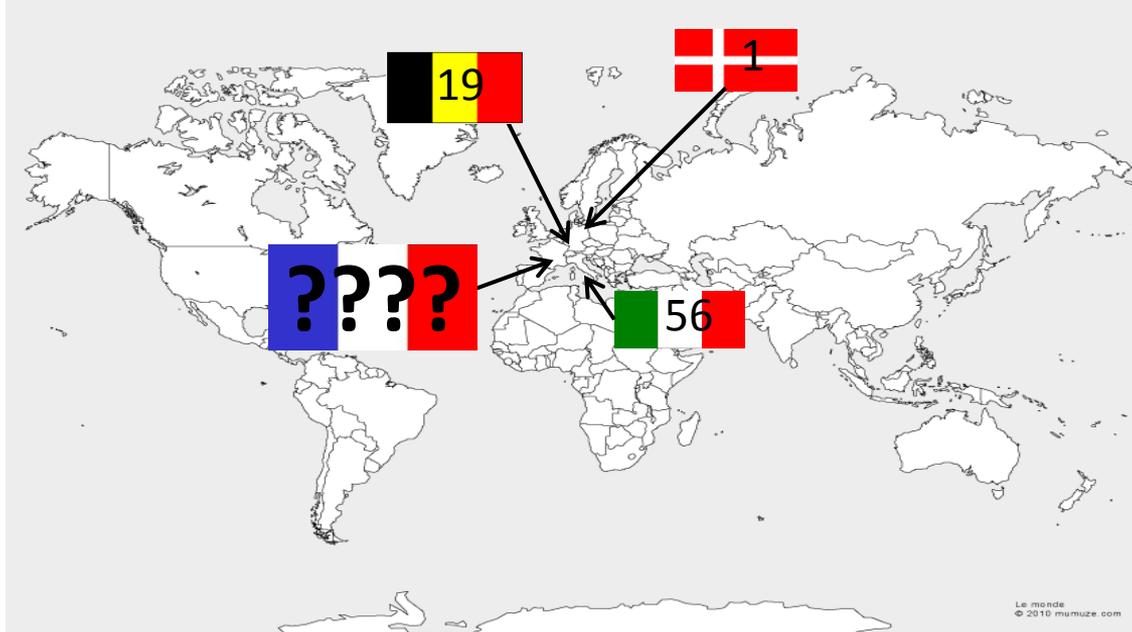
Candida humilis

Torulaspora delbrueckii

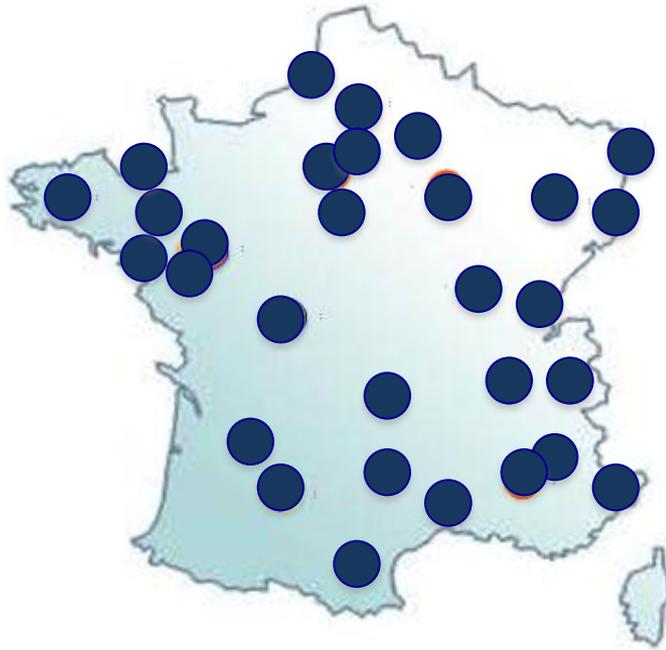
Pichia anomala

Pichia kudriavzevii

Diversité spécifique des levains de blé en Europe



Diversité spécifique des levains de blé En France

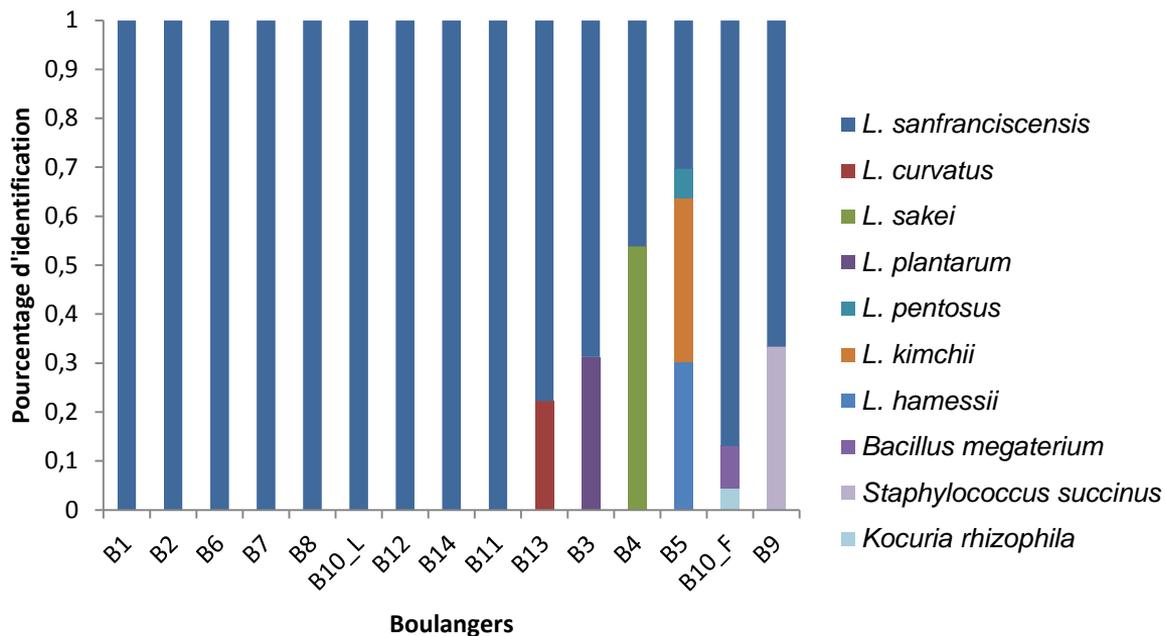


N=30 levains issues d'AB

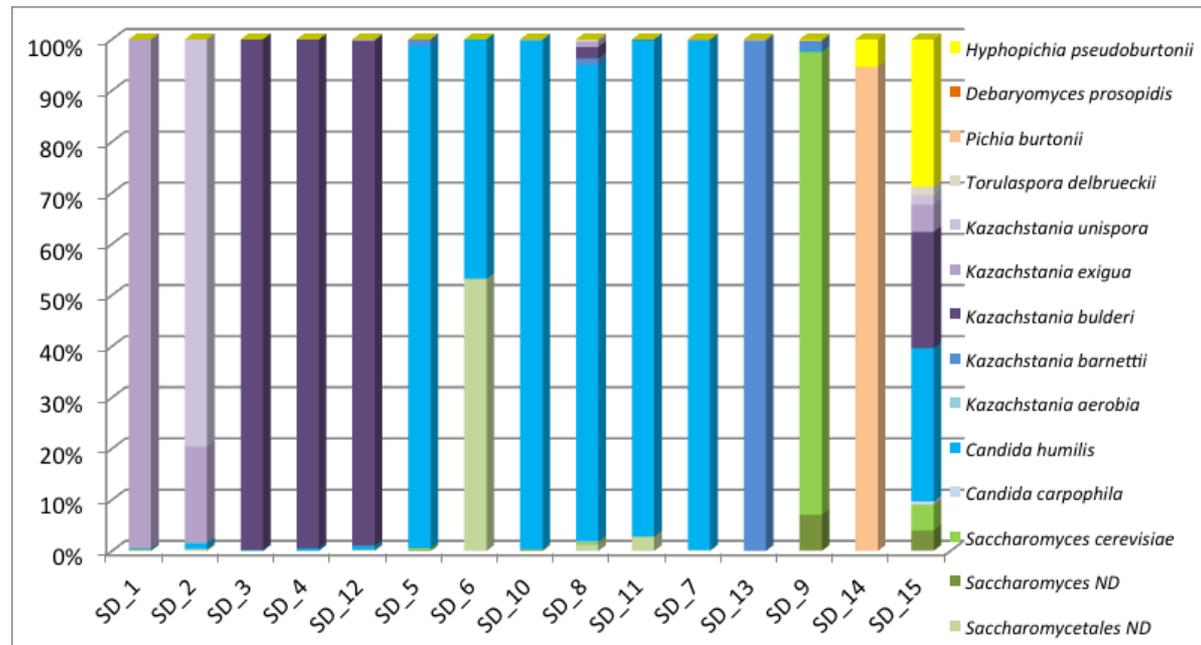
Agence Nationale de la Recherche
ANR BAKERY

N=14 levains conventionnels
ONIRIS, PURATOS, Gobetti et al.

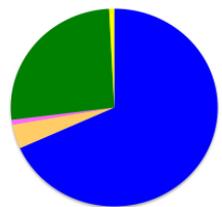
Diversité des espèces de bactéries lactiques en France



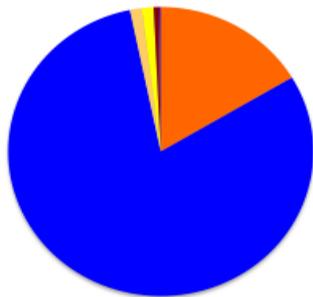
Diversité des espèces de levures en France



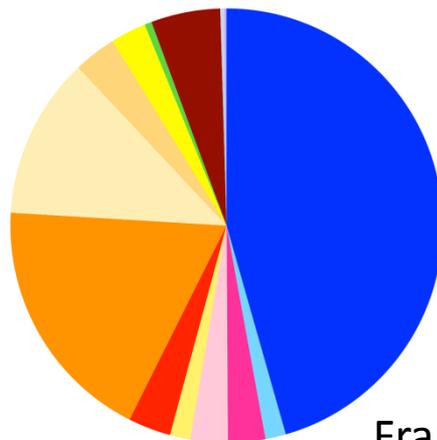
Diversité des espèces de levure



Belgique,
n=126
L=19
sp=5



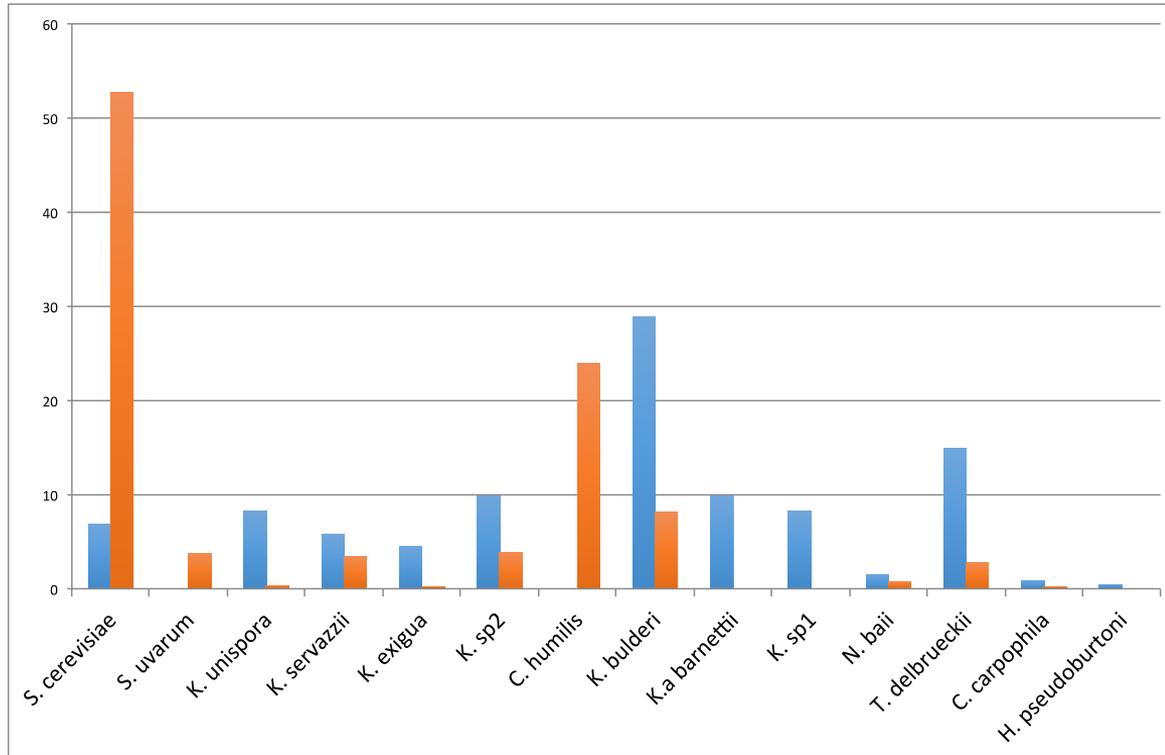
Italie,
n=401
L=56
sp=5



France,
n=1505
L=44
sp=14

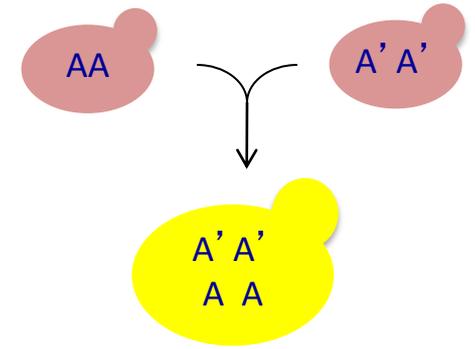
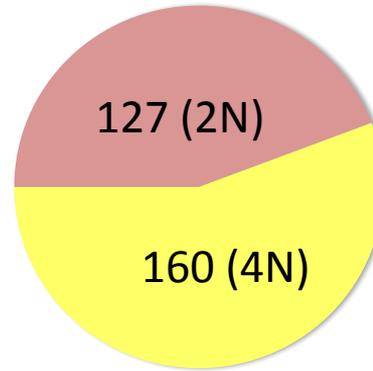
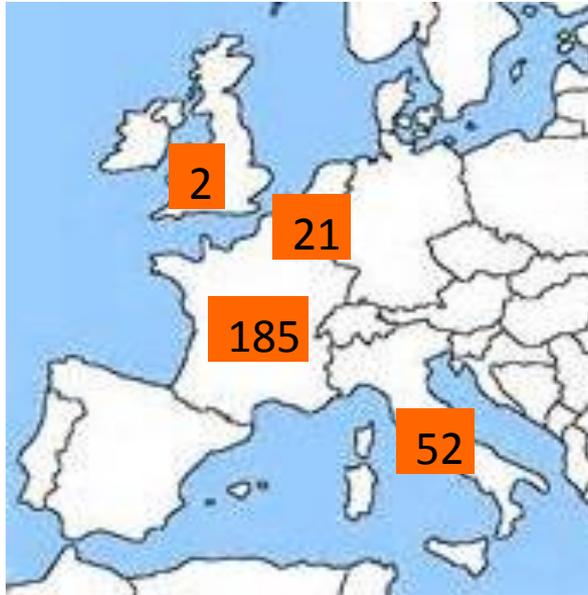
- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Saccharomyces uvarum*
- *Kazachstzania unispora*
- *Kazachstania servazzii*
- *Kazachstania exigua*
- *Kazachstania sp.*
- *Candida humilis*
- *Kazachstania bulderi*
- *Kazachstania barnettii*
- *Kazachstania new*
- *Naumovozyrna baii*
- *Torulasporea delbrueckii*
- *candida carpophila*
- *hyphopichia pseudoburtoni*

Effet des pratiques boulangères



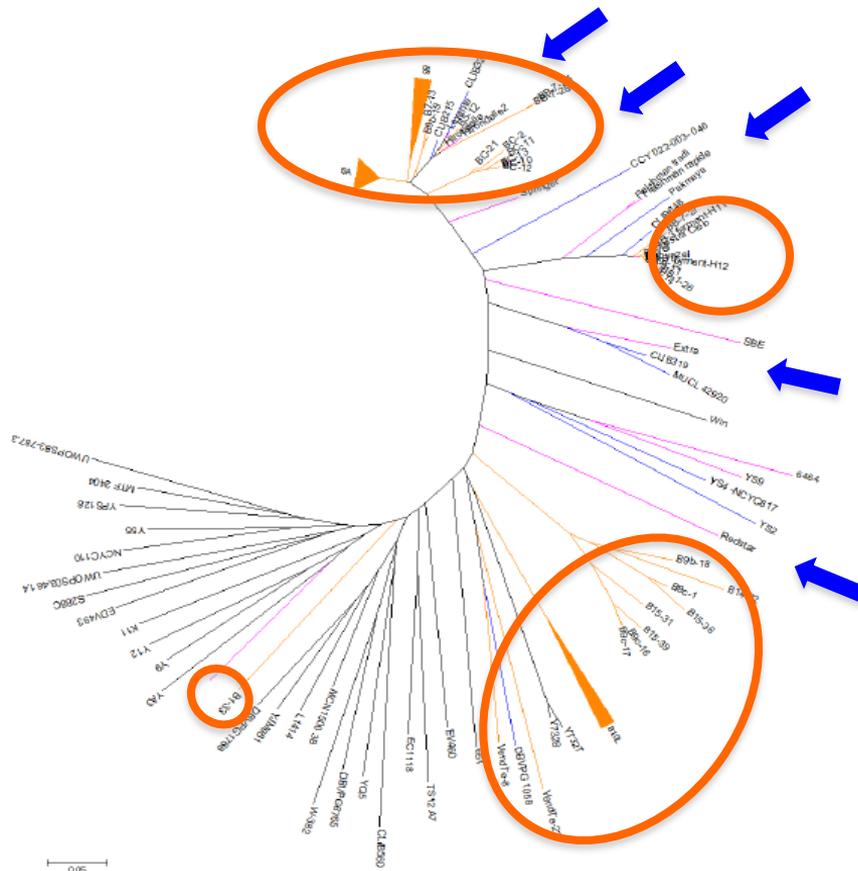
Artisans boulangers
Paysans boulangers

Diversité intraspécifique de *S. cerevisiae*



autotétraploïde

N=287 27 autres (commerciales, monde)



Répartition des souches de levains et souches commerciales de *S. cerevisiae* sur un arbre phylogénétique

Plan

1- Biodiversité des ferments en boulangerie

- Diversité de ferments: des levains ou des levures
- Diversité spécifique des levains
- Diversité intraspécifique de la levure de boulangerie, *Saccharomyces cerevisiae*

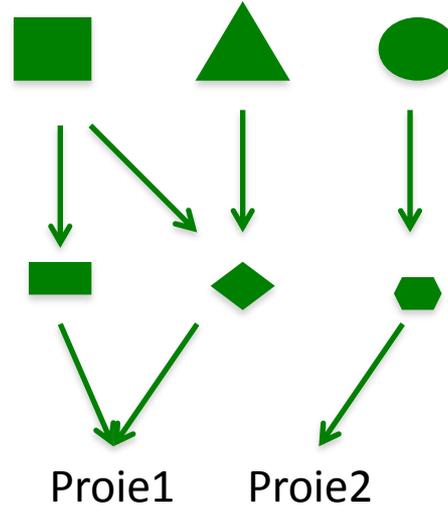
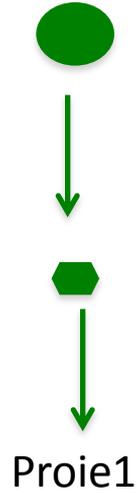
2- Intérêt de la biodiversité des ferments en boulangerie

- Compensation
- Complémentation
- Facilitation

Compensation et complémentation

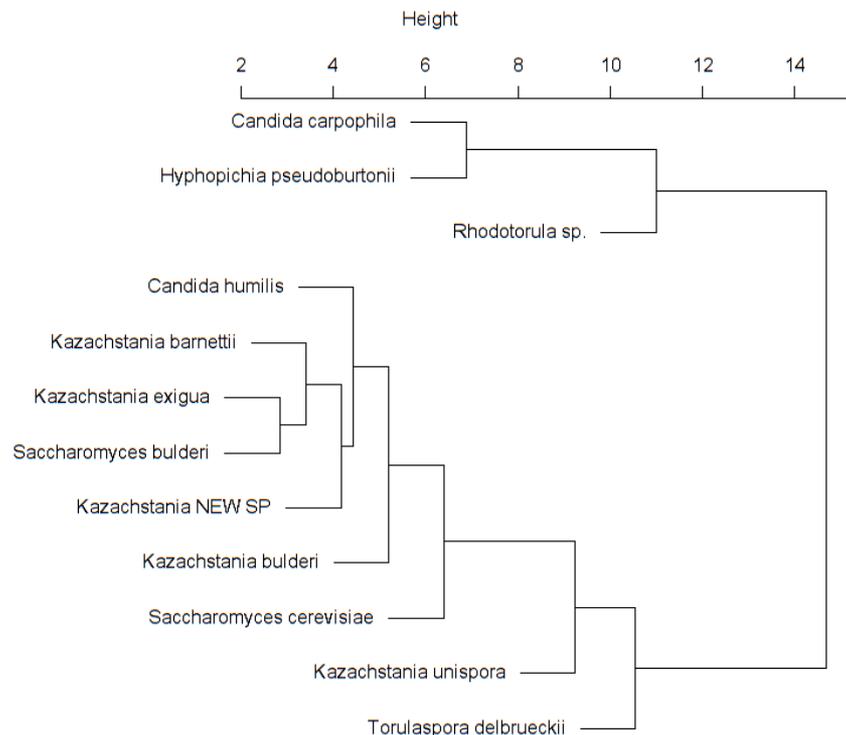
Consommateur
secondaire

Consommateur
primaire



Diversité fonctionnelle

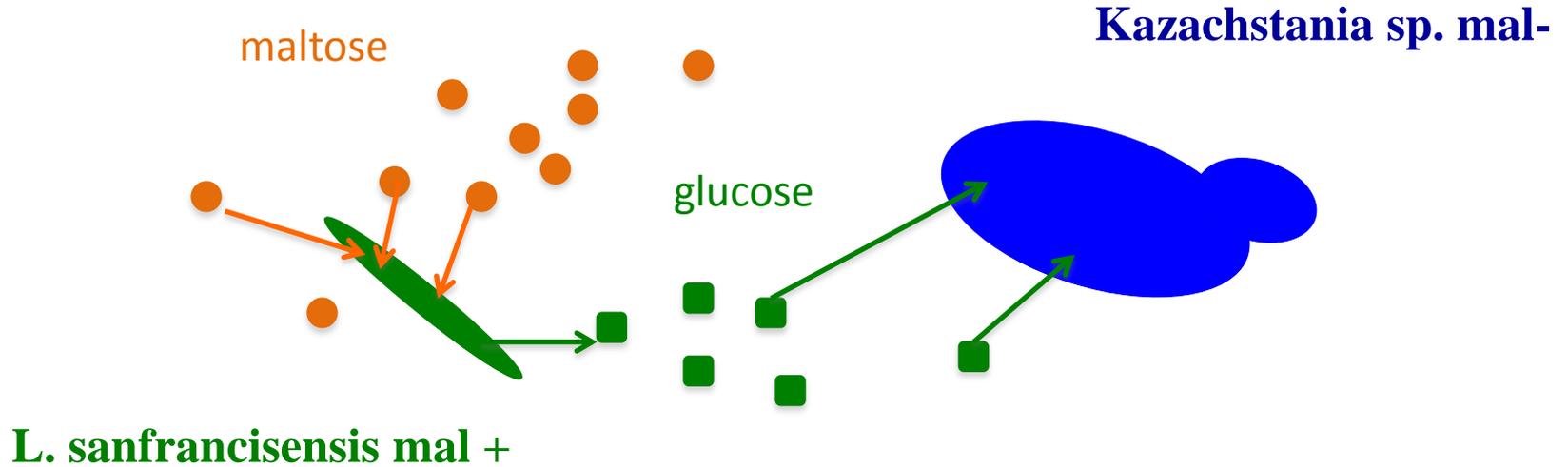
Arbre de distance entre les levures du levain basé sur leurs caractéristiques métaboliques



Compensation et complémentation

	Glucose	10%NaCl- 5%Glucose	Maltose	Raffinose	Sucrose	D-Xylose	D-Mannitol
<i>Kazachstania barnettii</i>	+	+	-	+	+	-	-
<i>Kazachstania bulderi</i>	+	+	-	+	+	-	-
<i>Kazachstania exigua</i>	+	+	-	+	+	-	-
<i>Kazachstania NEW SP</i>	+	+	-	+	+	-	-
<i>Candida humilis</i>	+	+	v-	+	+	-	-
<i>Kazachstania unispora</i>	+	+	-	-	-	+	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	+	v+	+	+	-	-
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	+	+	+	+	+	-	+
	COMPENSATION		COMPLEMENTATION				

Facilitation



Conclusion

Intérêt nutritionnel du levain (baisse index glycémique, activité protéolytique, meilleure disponibilité des minéraux)

Une grande diversité d'espèces de levure dans les levains français

La levure de boulangerie, *S. cerevisiae* regroupe deux espèces de levure: la diploïde et l'autotétraploïde. Les souches commerciales couvrent une majeure partie de la diversité intra-spécifique des souches de levains -> Intérêt d'explorer d'autres espèces.

La diversité des espèces de levures en boulangerie est associée à de la diversité fonctionnelle et pourrait assurer une plus grande stabilité et efficacité de la fermentation

Remerciements

Yoann Robert
Johann Ramsayer
Sandrine Mallet
Jean-Luc Legras

Charlotte Urien
Aurélie Bourgeois
Judith Legrand

Warren Albertin

Et tous les boulangers avec qui nous collaborons



Veronique Sarilar
Serge Casaregola



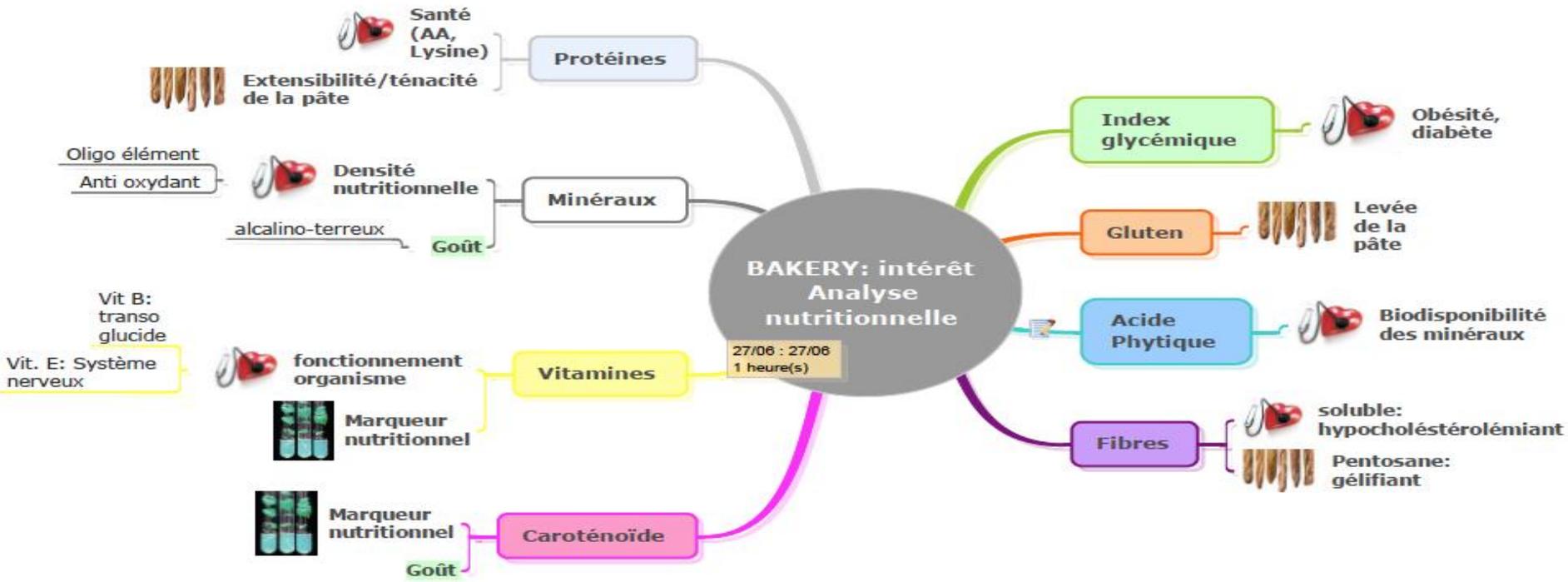
Florence Valence-Bertel,
Marie Noelle Madec



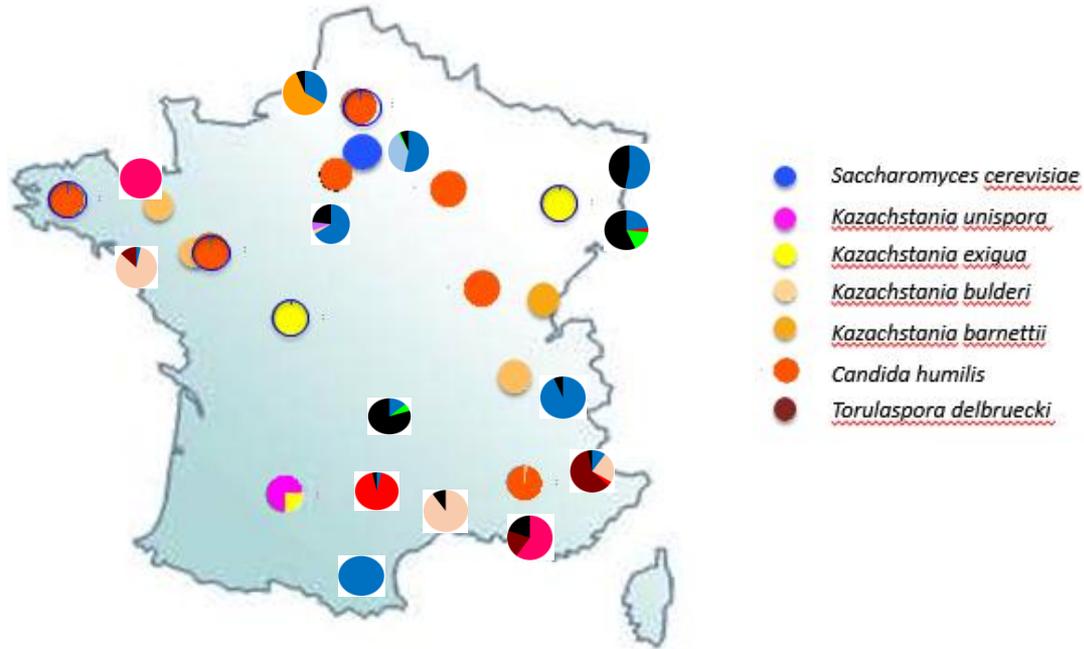
Clarisse Montfort
Emilie Lhomme
Xavier Dousset
Bernard Onno

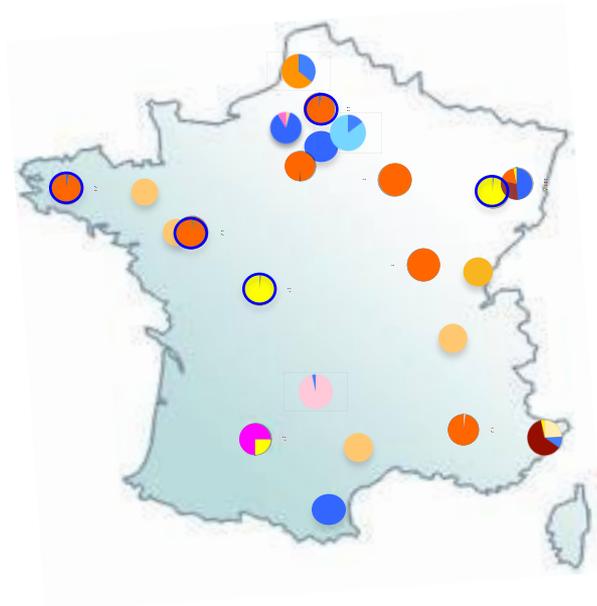


Qualité du pain



Intérêt de la biodiversité des levains





- *Saccharomyces uvarum*
- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Kazachstania unispora*
- *Kazachstania servazzii*
- *Kazachstania exigua*
- *Kazachstania bulderi*
- *Kazachstania barnettii*
- *Candida humilis*
- *Torulasporea delbruecki*

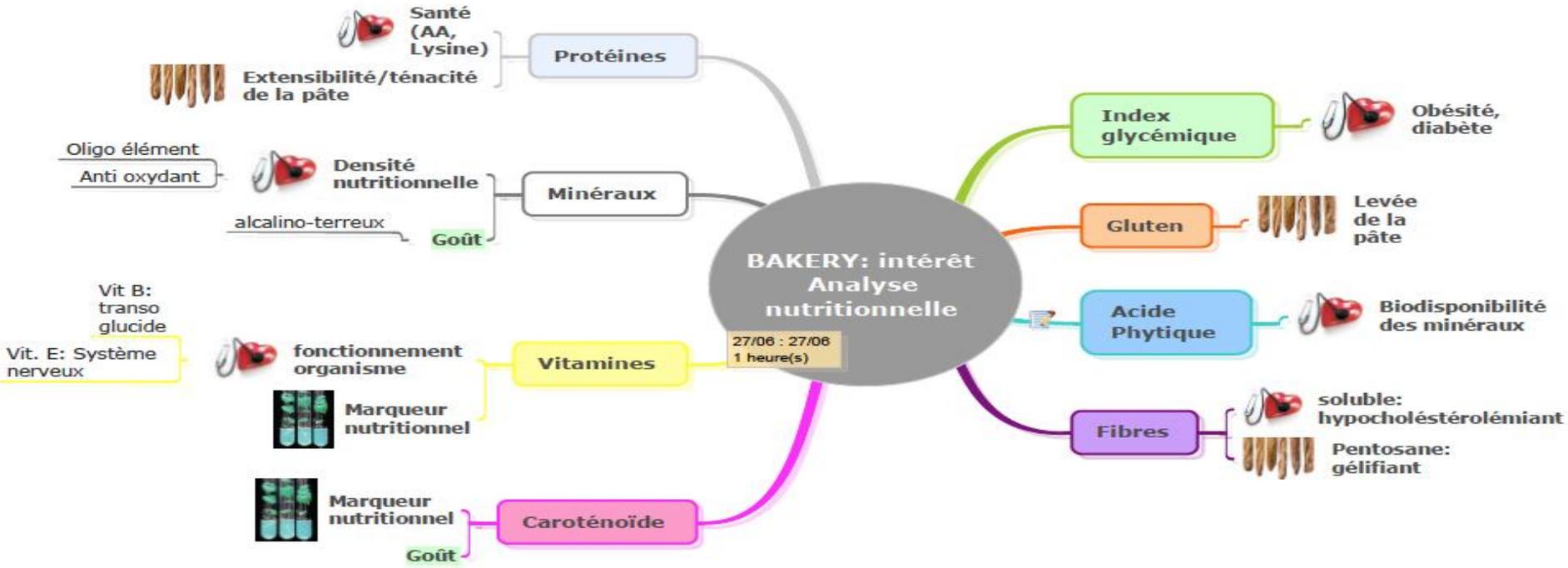


INRA
SCIENCE & IMPACT



CARREFOURS
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE

Qualité du pain



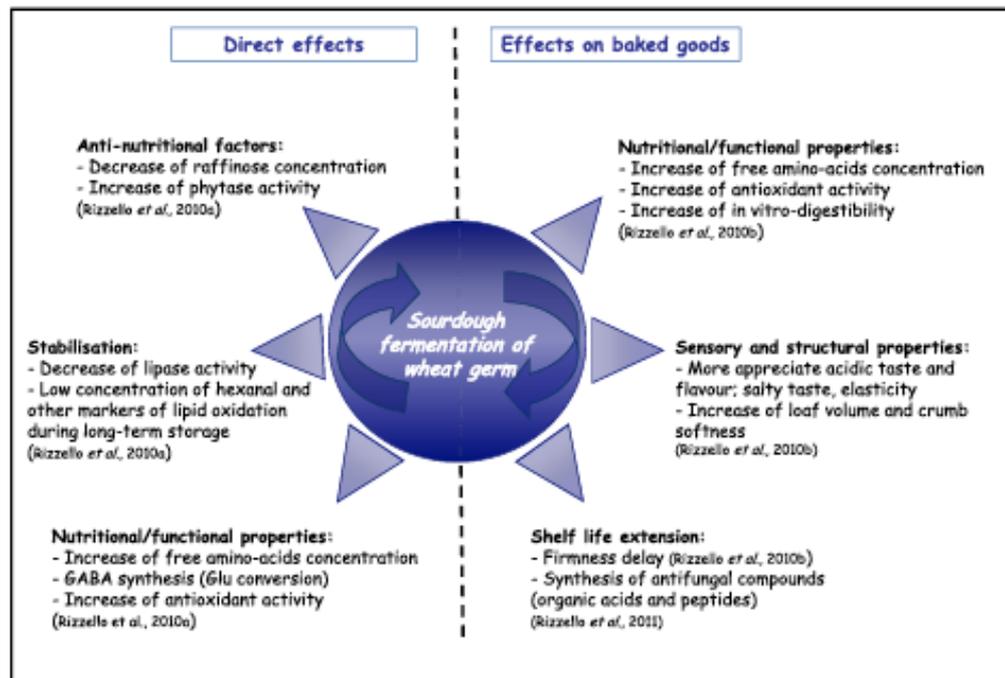


Fig. 1 Sourdough fermentation of wheat germ: direct effect on the raw material and effects of sourdough fermented wheat germ when used as an ingredient in bread making (adapted from Rizzello *et al.*, 2010a,b).

Gobbetti *et al.* 2014

Table 1

Effect of sourdough fermentation on glycaemic index/response of leavened baked goods.

Biochemical effect	<i>In vivo</i> effect	References
Synthesis of lactic acid	Lowering the rate of starch digestion	Liljeberg et al., 1995; De Angelis et al., 2007a,b, 2009
Synthesis of acetic and propionic acids	Lowering the gastric emptying rate	Liljeberg and Björck, 1998; De Angelis et al., 2007a,b
Increasing the interaction between starch and cereal proteins	Reducing the starch bioavailability	Östman, 2003
Synthesis/release of peptides and amino acids	Regulating glucose metabolism	Novotni et al., 2011; Solomon and Blannin, 2007
Synthesis of free phenolic compounds	Increasing glucose tolerance and insulin sensitivity	Katina et al., 2007a,b; Solomon and Blannin, 2007
Acidification, increase of arabinoxylan solubilisation and proteolysis	Increasing of insulin resistance by lowering postprandial responses	Lappi et al., 2010

Gobbetti et al. 2014**INRA**
SCIENCE & IMPACTCARREFOURS
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE

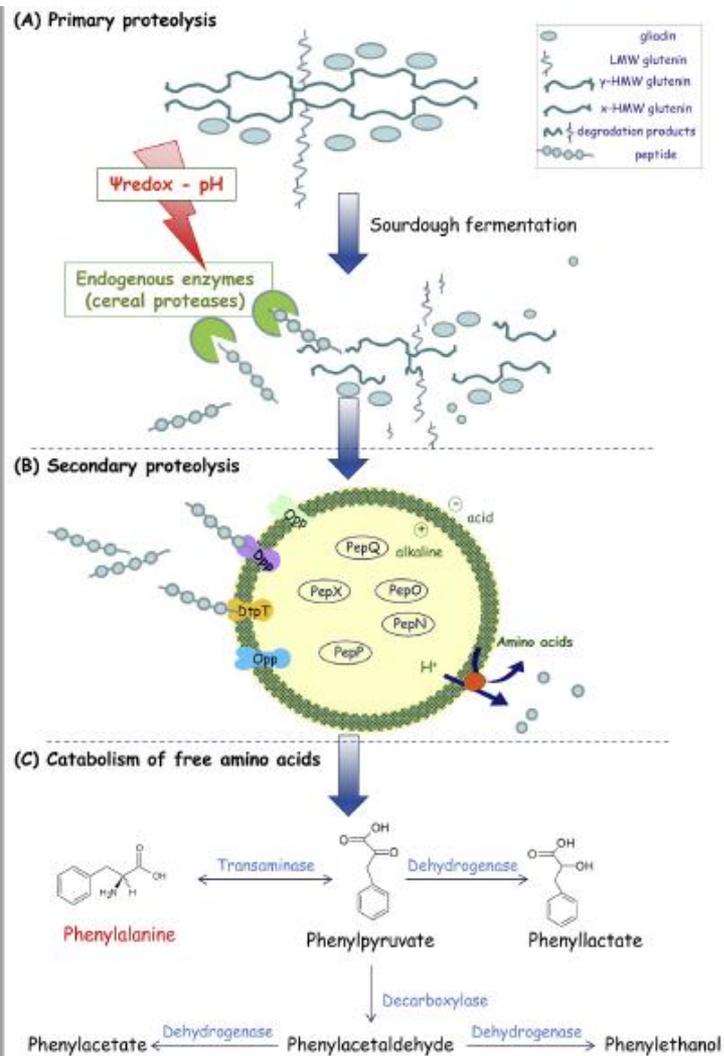
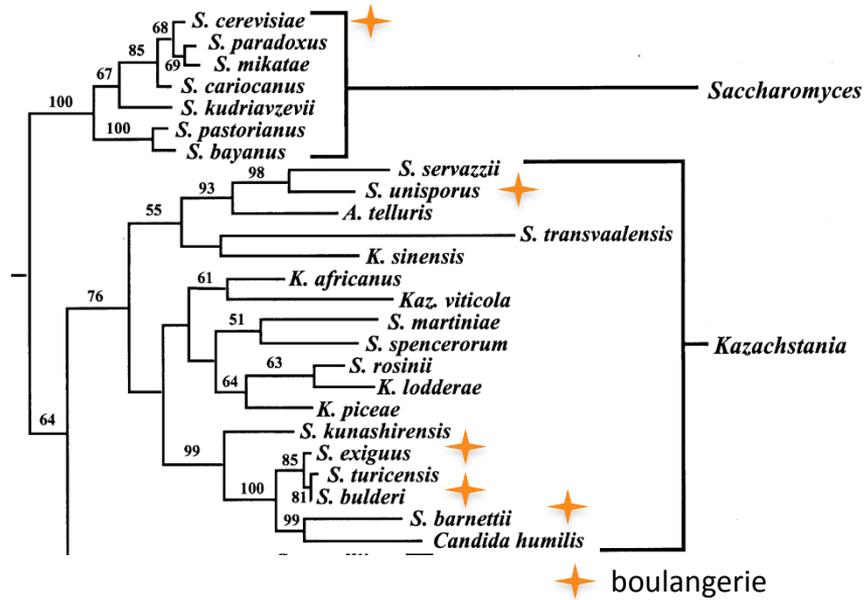


Fig. 2. Schematic representation of the proteolysis during sourdough fermentation. (A) Primary proteolysis is triggered by the acidification and the reduction of disulfide bonds of gluten by hetero-fermentative lactobacilli, which in turn promote the primary activity of cereal proteases, which lead to the liberation of various sized polypeptides. (B) Secondary proteolysis by intracellular peptidases of sourdough lactic acid bacteria, which complete the proteolysis and liberated free amino acids. (C) Catabolism of free amino acids by sourdough lactic acid bacteria: example of catabolic reaction involving phenylalanine (adapted from Gaenzle et al., 2007, 2008).



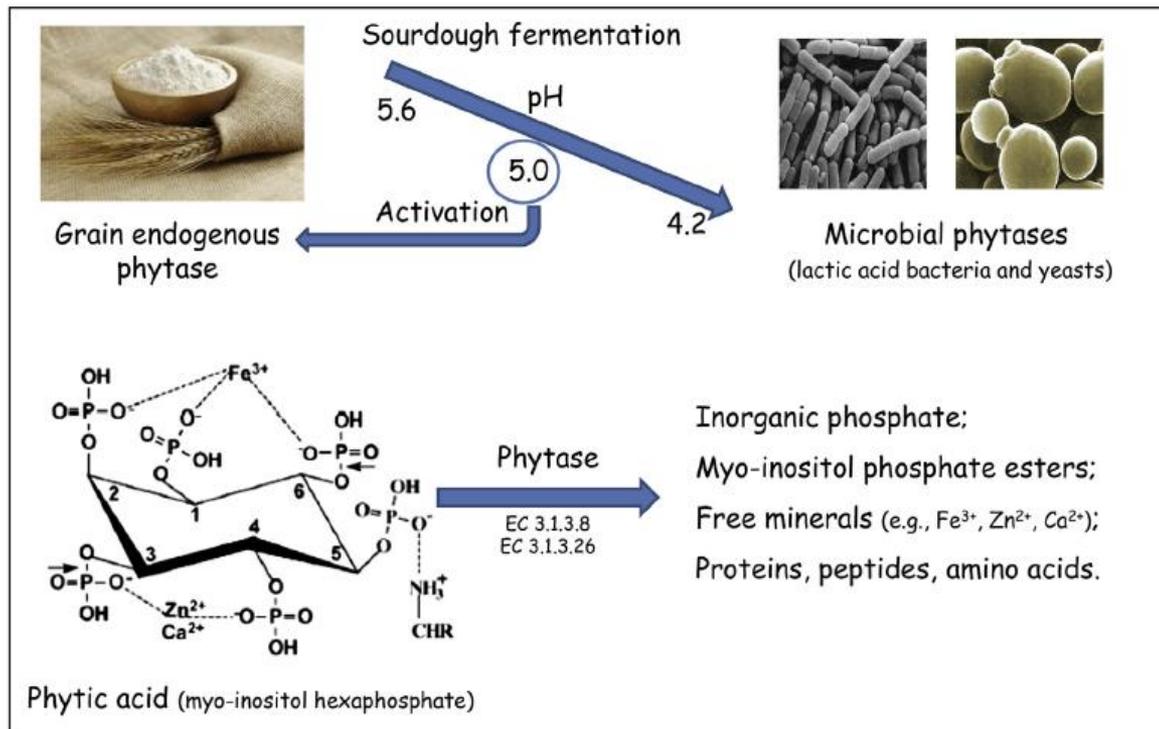


Fig. 4. Schematic representation of the phytase activity during sourdough fermentation. Phytase dephosphorylates phytic acid and forms free inorganic phosphate and inositol phosphate esters. These compounds have less chelating capacity, which increases the mineral, proteins, peptides and amino acids bioavailability. During sourdough fermentation, acidification promoted the activity of grain endogenous phytase.