



Le Fonds de Dotation EKIP

A le plaisir de vous convier au

Colloque « Pain au levain, entre tradition et modernité »

Panorama des levains en ~20 diapos !

Caractéristiques et fonctionnalités

Bernard ONNO - Oniris Nantes

Le levain pour différents pains ... mais pas que... !



Le *champ* des levains : terminologie et secteurs

Selon forme :

- ▶ Levains fermes ou pâteux
- ▶ Levains liquides
- ▶ Levains secs

Classification par Type :

- ▶ Type I : Levains naturels
- ▶ Type II : Levains issus de starters
- ▶ Type III : Levains secs

Secteurs concernés :

- ▶ Artisan
- ▶ Industrie BVP
- ▶ Paysan boulanger
- ▶ Ménager
- ▶ Biotechnologie : production de levains, des starters



Un savoir - faire millénaire ...
Un intérêt actuel et planétaire



Sourdough Symposium Nantes 2015

- 220 Participants

- 24 pays représentés

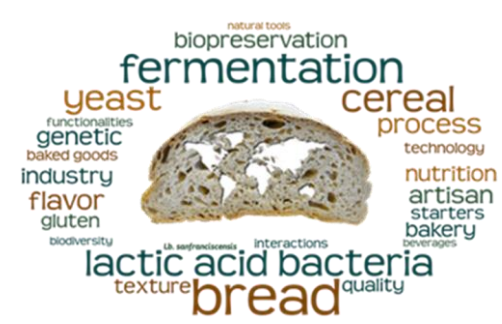
Chercheurs, Etudiants, Entreprises

Contenu scientifique :

microbiologie, biochimie, nutrition , fonctionnalités,

+ Session technologique

Argentina	Italy
Australie	Japan
Belgium	Norway
Canada	Poland
China	Republic of Korea
Czech Rep.	Romania
Denmark	Sweden
Estonia	Switzerland
Finland	The Netherlands
France	Turkey
Germany	United Kingdom
Iran	USA
Ireland	



« Sourdough Symposium »



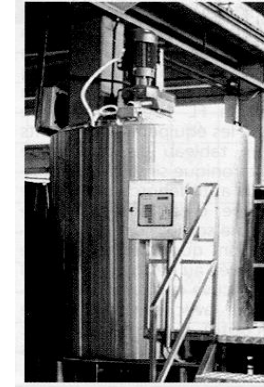
- ▶ Verona I (1996)
- ▶ Brussels B (2003)
- ▶ Bari I (2006)
- ▶ Freising D (2009)
- ▶ Helsinki Fi (2012)
- ▶ Nantes F (2015)

2018 : Cork (Irl)

Fig1 : Localisation des SD symposia

Des levains “naturels”

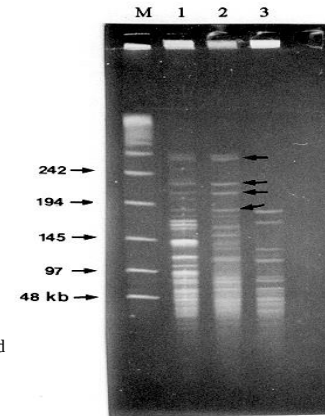
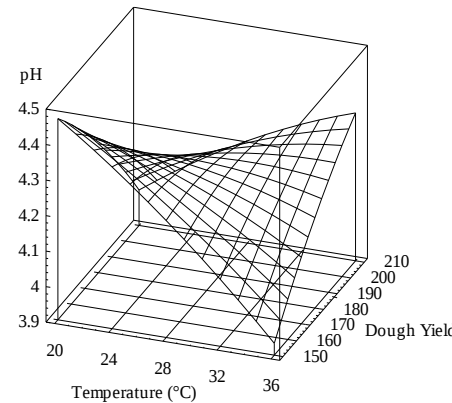
et des levains formulés



Offre de solutions et procédés industriels

XX - XXI ème

Usage Artisanal et ménager



Recherche en laboratoire

Biodiversité, Métabolisme et Fonctionnalités, ...

Procédé levain traditionnel...

et autres procédés

1 - ELABORATION



2 - ENTRETIEN

Farine + eau + ...

LEVAIN - CHEF

Pâte
liquide
ou ferme

Farine
eau

Rafrâchi 20-30%

Procédé en continu

Avec entretien
régulier du levain par
rafrâchi

Eau : 60% - 100%
T °C: 10 - 30 °C
Temps: 8h à 24h

Starters - levains liquides
(Ferments sélectionnés
Bactéries lactiques et ± levures)

3 - UTILISATION

Levain

10-30 %

Farine,
eau, ...

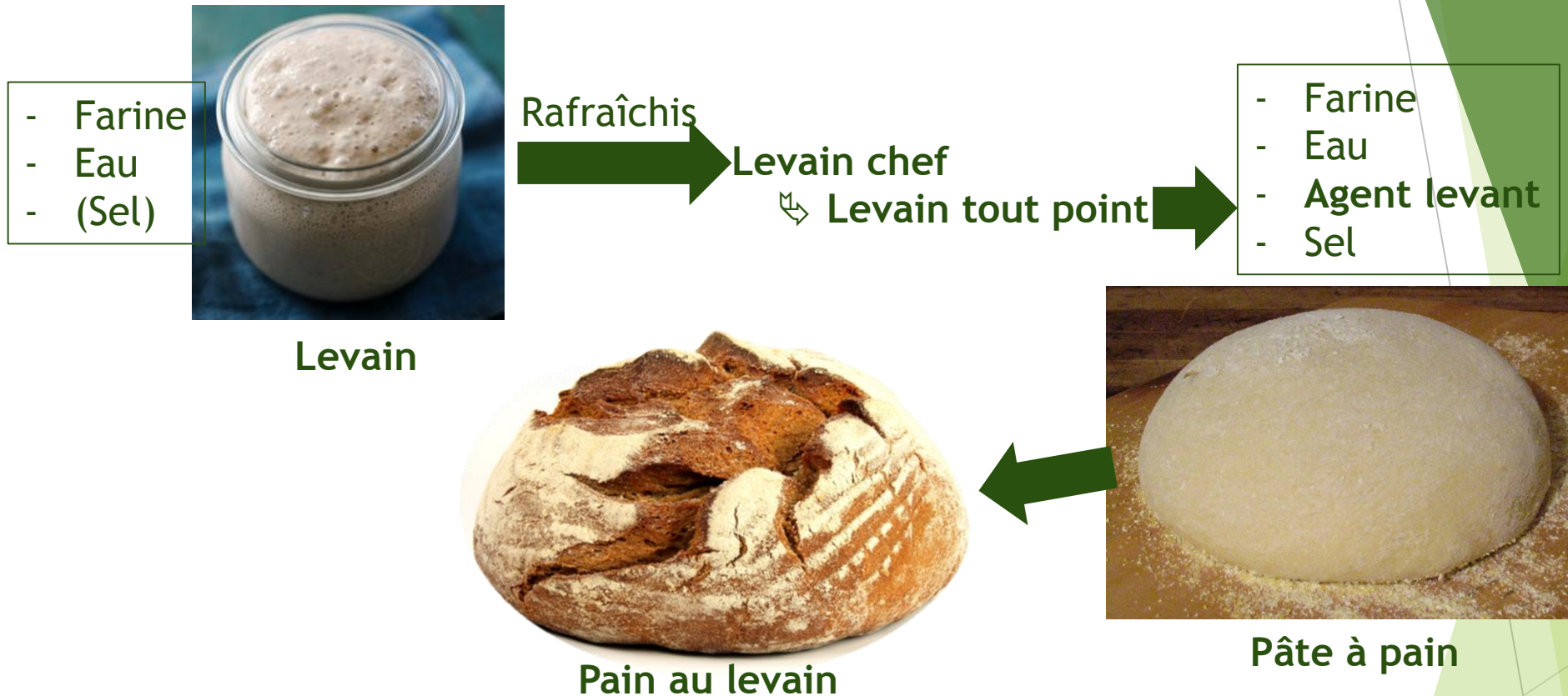
Pâte



Levains déshydratés
Générlt Inactifs
Ajout possible de levure
Ingrédient aromatique

Temps
Température

Le pain au levain



Décret n°93-1074 du 13 septembre 1993 pris pour l'application de la loi du 1er août 1905 en ce qui concerne certaines catégories de pains - Article 3, modifié par Décret n°97-917 du 1 octobre 1997 - art. 1 JORF 8 octobre 1997 :

Peuvent seuls être mis en vente ou vendus sous une dénomination comportant la mention complémentaire "au levain" les pains définis aux articles 1er et 2 et présentant un potentiel hydrogène (pH) maximal de 4,3 et une teneur en acide acétique endogène de la mie d'au moins 900 parties par million.

Pain au levain de blé

quelques caractéristiques physico-chimiques

Pain au levain



(Analyse 25 levains et pains)

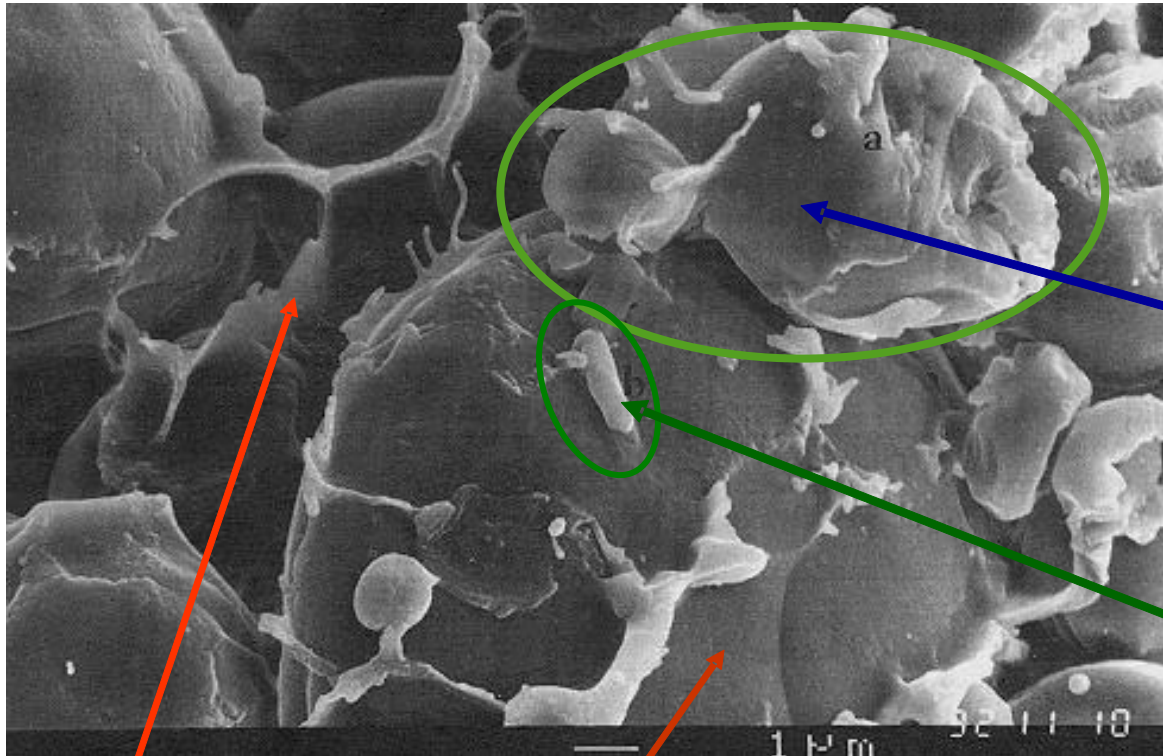
- ▶ pH < 4.3 (3.9 à 4.5)
- ▶ Acide lactique : 4 à 10 g/kg
- ▶ Acide acétique : 0.5 à 2 g/kg
- ▶ Volume Spécifique : ~ 3 l/kg

Pain à la levure



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

Microphotographie d'un levain



Réseau de gluten

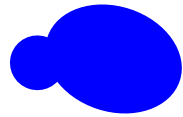
Grain d'amidon

Levure

Bactérie lactique

Microflore des levains naturels : microbiote

Levures



Bactéries Lactiques

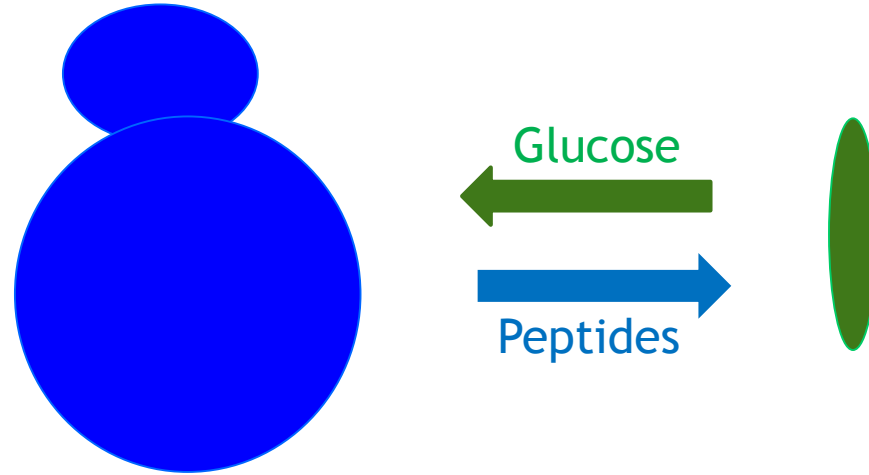


Ratio ~ 10^7 / 10^9 cellules / g

- ⌘ *Saccharomyces cerevisiae*
- ⌘ *Kazachstania exigua*
- ⌘ *Candida milleri*
- ⌘ *Candida krusei*
- ⌘ *Torulaspora delbrueckii*
- ⌘ ...

- ⌘ *Lactobacillus plantarum*
- ⌘ *Lactobacillus brevis*
- ⌘ ***Lactobacillus sanfranciscensis***
- ⌘ *Lactobacillus pontis*
- ⌘ *Lactobacillus reuteri*
- ⌘ *Pediococcus* sp
- ⌘ *Leuconostoc* sp
- ⌘ ...

Un modèle d'interaction positive : ``Le levain de San Francisco``



Saccharomyces exiguus
Syn. *Kazachstania exigua*
Maltose – Glucose + Fructose+

Lactobacillus sanfranciscensis
Maltose +

Microflore du levain de San Francisco, Kline and Sugihara (1970, 1971)

Microbiologie

Fermentation du levain



Substrats endogènes : Glucose, Saccharose, Fructose et acides organiques

Substrat issu de l'activité amylasique : Maltose

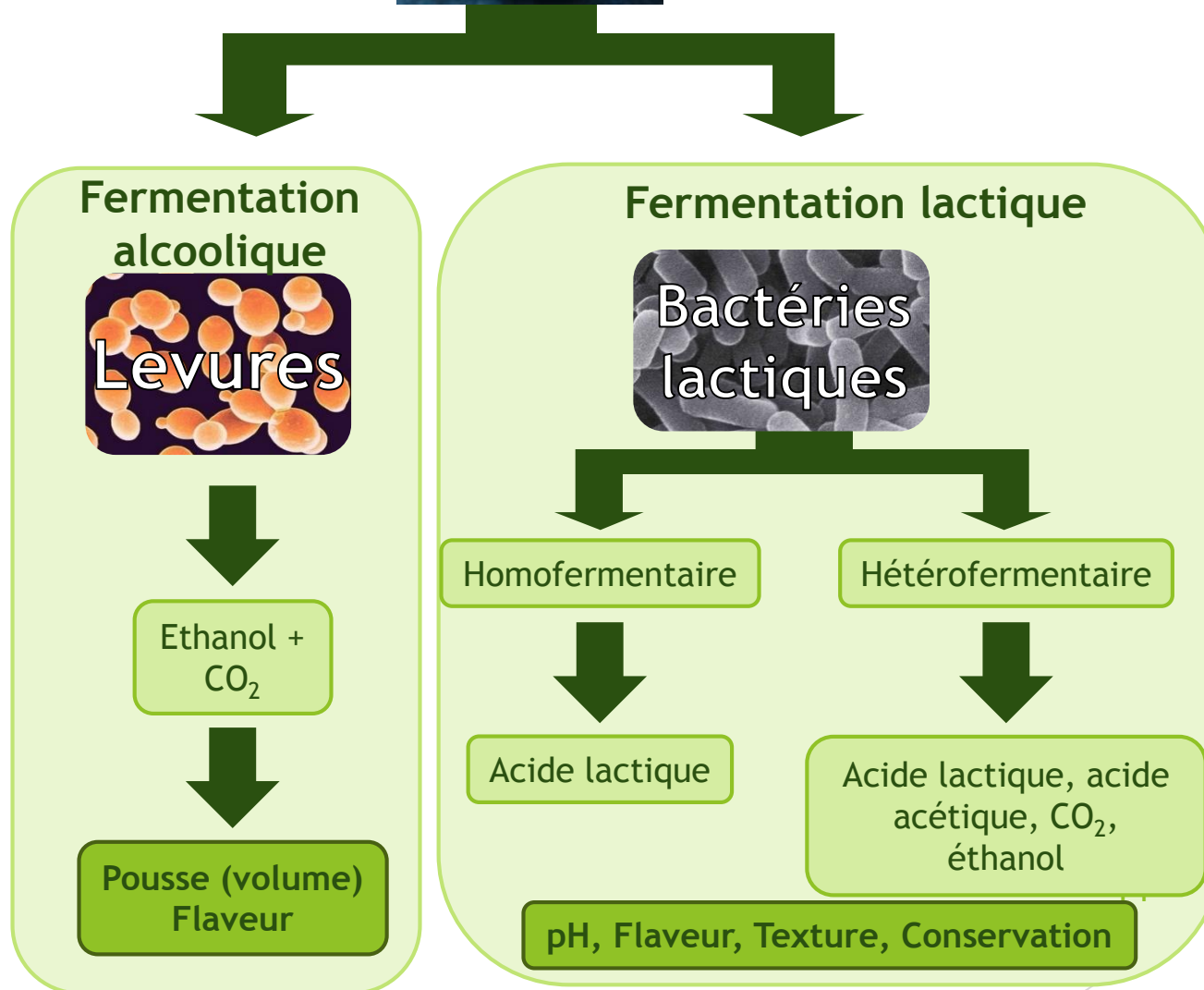
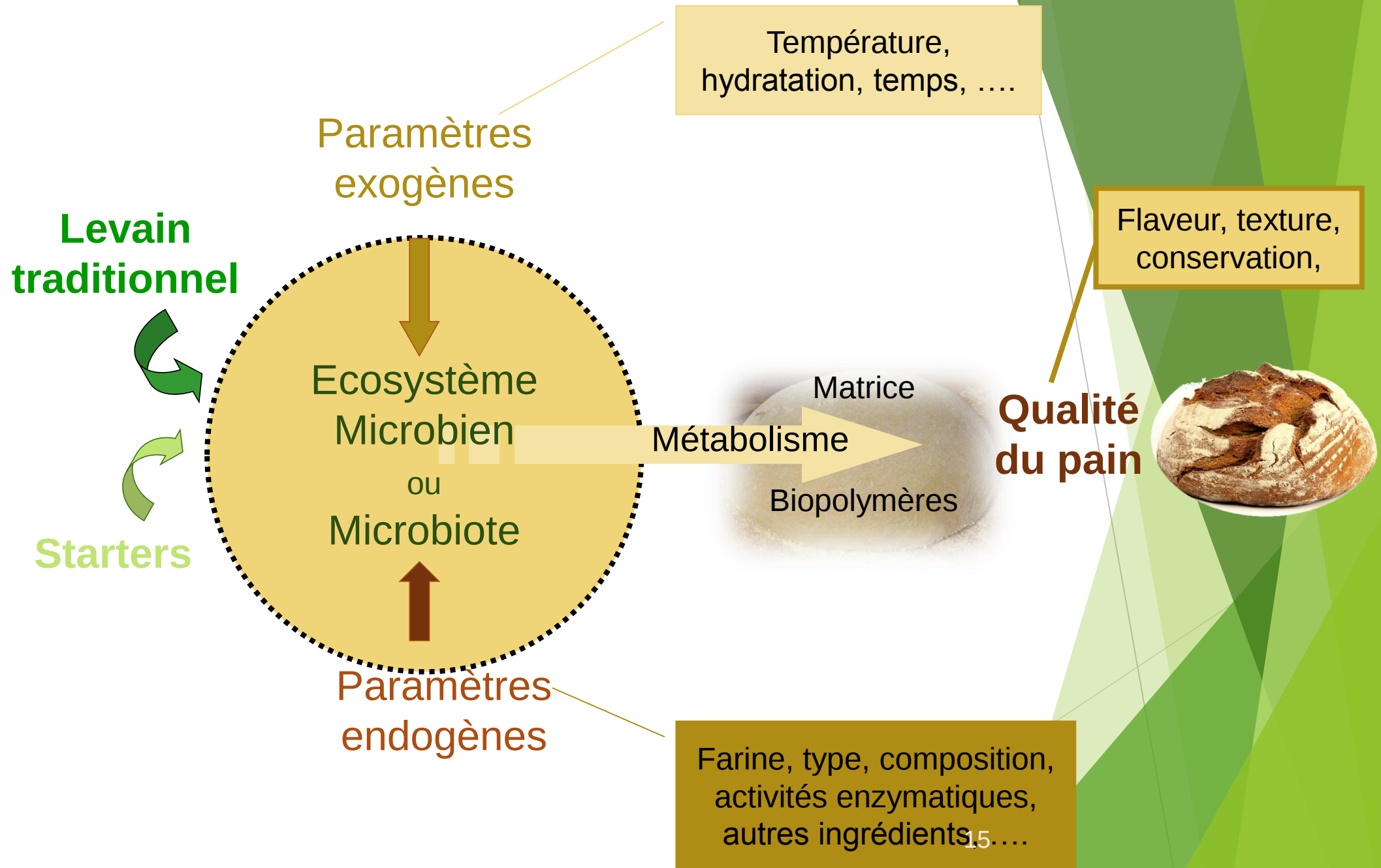


Schéma de synthèse des voies fermentaires dans le levain et impact sur le produit fini (adapté de Onno et al., 2009)



(D'après Hammes et al.1996)

Effet sur la matrice

Bactéries lactiques



Acidification

Concentration, vitesse, temps

Enzymes microbiennes
(selon souches)

Enzymes farine

+ ou -

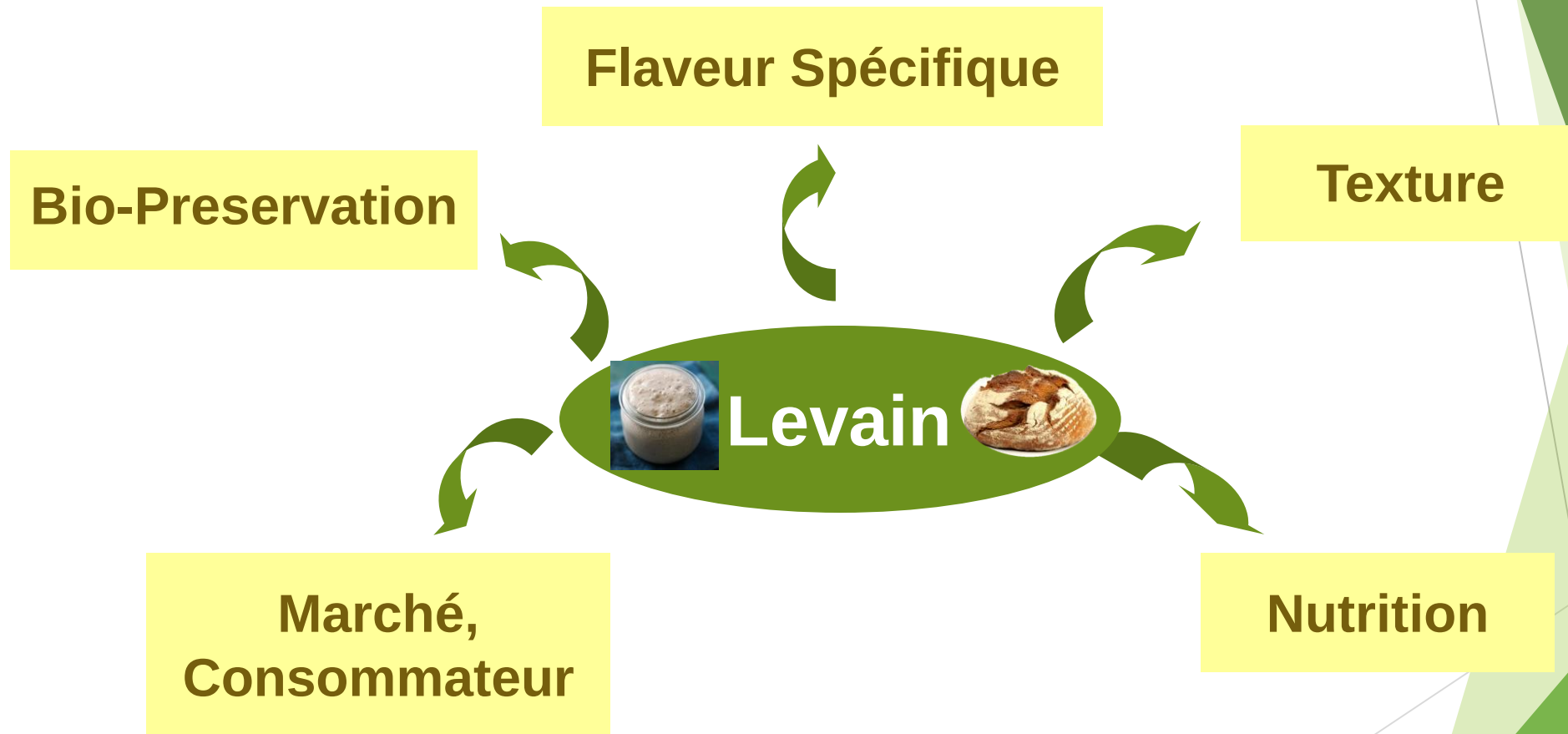
Protéases
Amylases
Pentosanases
Phytase

Protéases
Peptidases
Amylase
Phytase

Protéines
Amidon
Pentosanes
Acide phytique

Arômes
Alvéolage
Texture
Rassissement
Nutrition

Fonctionnalités des levains

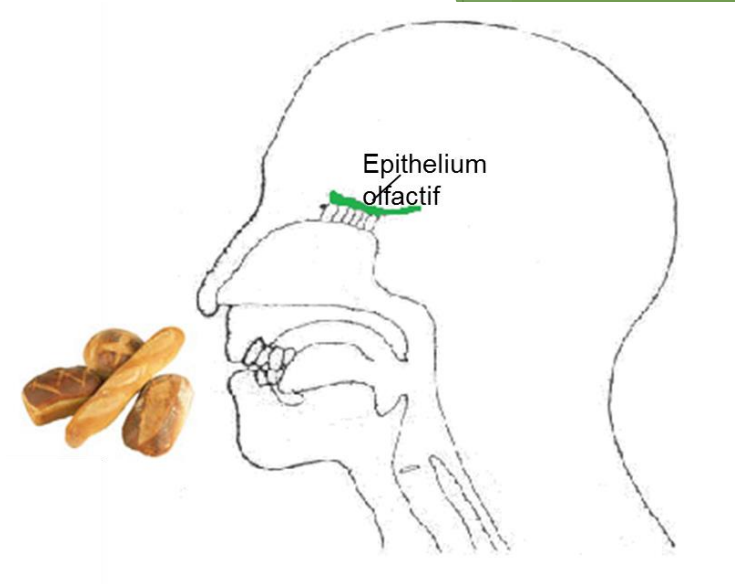


Flaveur Spécifique



Levain





Camille Vindras

- Perception Sensorielle :
flaveur (odeur et saveur) et texture
- Flaveur du pain au levain : ingrédients, cuisson, métabolisme
 - acides organiques : Quotient Fermentaire
 - composés volatils

Flaveur Spécifique



Levain



Fermentation du levain



Substrats endogènes : Glucose, Saccharose, Fructose et acides organiques
Substrat issu de l'activité amylasique : Maltose

Fermentation alcoolique



Levures

Ethanol + CO₂

+ Composés volatils

Pousse (volume)
Flaveur

Fermentation lactique

Bactéries lactiques

Homofermentaire

Acide lactique

Hétérofermentaire

Acide lactique, acide acétique, CO₂, éthanol

pH, Flaveur, Texture, Conservation

Quotient Fermentaire :
Rapport concentration en acide lactique sur la concentration en acide acétique
 $\frac{[\text{ac. lactique}]}{[\text{ac. acétique}]}$

Précurseurs :
acides aminés



➤ Les composés volatils de levains de blé

Table 3. Volatile compounds in chemically acidified doughs, chemically acidified doughs added sourdough yeasts, sourdoughs fermented with starter cultures and sourdoughs fermented with starter cultures and added sourdough yeasts

 Levain 	 Pâte acidifiée chimiquement	 Pâte avec levures	 Pâte avec Bactéries Lactiques	 Bactéries Lactiques + Levures
	Alcohols <i>n</i> -Pentanol 2-Methyl-1-propanol Esters Ethyl <i>N</i> -hexanoate Carbonyls <i>n</i> -Hexanal	Alcohols Ethanol <i>n</i> -Propanol 2-Methyl-1-propanol 2/3-Methyl-1-butanol <i>n</i> -Pentanol <i>n</i> -Hexanol Esters Ethyl acetate 2/3-Methylbutyl acetate Ethyl <i>n</i> -hexanoate Ethyl lactate Carbonyls 2,3-Butandione <i>n</i> -Hexanal <i>trans</i> -2-Heptenal	Alcohols Ethanol 2-Methyl-1-propanol <i>n</i> -Butanol <i>n</i> -Pentanol <i>n</i> -Hexanol 2-Hexanol <i>trans</i> -2-Hexen-1-ol <i>n</i> -Heptanol Esters Ethyl acetate Ethyl <i>n</i> -hexanoate Ethyl lactate Ethyl <i>n</i> -octanoate Carbonyls <i>n</i> -Hexanal <i>trans</i> -2-Heptenal Others 2-Pentyl furan	Alcohols Ethanol <i>n</i> -Propanol 2-Methyl-1-propanol 2-Butanol <i>n</i> -Butanol 2/3-Methyl-1-butanol <i>n</i> -Pentanol <i>n</i> -Hexanol 2-Hexanol <i>trans</i> -2-Hexenol-1ol <i>n</i> -Heptanol <i>n</i> -Octanol Esters Ethyl acetate Ethyl <i>n</i> -propanoate Butyl acetate 2/3-Methylbutyl acetate <i>n</i> -Pentyl acetate Ethyl <i>n</i> -hexanoate <i>n</i> -Hexyl acetate Ethyl lactate Ethyl <i>n</i> -octanoate Carbonyls 3-Hydroxy 2-butanone 2,3-Butandione <i>trans</i> -2-Heptenal Others 2-Pentyl furan

Hansen and Hansen (1994)

Chemically acidified doughs = 0.9% lactic acidified doughs and 0.8% lactic + 0.1% acetic acidified doughs. The starter cultures were *L. plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. sanfrancisco* and *L. brevis* and the sourdough yeasts strain A, strain B, *S. cerevisiae* and *C. milleri*



Levain

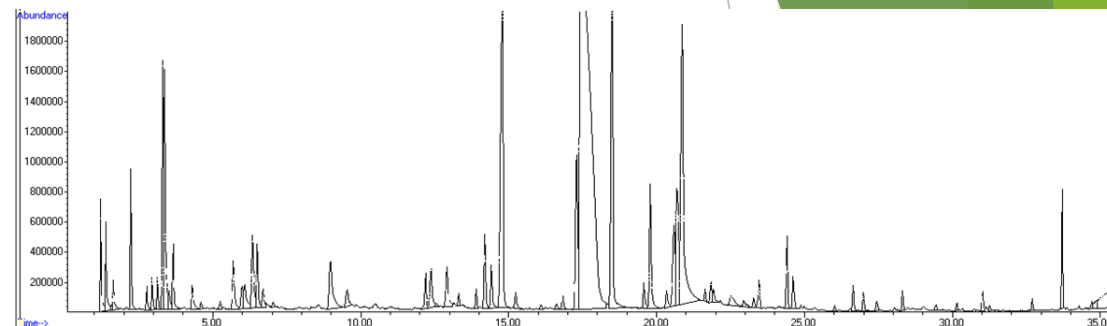


➤ Caractérisation des composés volatils odorants

Table 3. Volatile compounds in chemically acidified doughs, chemically acidified doughs added sourdough yeasts, sourdoughs fermented with starter cultures and sourdoughs fermented with starter cultures and added sourdough yeasts

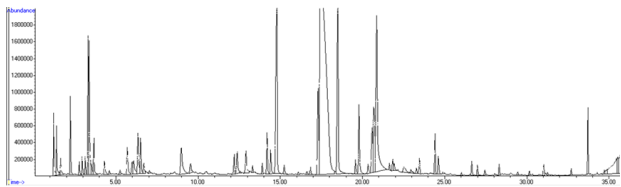
Pâte acidifiée chimiquement	Pâte avec levures	Pâte avec Bactéries Lactiques	Pâte avec Bactéries Lactiques + Levures
Alcohols <i>n</i>-Pentanol 2-Methyl-1-propanol Esters Ethyl <i>n</i>-hexanoate Carbonyls <i>n</i>-Hexanal	Alcohols Ethanol <i>n</i>-Propanol 2-Methyl-1-propanol 2/3-Methyl-1-butanol <i>n</i>-Pentanol <i>n</i>-Hexanol <i>n</i>-Hexanol Esters Ethyl acetate 2/3-Methylbutyl acetate Ethyl <i>n</i>-hexanoate Ethyl lactate Carbonyls 2,3-Butandione <i>n</i>-Hexanal <i>trans</i>-2-Heptenal	Alcohols Ethanol 2-Methyl-1-propanol <i>n</i>-Butanol <i>n</i>-Pentanol <i>n</i>-Hexanol 2-Hexanol <i>trans</i>-2-Hexen-1-ol <i>n</i>-Heptanol Esters Ethyl acetate Ethyl <i>n</i>-hexanoate Ethyl lactate Ethyl <i>n</i>-octanoate Carbonyls <i>n</i>-Hexanal <i>trans</i>-2-Heptenal Others 2-Pentyl furan	Alcohols Ethanol <i>n</i>-Propanol 2-Methyl-1-propanol 2-Butanol <i>n</i>-Butanol 2/3-Methyl-1-butanol <i>n</i>-Pentanol <i>n</i>-Hexanol 2-Hexanol <i>trans</i>-2-Hexenol-1ol <i>n</i>-Heptanol <i>n</i>-Octanol Esters Ethyl acetate Ethyl <i>n</i>-propanoate Butyl acetate 2/3-Methylbutyl acetate <i>n</i>-Pentyl acetate Ethyl <i>n</i>-hexanoate <i>n</i>-Hexyl acetate Ethyl lactate Ethyl <i>n</i>-octanoate Carbonyls 3-Hydroxy 2-butanone 2,3-Butandione <i>trans</i>-2-Heptenal Others 2-Pentyl furan

Chemically acidified doughs = 0.9% lactic acidified doughs and 0.8% lactic + 0.1% acetic acidified doughs. The starter cultures were *L. plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. sanfrancisco* and *L. brevis* and the sourdough yeasts strain A, strain B, *S. cerevisiae* and *C. milleri*



Analyse levain par Olfactométrie

➤ Influence des paramètres du levain



Influence du procédé et de la farine :

➤ Gobbetti et al., 1995:

- Temps de Fermentation
 - Teneur en cendres de la farine
 - Température ⇒ Profil de composés plus large
- } ➤ [Composés Volatils]

➤ Katina et al., 2006:

- Teneur en cendres de la farine
 - Temps de Fermentation
 - Température
- } ➤ Flaveur globale :
• Grillée
• Frais
➤ Persistance du goût
➤ Acreté

Microorganismes :



➤ Plessas et al., 2008:

- Levures
- *Kluyveromyces marxianus* ➤ Composés volatils clés

➤ Ravyts and De Vuyst, 2011:

Bactéries lactiques

- *Lb. fermentum*
- *Lb. plantarum*
- *Lb. crustorum*



- *Lb. amylovorus* ⇒



- *Lb. sakei* ⇒



Fonctionnalités des levains

Bio-Preservation



Levain



Bio-préservation

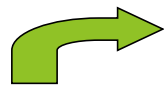
Activité antimicrobienne due :

- ▶ à l'abaissement du pH
- ▶ à la présence d'acides lactique et acétique
- ▶ à des composés spécifiques
 - ▶ bactériocines : contre d'autres bactéries
(*Bacillus* sp, bactéries lactiques de la farine,)
 - ▶ acide phényllactique, ... (moisissures) (Gobetti *et al.*)

Alternative aux agents de conservation (....., Ryan *et al.* 2008)

Levain

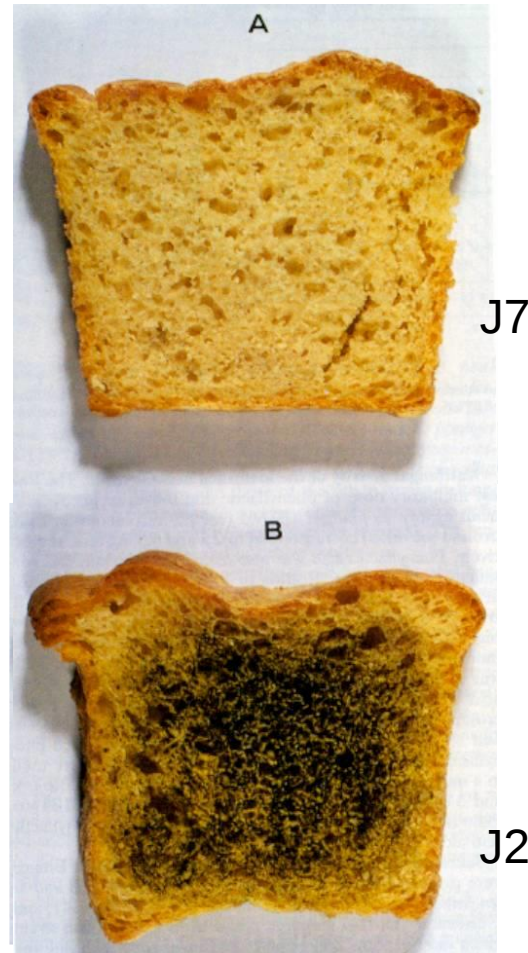
Bio-préservation



Aspergillus niger



Lavermicocca et al. (2000)



S.cerevisiae
+
Lactobacillus plantarum 21B

S.cerevisiae

Levain

Contrôle

Pain acidifié

+ ac. propionique

Leuconostoc sp.

Weissella sp.

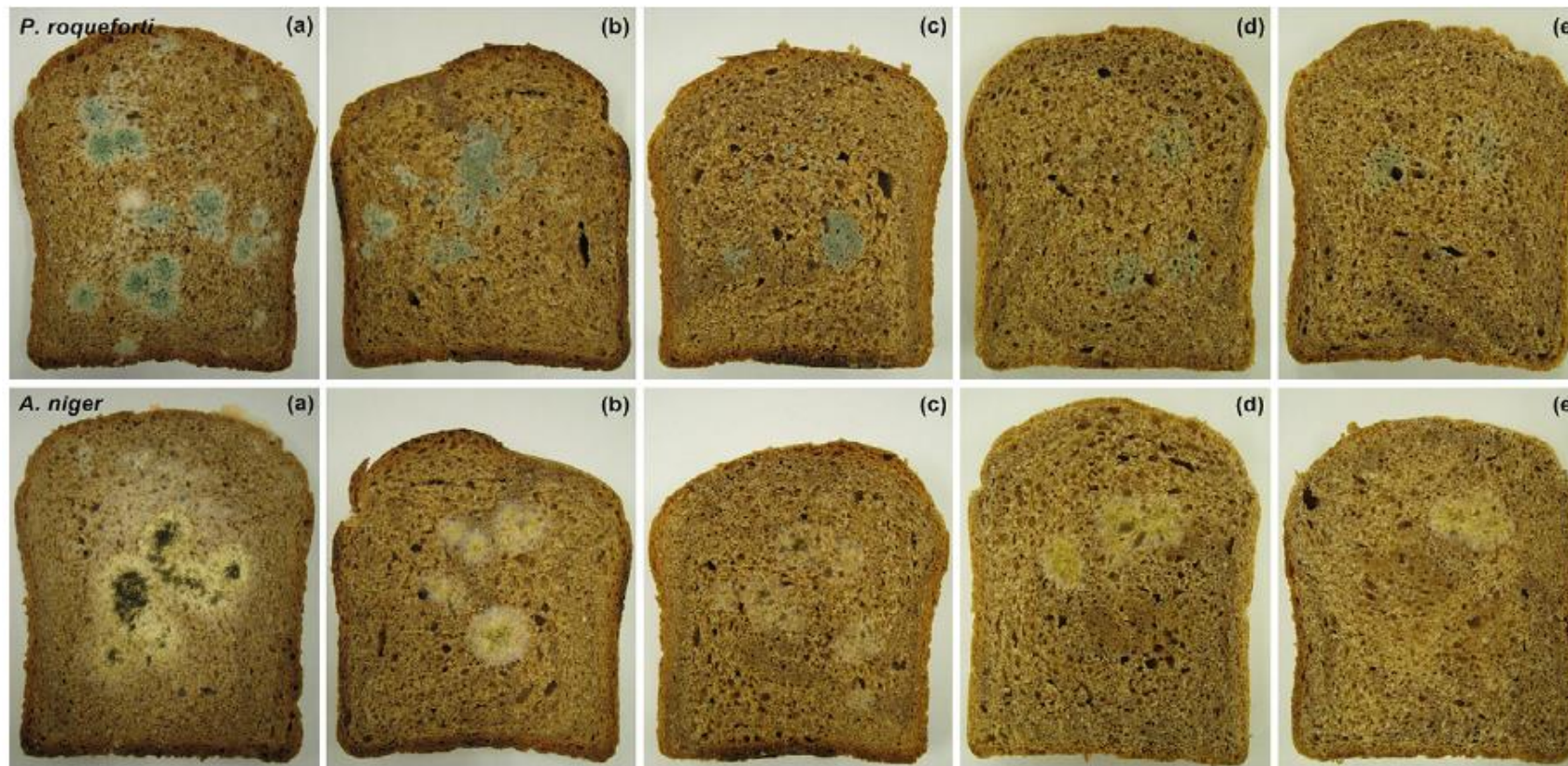


Fig. 3. Growth of *P. roqueforti* and *A. niger* in bread containing control dough (a), chemically acidified dough (b), 0.25% calcium propionate (c), sourdough fermented with *Lc. citreum* HO12 (d), or sourdough fermented with *W. koreensis* HO20 (e) after 5 days of storage at room temperature.

(Choi et al 2012)

Levain

➤ Différents composés à activité antifongique

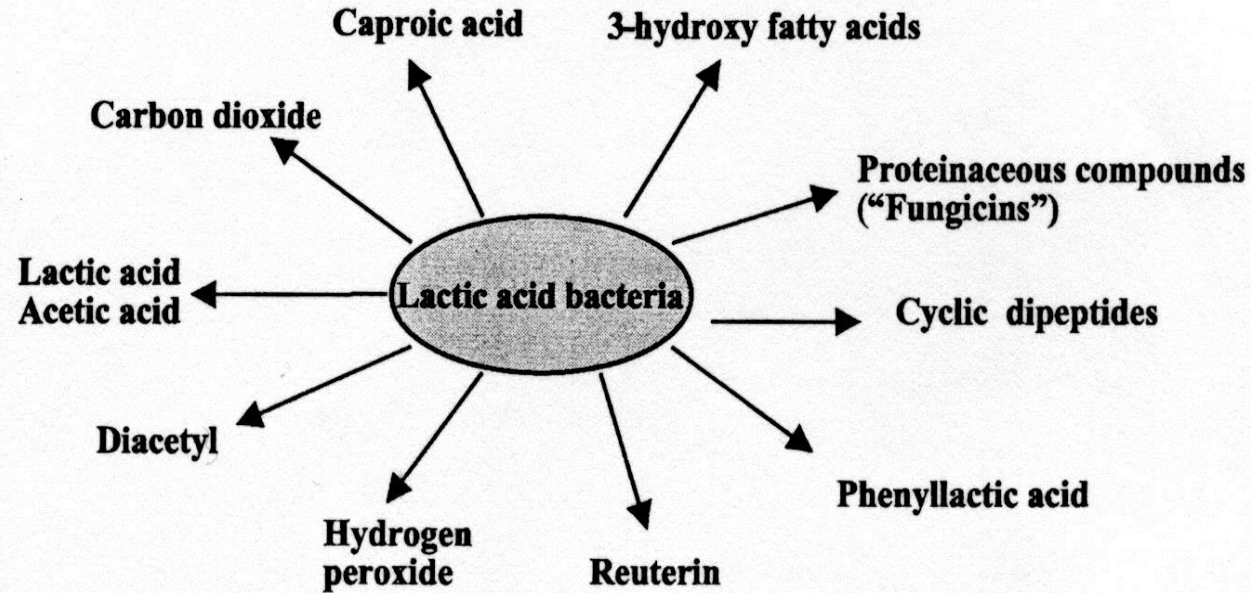
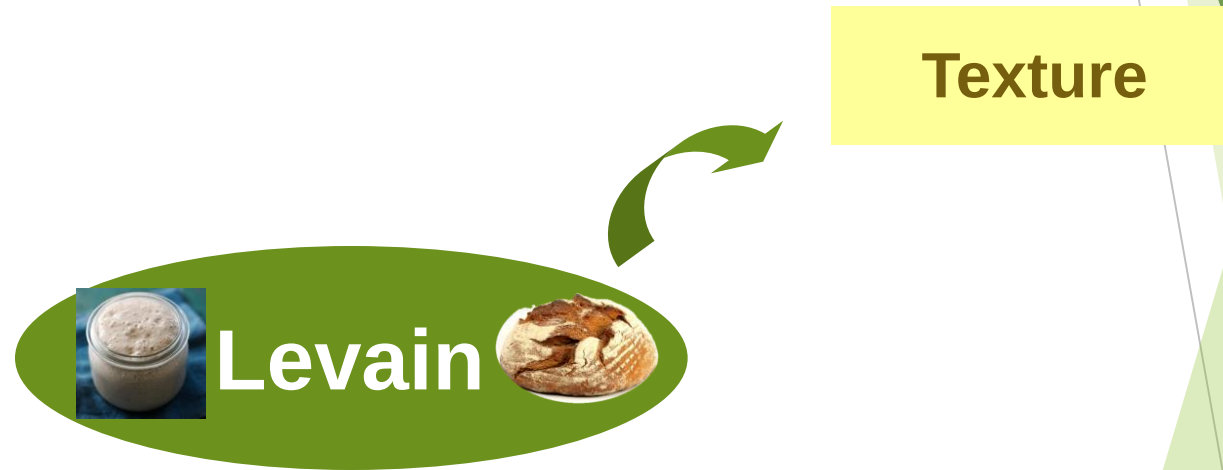


Fig. 1. Summary of current knowledge of the main antifungal compounds produced by different LAB.

Selon Schnürer and Magnusson (2005)

- Synergie entre effet microorganismes et celui d'extraits végétaux
- Prise en compte des paramètres du milieu : a_w , pH, ...

Fonctionnalités des levains



Levain

Hydrolyse des protéines :

- Modification de la rétention gazeuse
- Et de l'alvéolage

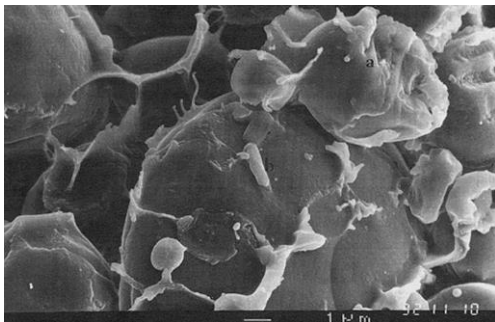
**Production d'Exo Poly Saccharides (EPS) :**

- Comme pour le yaourt : texture, caractère filant
- Certaines bactéries lactiques du levain produisent des EPS

Hydrolyse des fibres :

- Solubilisation des pentosanes (seigle)
- Levain permet amélioration texture si augmentation taux de cendres

Volume
Alvéolage
Moelleux
Rassissement



& Fonctionnalités des levains

