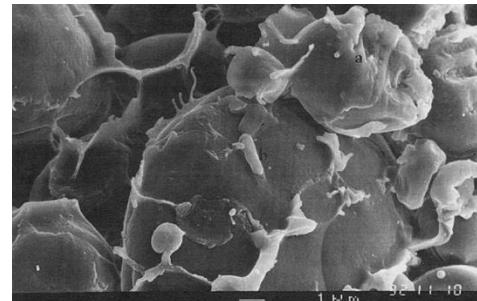
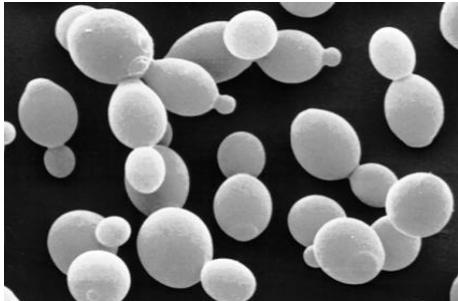


Du pain et des levains



Conférence
Association des Amis
des Sciences de la Terre et du Climat
en Pic Saint-Loup
Saint Gély du Fesc, 19 nov. 2024

delphine.sicard@inrae.fr

INRAE

Montpellier
SupAgro







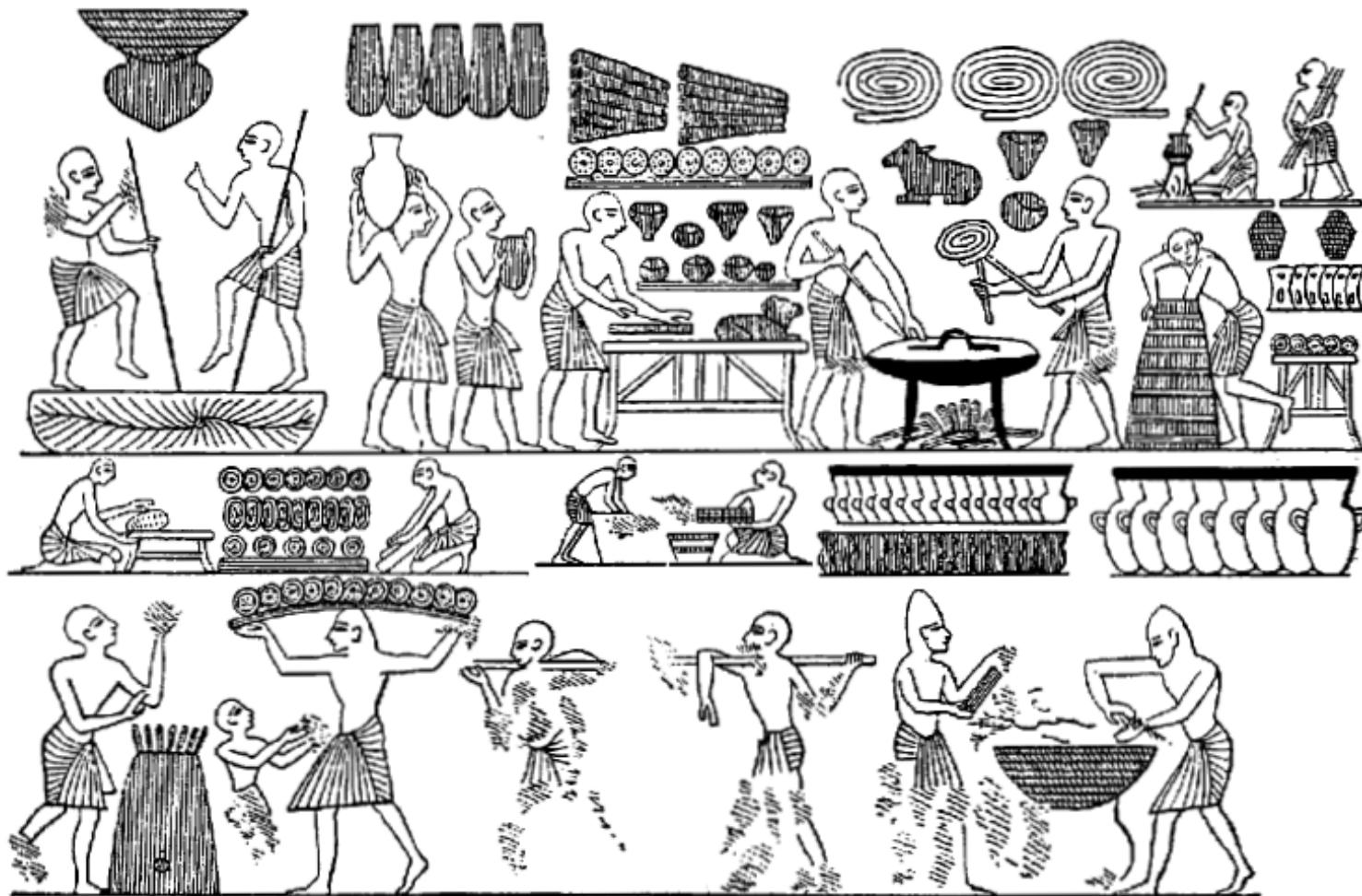
Shubayqa, Nord Jordanie
-14 000 ans
Natufians
Arranz-Otaegui *et al.* 2018



Çatalhöyük (Turquie)
-8 600 ans

González Carretero 2020, Gonzales Carretero et al. 2021, Turkcan 2024

Diversification des pains à l'âge de bronze



BREAD. The court bakery of Ramesses III. Various forms of bread, including loaves shaped like animals, are shown. From the tomb of Ramesses III in the Valley of the Kings, twentieth dynasty.

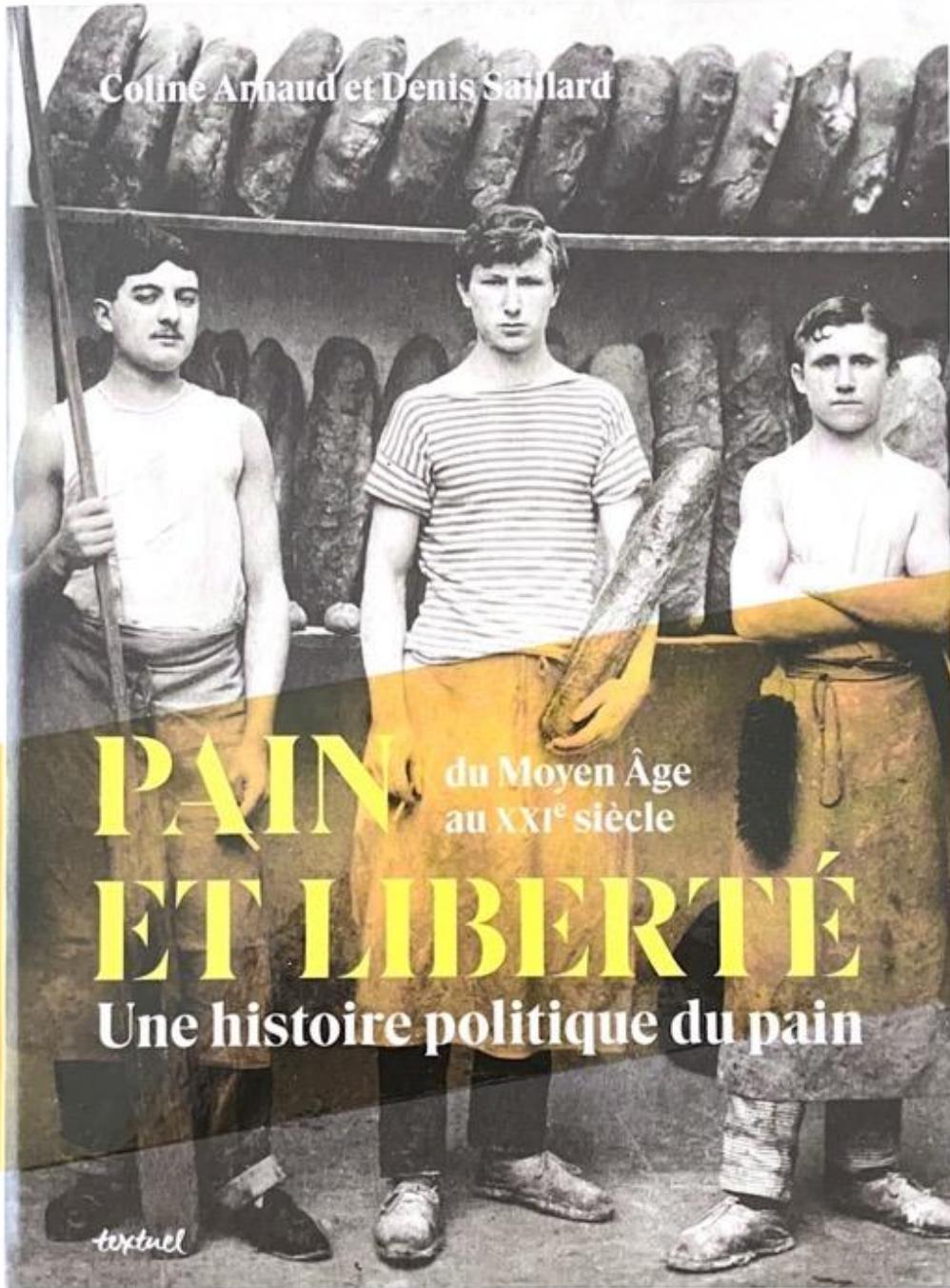
Colline Arnaud et Denis Saillard

PAIN ET LIBERTÉ

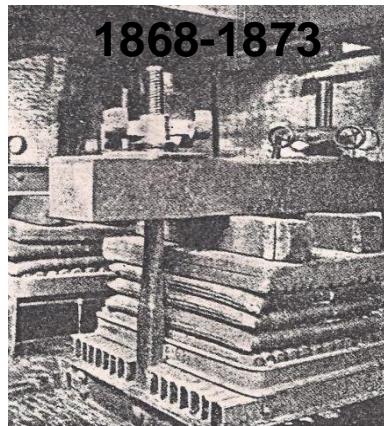
Une histoire politique du pain

du Moyen Âge
au XXI^e siècle

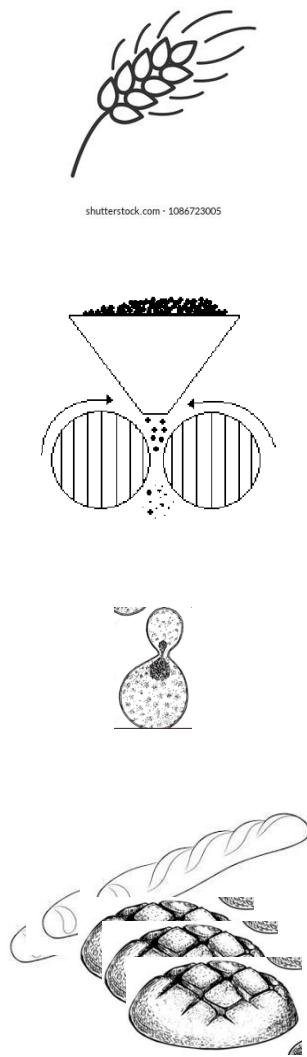
textuel



Changement des pratiques boulangères avec l'industrialisation au XIX



INDUSTRIELLE



ARTISANALE



PAYSANNE



Quelques chiffres économiques 2023

INDUSTRIELS

45%

des 13 milliards d'euros de chiffre d'affaire de la boulangerie

ARTISANS

~55%

PAYSAN-BOULANGERS

quelques %



Confédération Nationale
de la Boulangerie
et Boulangerie-Pâtisserie
Française

44340 boulangeries enregistrées avec le code naf "10.71C - Boulangerie et boulangerie-pâtisserie" Sirène de l'INSEE.

Enregistré à l'agence bio:

- 7547 transformateurs qui font du pain bio (dont des Leclerc et des Intermarchés...)
- 2883 boulangeries-pâtisseries enregistrées avec une certification Bio, soit 6,5% des boulangeries.
- 667 agriculteurs qui font du pain bio.

Et les consommateurs ?

94g

Consommation moyenne par jour par personne (900 gr après guerre)

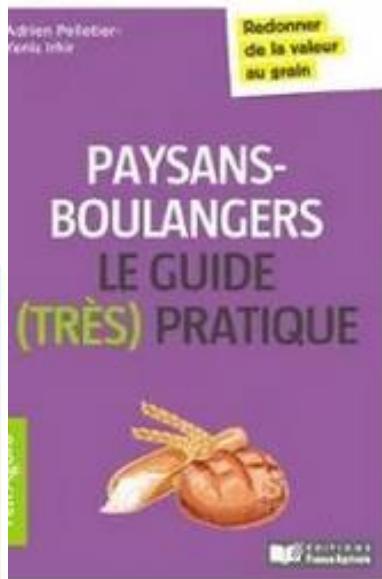
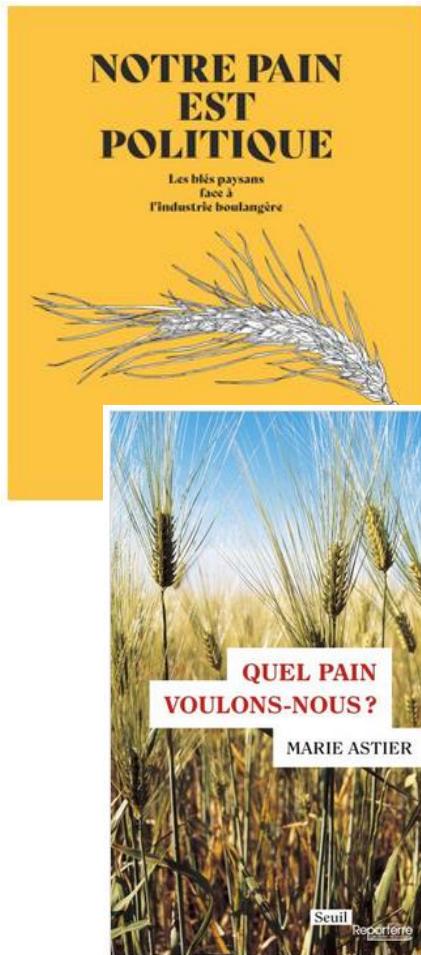
Enquête IFOP

(2023, 1002 personnes >18 ans)

- 52% des répondants : la boulangerie artisanale est le lieu d'achat du pain
- 59% : un achat de pain est choisi pour sa qualité supérieure
- 97 % des Français interrogés se sentent bien accueillis en boulangerie
- Pour 85 % des Français la baguette et le pain restent les produits les plus appréciés



Quel pain pour une plus grande durabilité de la filière boulangerie ?



Comment limiter notre empreinte écologique tout en assurant notre sécurité alimentaire ?

Des recherches participatives sur la boulangerie au levain 2013-2024

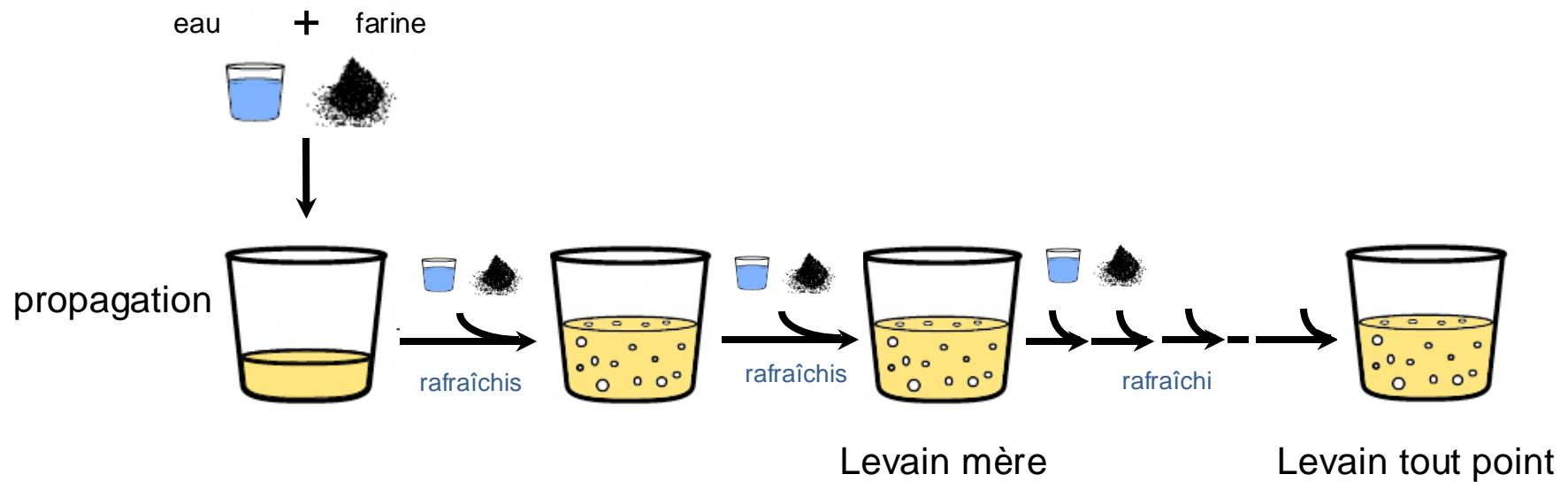


Questions de recherche

- Quelle est la biodiversité microbienne dans les filières de la boulangerie au levain ?
- Quel est l'effet du levain sur la qualité nutritionnelle et organoleptique des pains ?

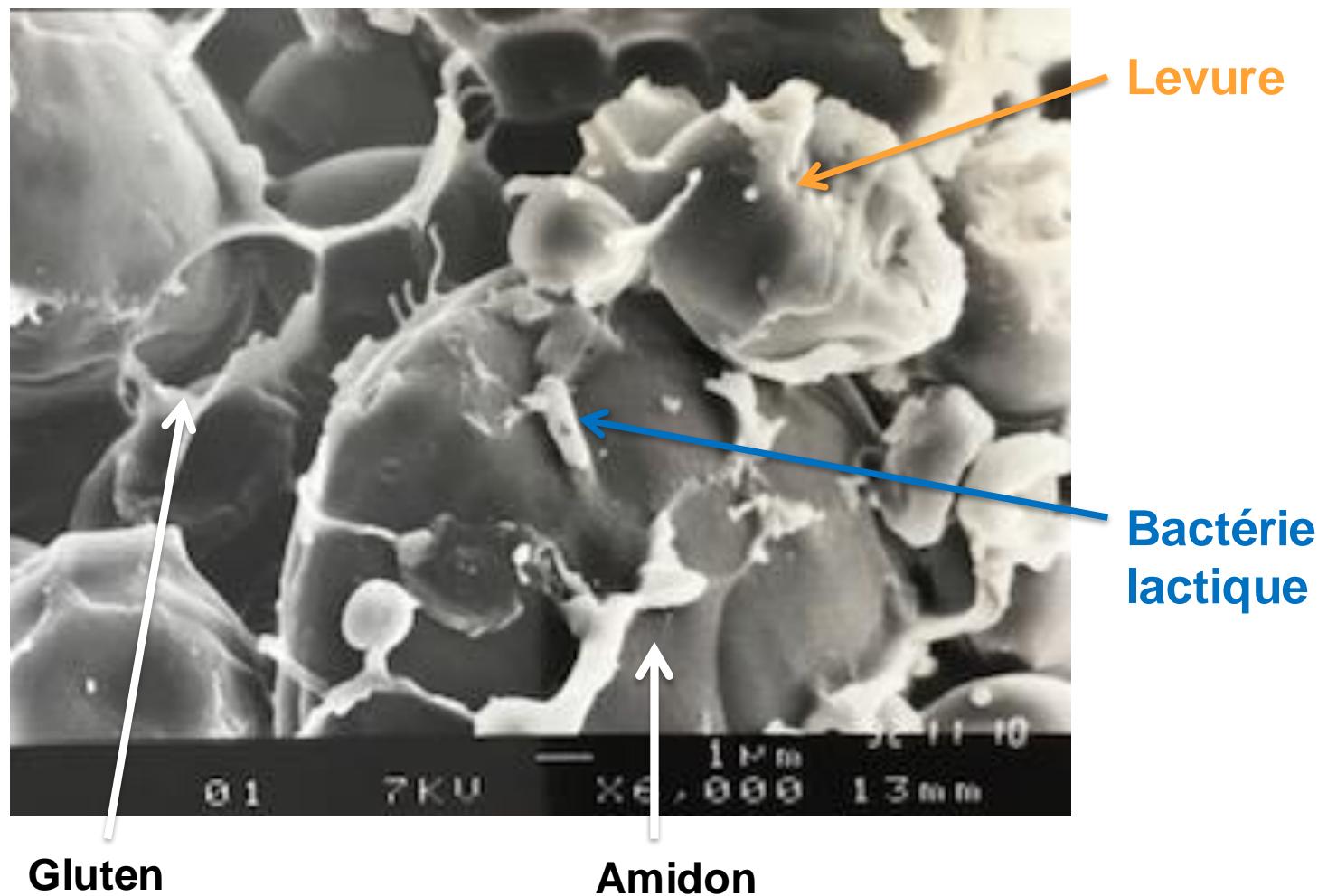
Initiation et entretien d'un levain

Initiation d'un levain

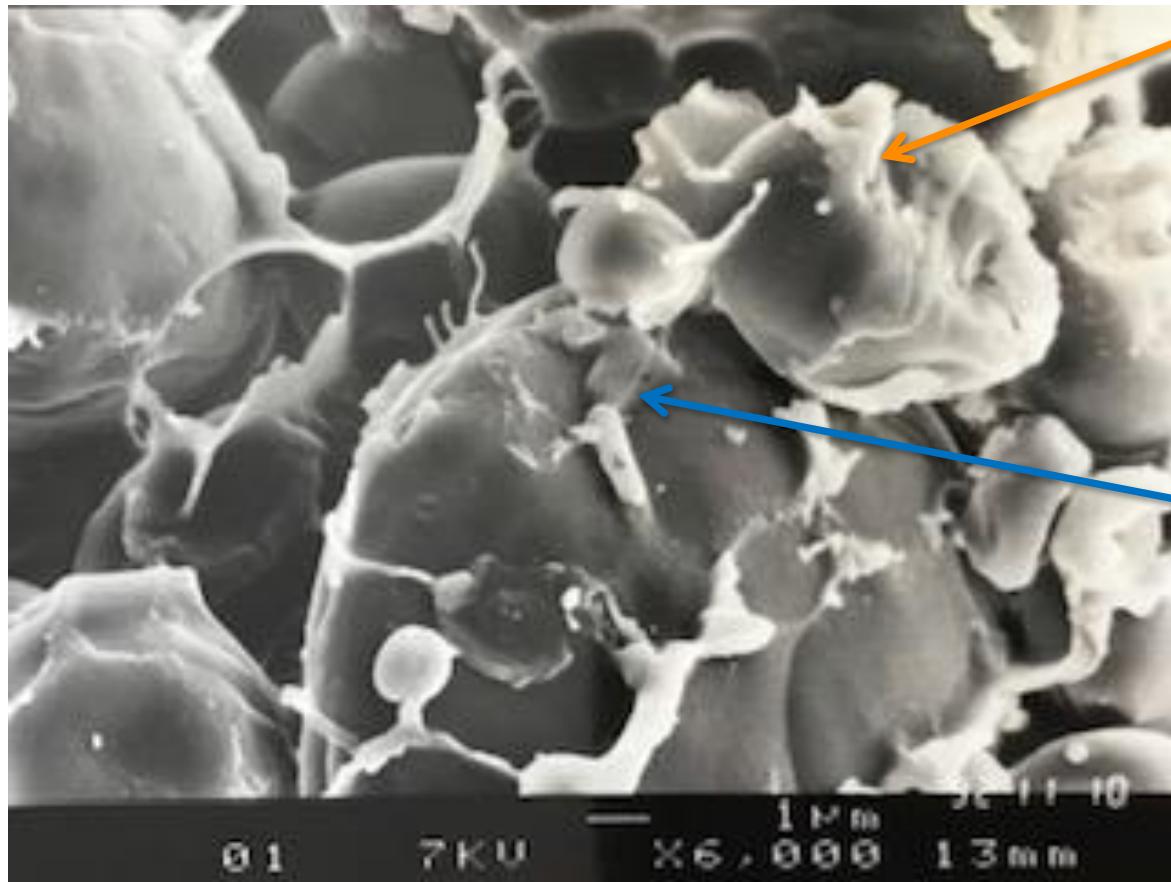




Composition d'un levain



Que font les levures et les bactéries ?



Levure

CO₂

Ethanol

Acide acétique



Bactérie lactique

CO₂

Ethanol

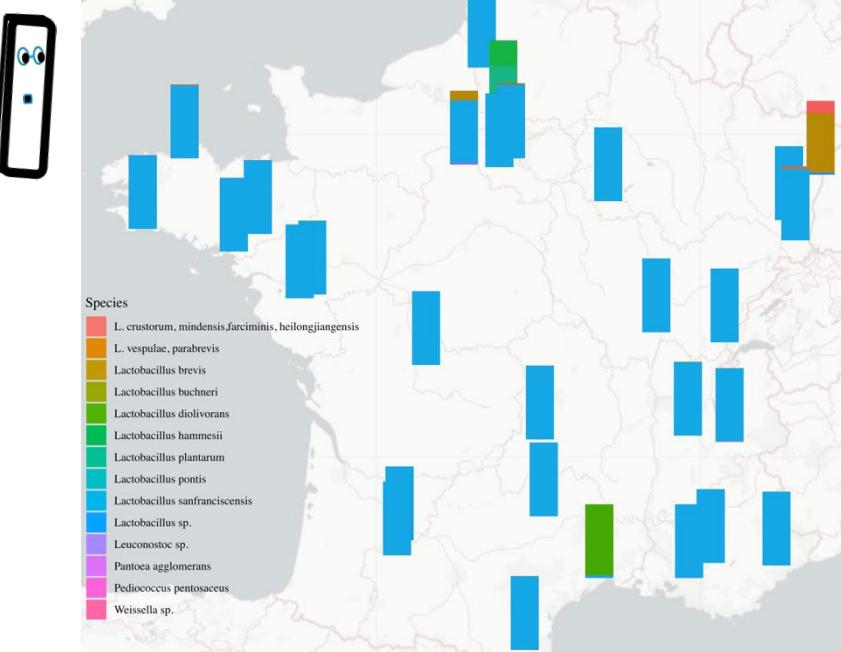
Acide lactique

Acide acétique

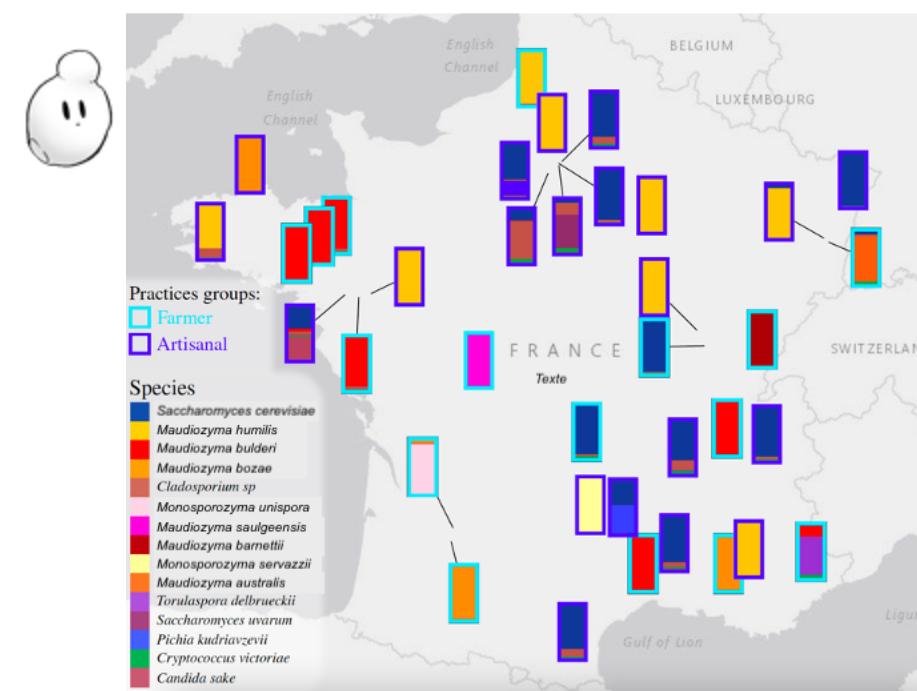


Diversité microbienne des levains français

Bactéries



Levures



Une nouvelle espèce de levure



Jacques et al., 2016

NR Dimanche
11 février 2018

sud vienne

agriculture

Pain : une levure unique au monde identifiée à Saulgé

Michel Perrin, paysan boulanger à Saulgé, est " inventeur " d'une levure unique au monde : la *Kazachstania saulgeensis*, maintenant référencée par l'INRA.

Au lieu-dit Les Plants, à Saulgé, Michel Perrin est paysan boulanger depuis une vingtaine d'année. Il est aussi un des premiers producteurs adhérents de l'association March'équitable (créeé en juillet 2011, avec un magasin boulevard Gambetta à Montmorillon).

Baptisée en référence au village de Saulgé

« Je suis agriculteur et boulanger autodidacte, précise-t-il. Tout a commencé grâce à l'Ecomusée du Montmorillonnais, qui avait organisé une formation pour la restauration des

repères

“ Contre la standardisation du goût ”



Les levures : une biodiversité gastronomique insoupçonnée (photo INRA).

« En France, nous avons un patrimoine exceptionnel de boulangeries artisanales, souligne Delphine Sicard, responsable du

vieux fours à pain. Ainsi, j'ai pu remonter mon vieux four des années 1850 et j'ai commencé à faire mon pain comme autrefois. Puis j'ai rencontré un autre paysan boulanger à Moulismes, qui m'a appris à faire du pain bio au levain naturel... »

Le levain est le résultat de la culture de bactéries et de levures se développant dans un simple mélange fermenté d'eau et de farine. « C'est un véritable organisme vivant que l'on élève, indique le boulanger. En 2013, j'ai été contacté par l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) qui venait de lancer un projet de recherches participatives sur la diversité des levures et des bactéries dans le levain naturel. Une quarantaine d'artisans et paysans boulanger, répartis sur toute la France, ont été mis à contribution, sous la direction

du " Je n'achète que le sel " Michel cultive lui-même ses semences (issues de variétés anciennes) et fait sa farine à l'aide d'une meule en granit. « Je n'achète que le sel, souligne-t-il. Je ne sais pas si la *Kazachstania saulgeensis*, en référence à la commune de Saulgé ». La souche de levure saulgeenne est ainsi l'unique représentante de l'espèce dans le monde. La diversité des le-



Michel Perrin cuit son pain dans le vieux four de sa ferme. Arrivé à l'âge de la retraite, Michel souhaite transmettre son entreprise et son savoir-faire. Contact : 06.63.47.55.43

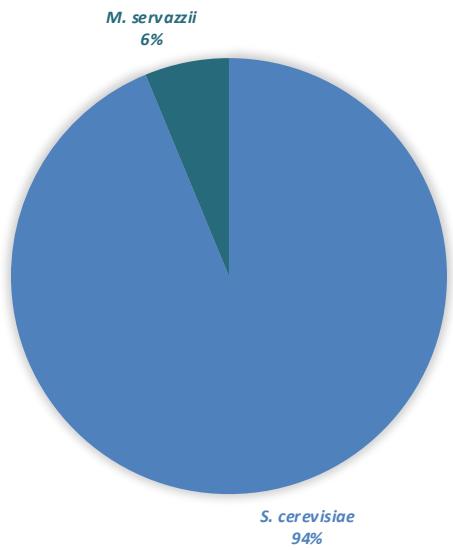
de l'enseignante chercheuse Delphine Sicard » (lire en encadré). Chaque échantillon de levain a été dilué et homogénéisé, puis mis en culture. Les chercheurs ont ainsi isolé plus de 1 500 souches de levures et de bactéries.

En analysant leur ADN, les scientifiques ont mis au jour une incroyable biodiversité. « Une espèce de levure inconnue à ce jour a été découverte dans mon levain », explique Michel Perrin. Elle a été baptisée *Kazachstania saulgeensis*, en référence à la commune de Saulgé ». La souche de levure saulgeenne est ainsi l'unique représentante de l'espèce dans le monde. La diversité des le-

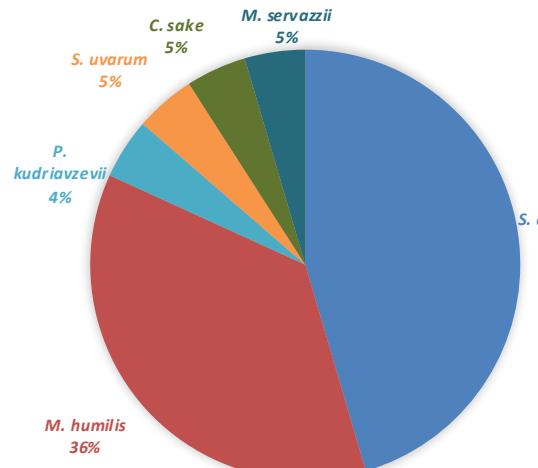
Cor. : Vincent Ribault

Diversité des espèces de levure selon les filières en France

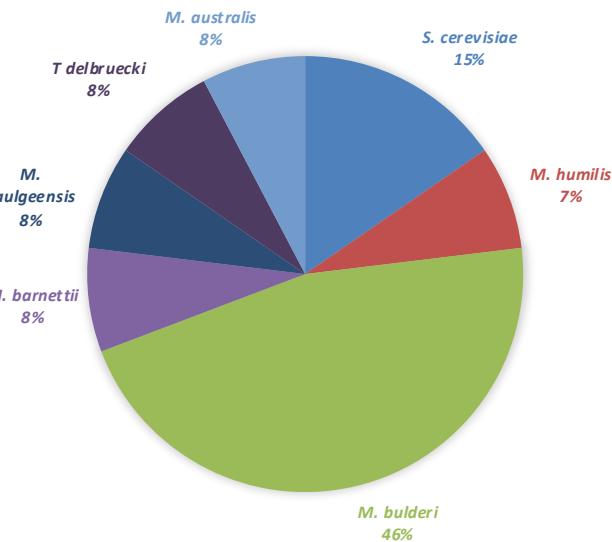
Non « bio » (n=16)



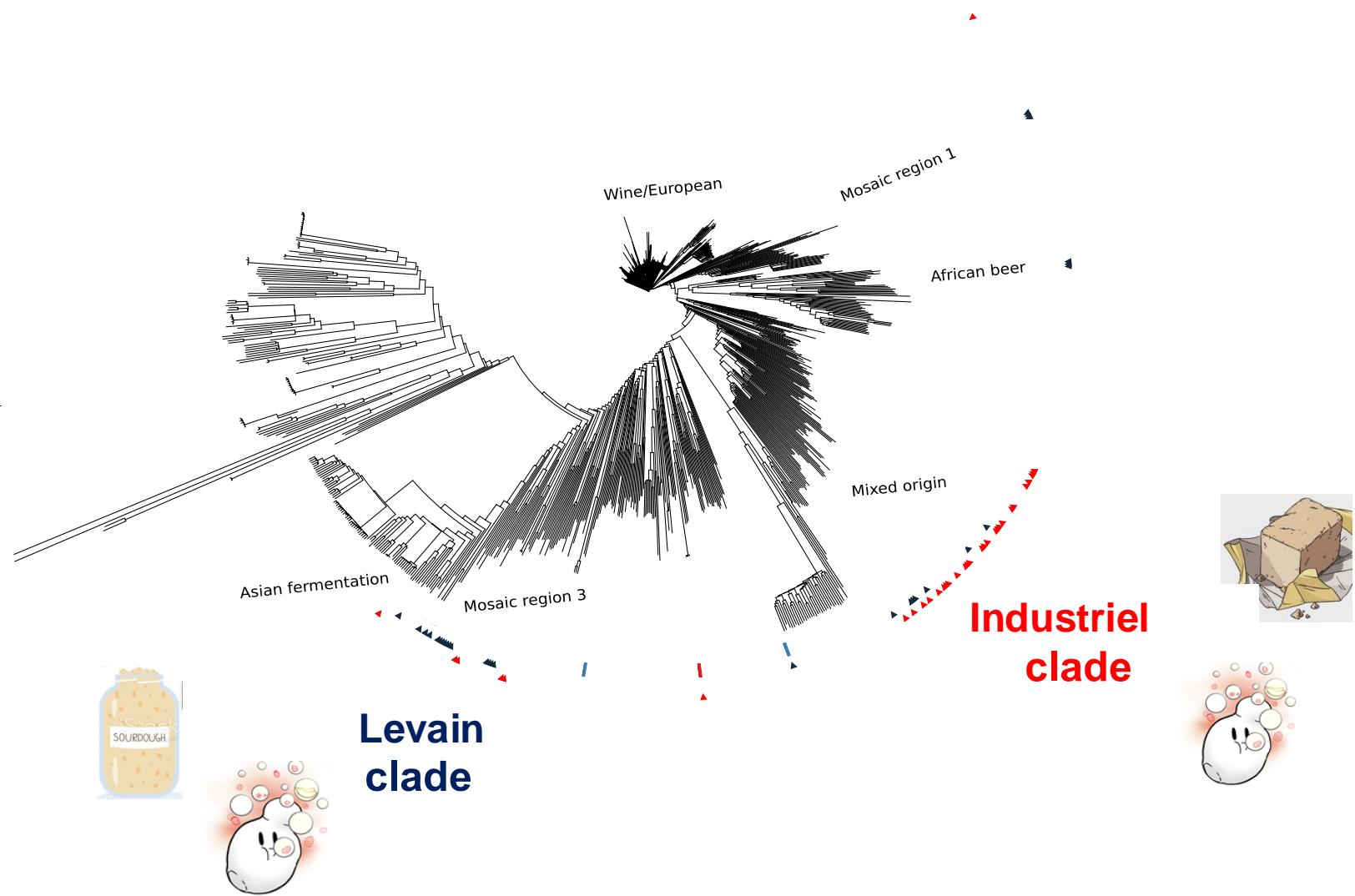
Artisanale (n=22)



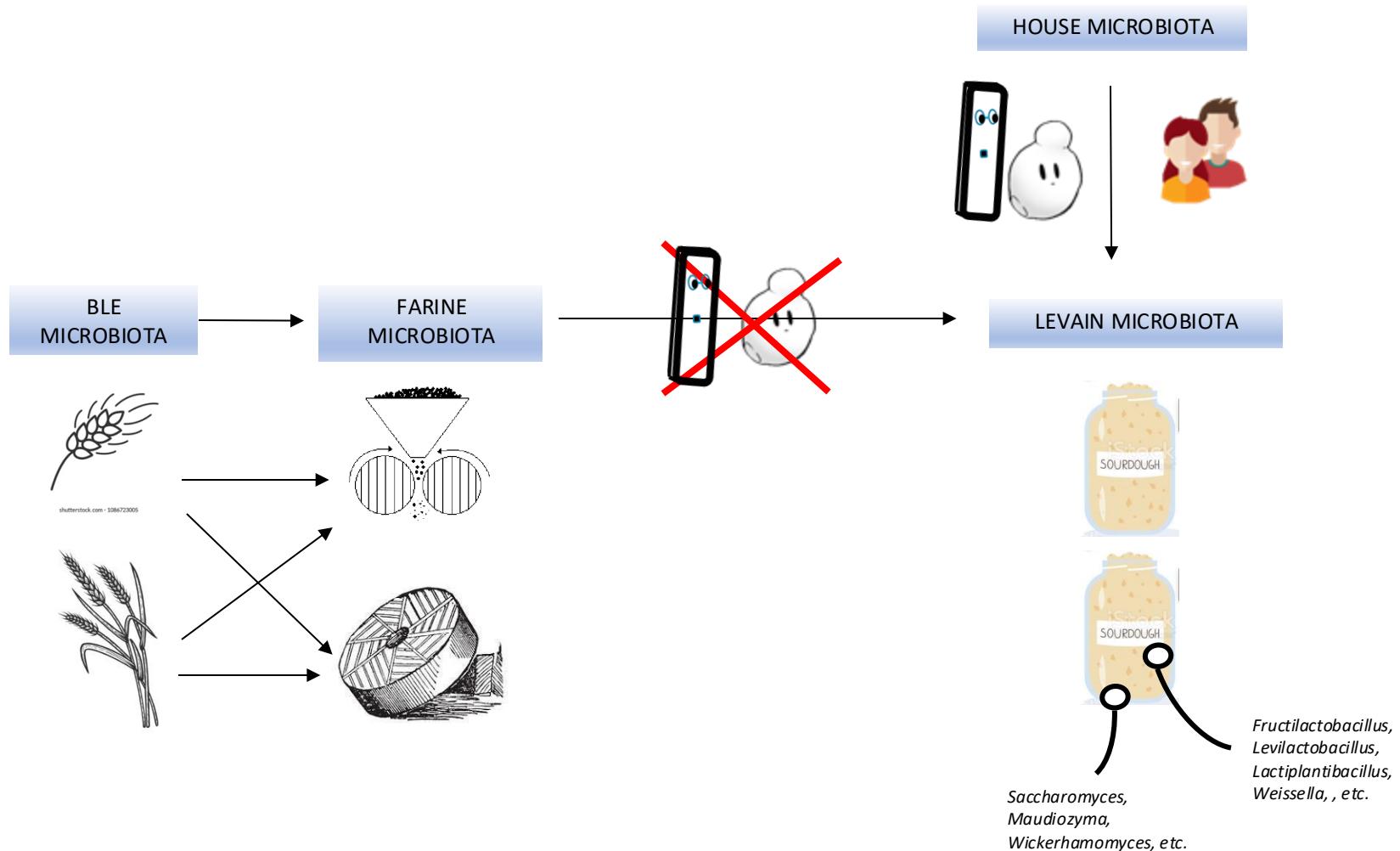
Paysanne (n=12)



Les populations de *Saccharomyces cerevisiae* isolées des levains diffèrent des starters industriels



D'où vient cette diversité d'espèce ?



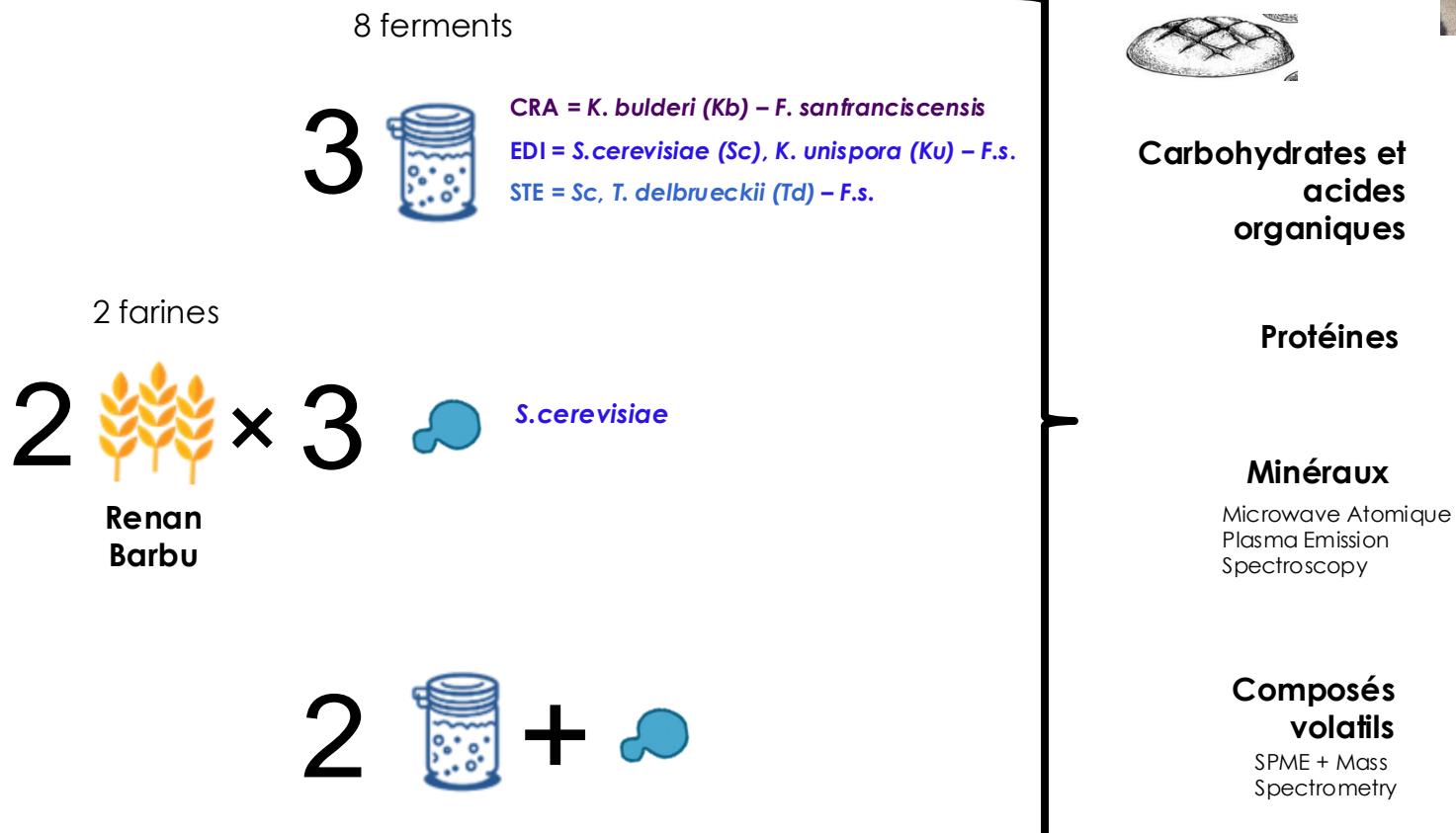
Une grande diversité d'espèce de levure dans la filière boulangerie au levain en France

- Les filières artisanales, paysannes à faible intrant hébergent plus de diversité que les autres
- Les filières paysannes, artisanales à faible intrant n'hébergent pas la même diversité d'espèce
- Les souches starter commerciales, utilisé aussi dans l'industrie, n'ont pas envahi les levains naturels

Questions de recherche

- Quelle est la biodiversité microbienne dans les filières de la boulangerie au levain ?
- Quel est l'effet du levain sur la qualité nutritionnelle et organoleptique du pain ?

Un dispositif expérimental de recherche participative



Processus de panification

Pétrissage



Pointage : fermentation 1



Division



Boulage-façonnage



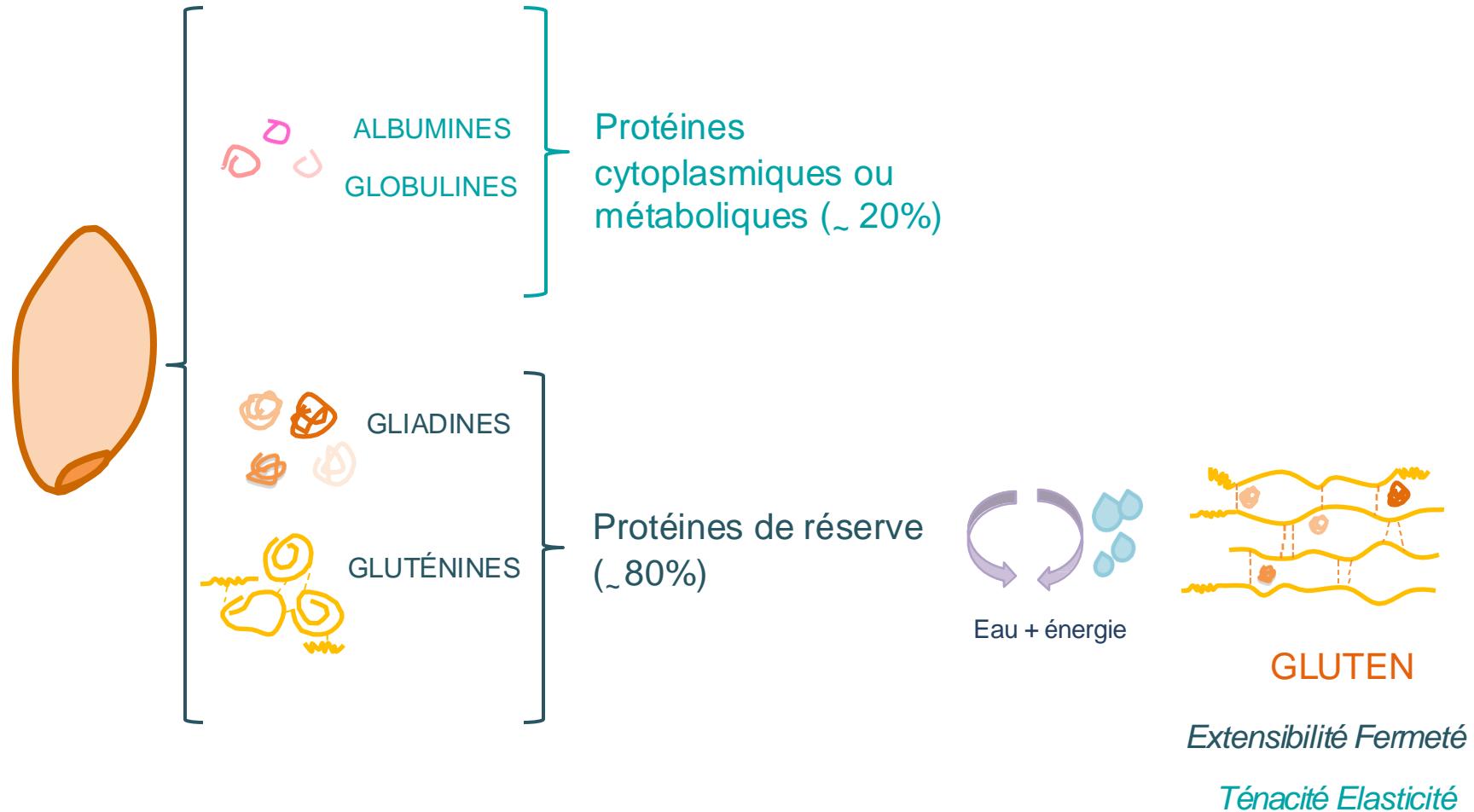
Apprêt : fermentation 2



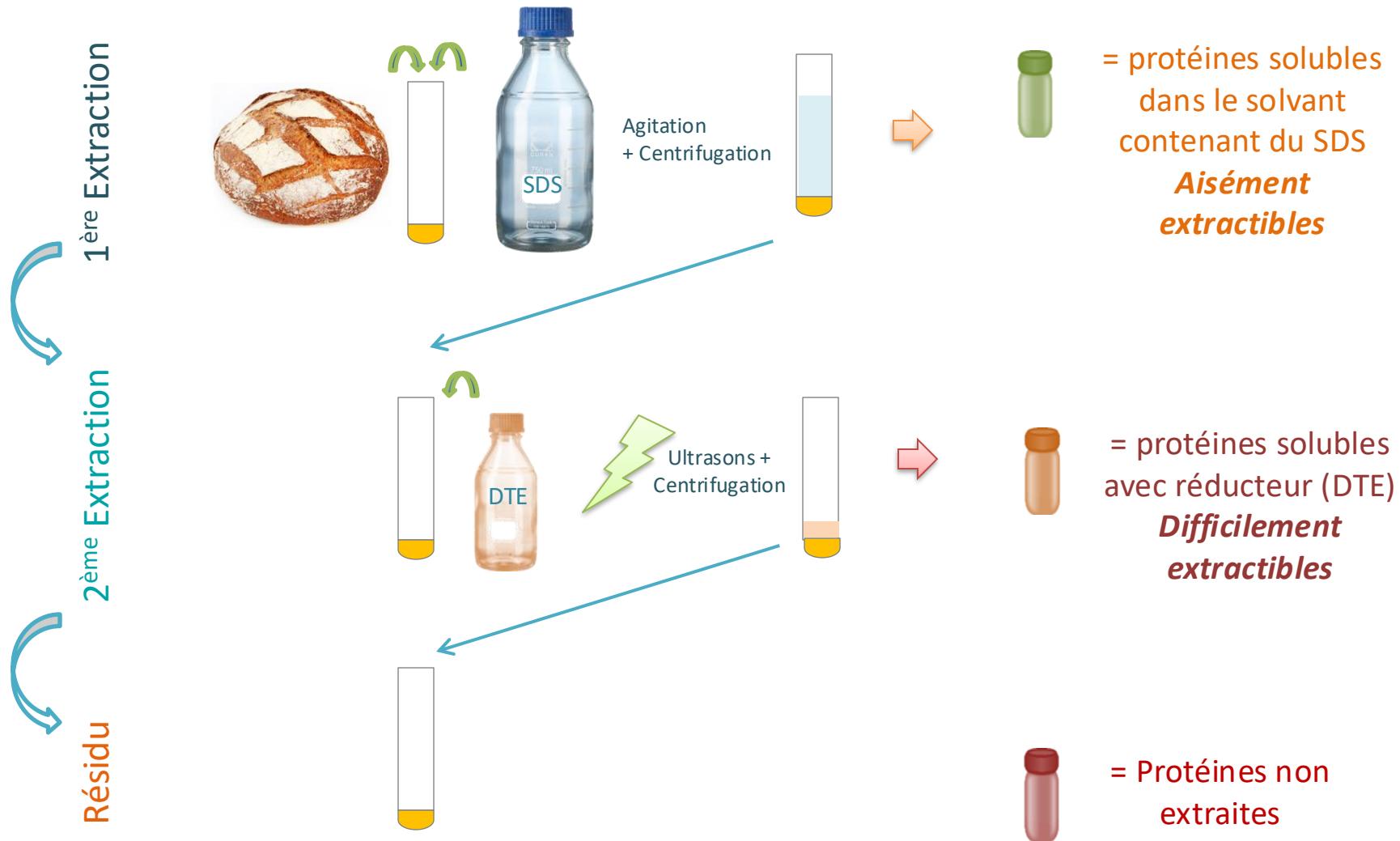
Grigne-Cuisson



Les protéines du blé : du grain à la pâte



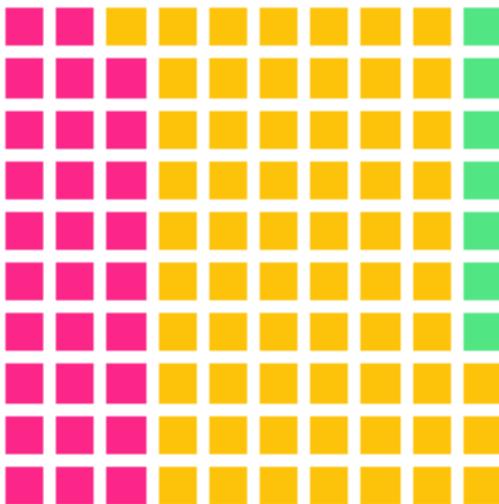
Comment analyser la solubilité des protéines des pains ?



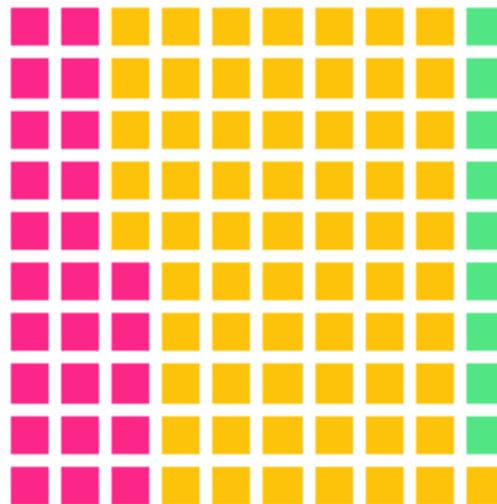
Plus de protéines solubles dans le pain au levain



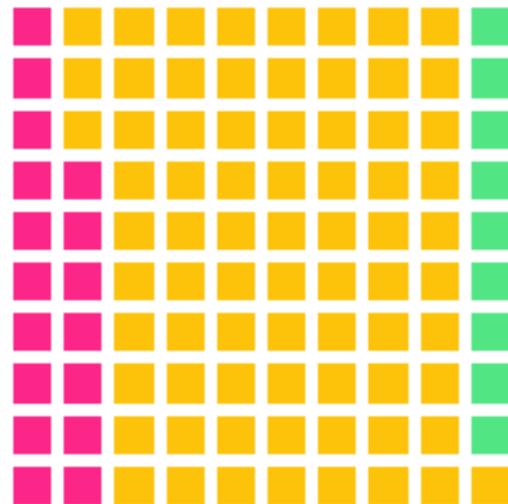
Pain au levain



Pain
levain+levure

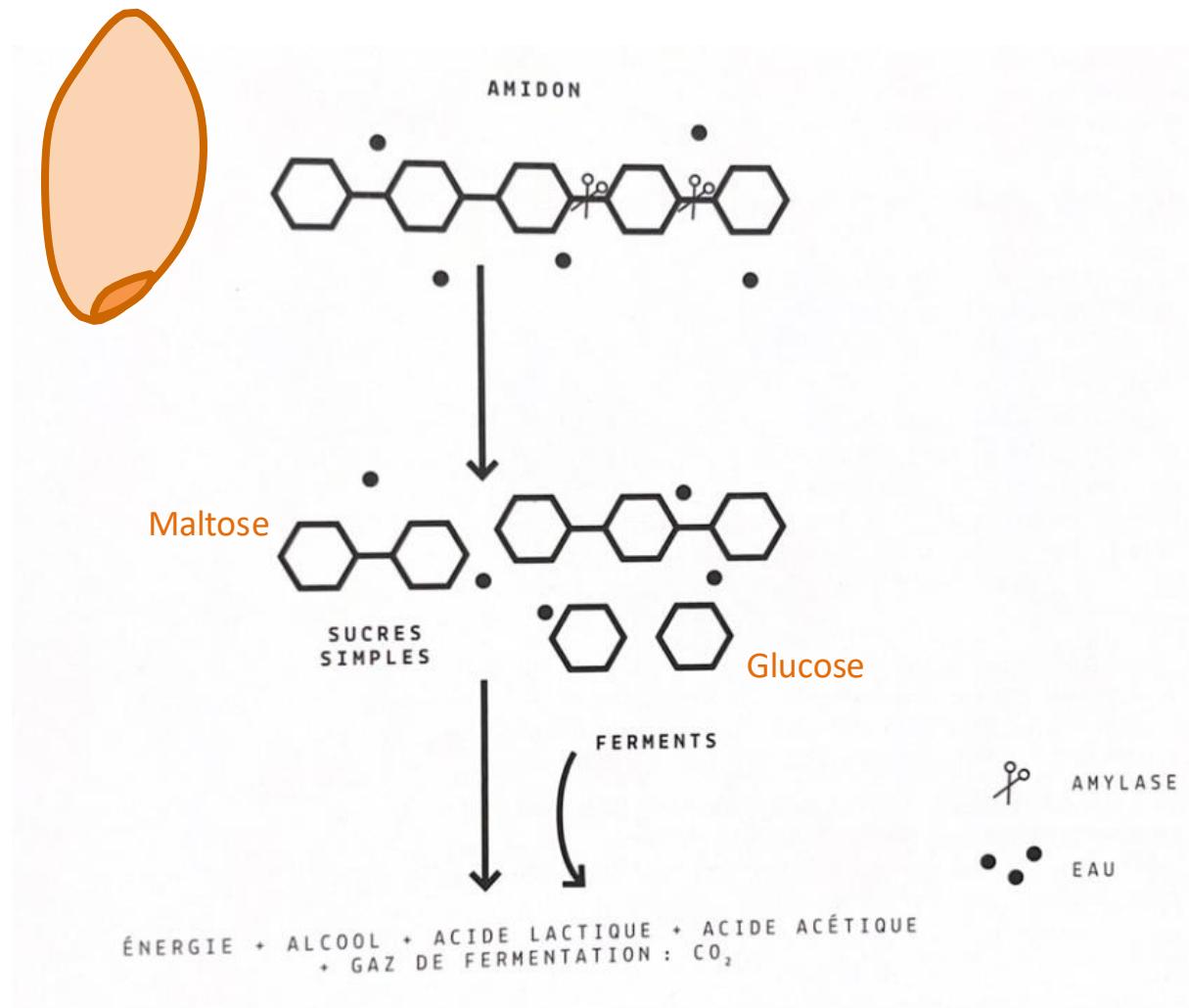


Pain à la levure

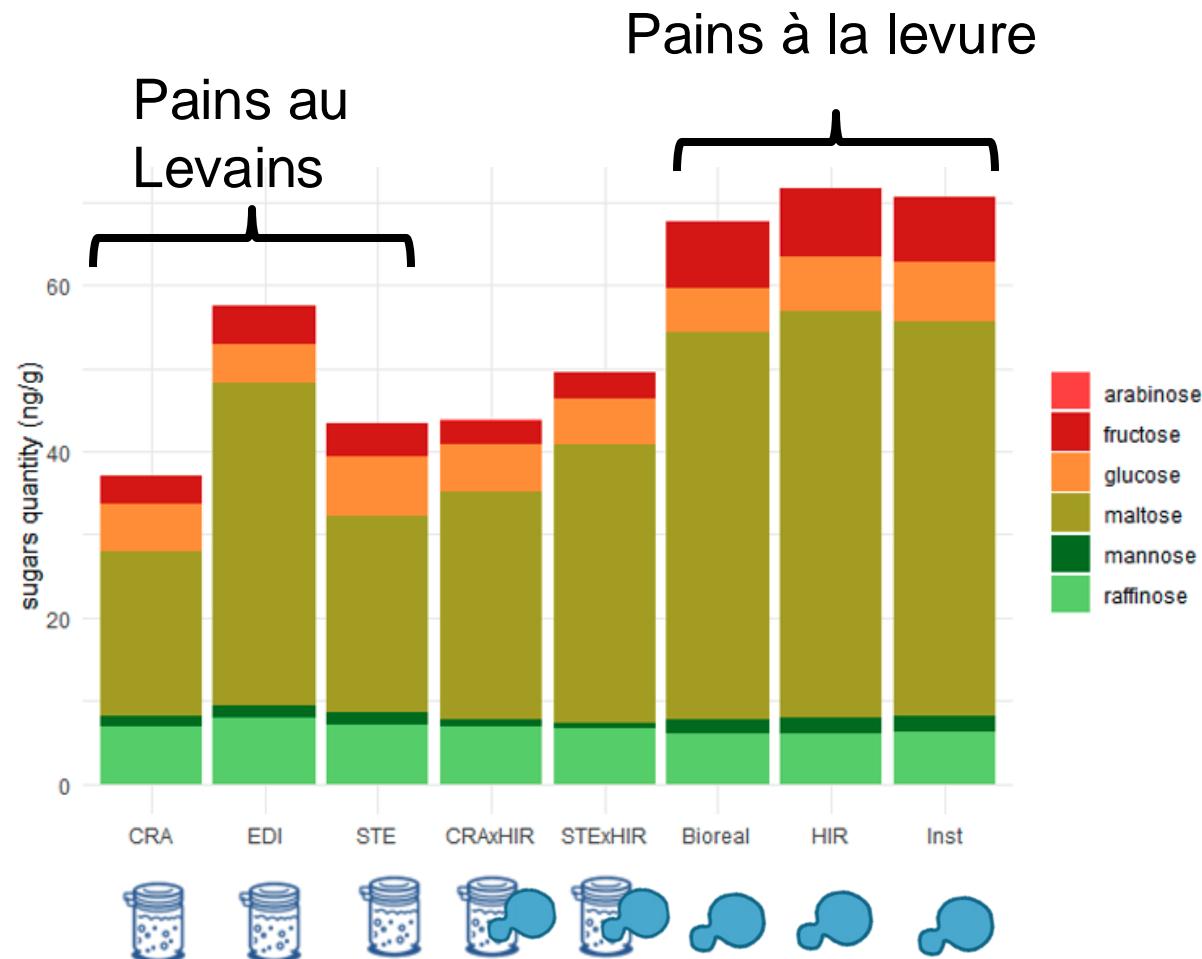


- *Aisément extractibles*
- *Difficilement extractibles*
- *Non extractibles*

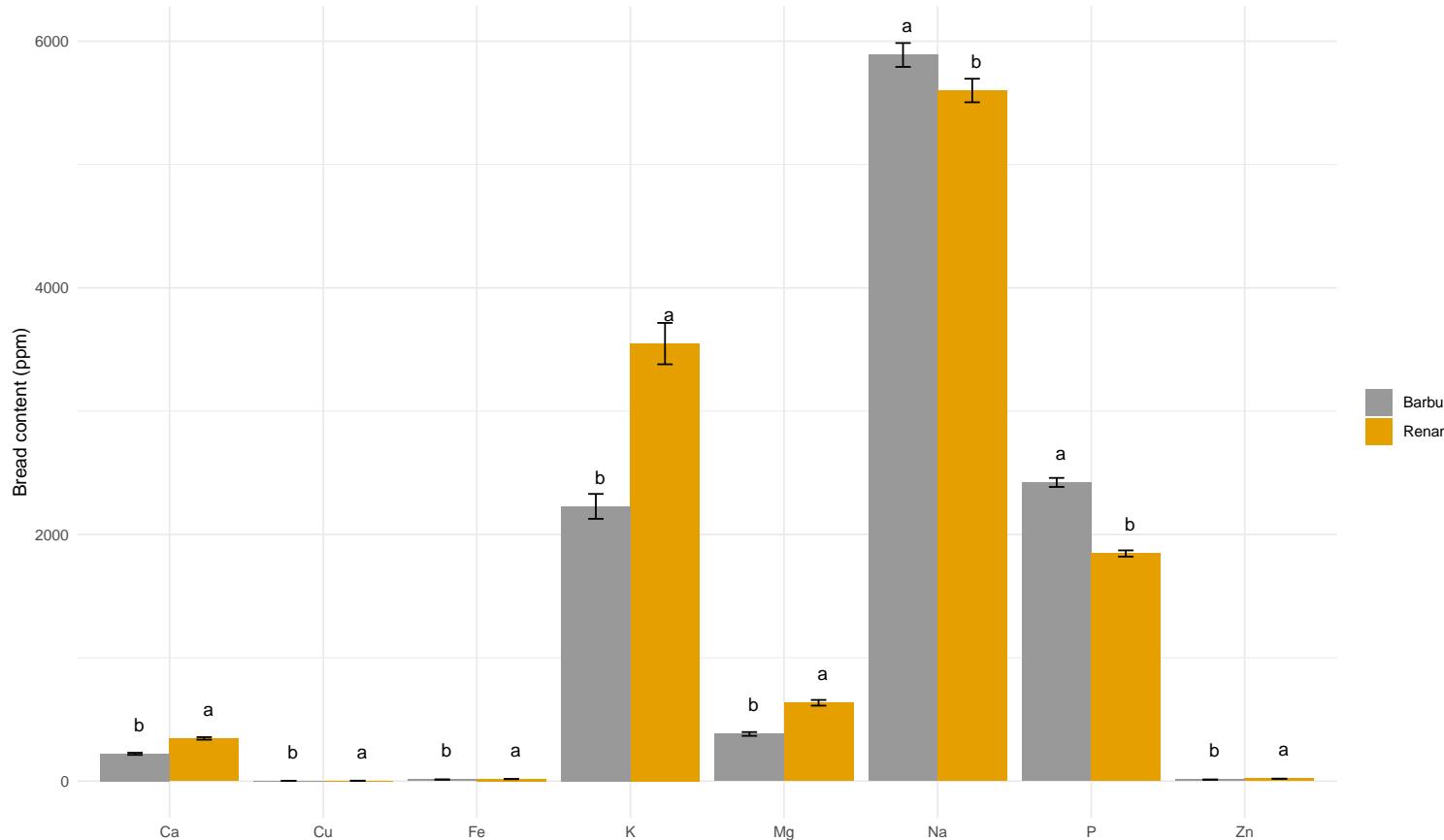
Les sucres du blé : du grain à la pâte



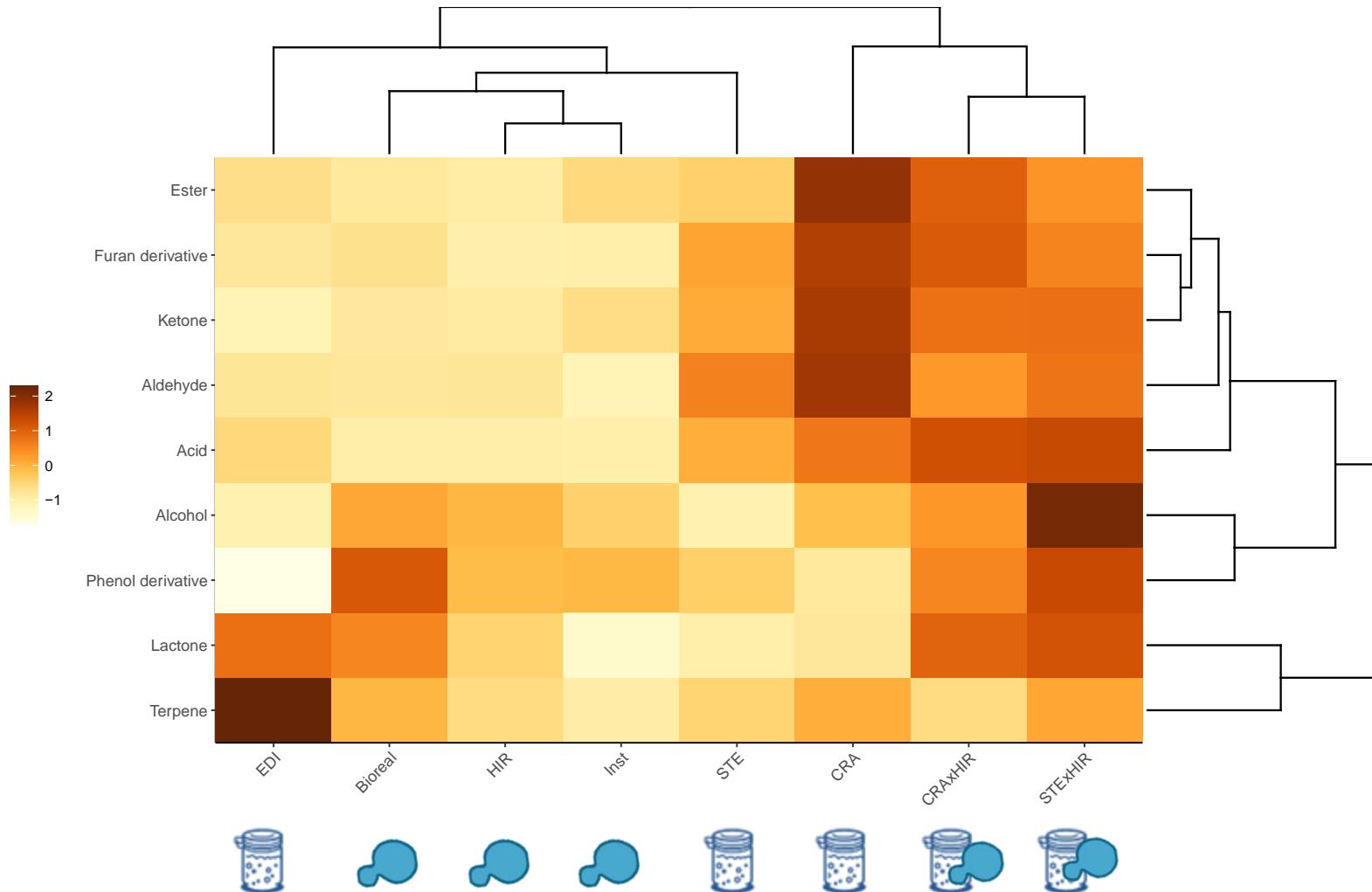
Moins de sucres simples dans le pain au levain



Le contenu en minéraux depend des variétés



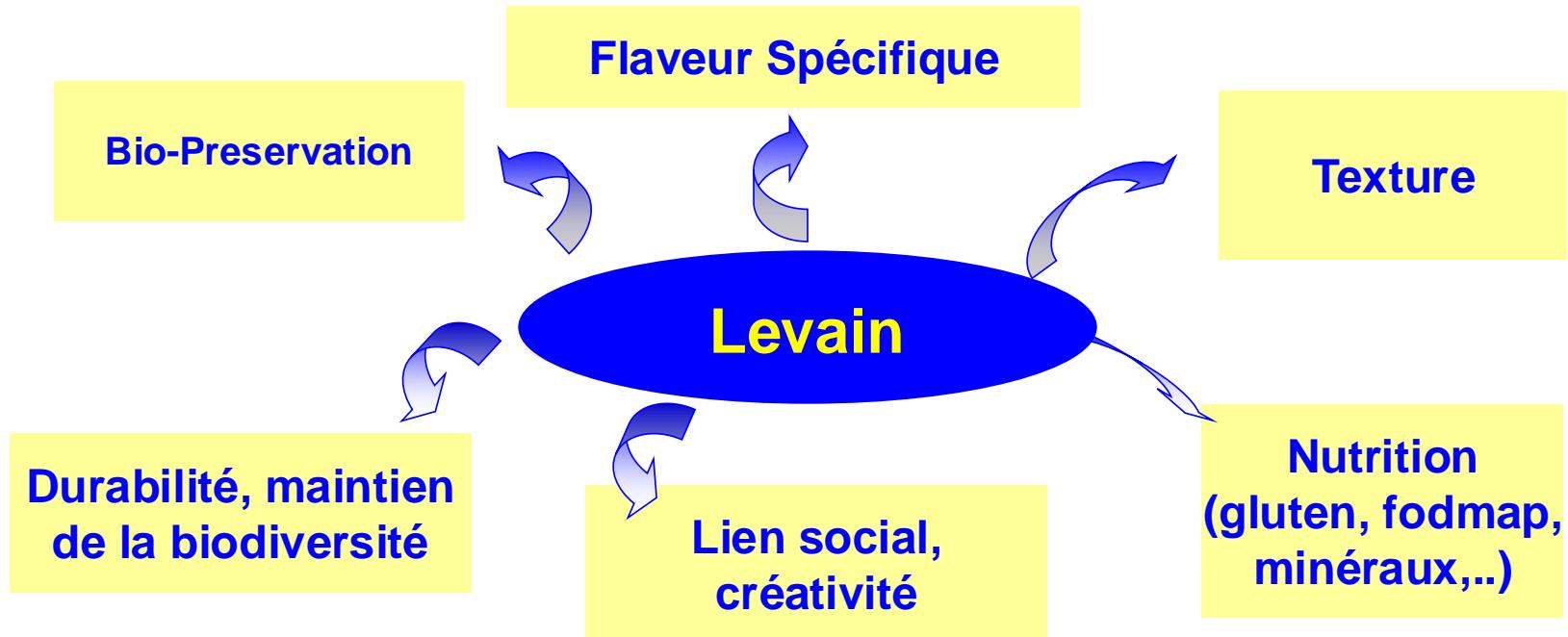
Les arômes des pains dépendent du type ferment



Effet des levains sur la qualité nutritionnelle et organoleptique des pains

- Les pains au levain ont un contenu en protéine soluble plus important et un contenu en sucre simple moins important
- Ils ont des caractéristiques aromatiques différents

Conclusion



P. Roussel, B. Onno, E. Michel, D. Sicard, coord.



La panification au levain naturel

La panification au levain naturel

Glossaire des savoirs

Phase ascendante



Le levain bulle
(levain liquide
en phase montante)



Le levain moutonne (levain
crémeux en phase montante)
et lorsqu'il est plus actif
« le levain bouillonne »

Phase descendante



Le levain sédimente
(levain liquide)



Le levain s'évente
(levain crémeux)



Le levain craque
(levain pâteux)

Le levain gerce
(levain pâteux)

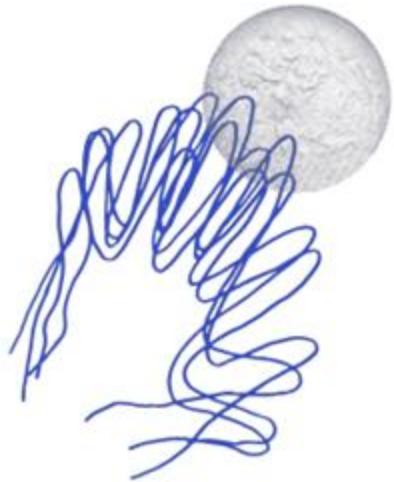
Quæ



éditions
Quæ

et la suite ?

Levains : Diversité, Typicité et Terroir



***Accroître les savoirs et accompagner
l'évolution des pratiques boulangères au
levain***

2024-2027



INRAE



L'INSTITUT
agro Montpellier

IAAC

Arts des Images
et Art Contemporain
EA 4658

École Internationale de boulangerie

École Internationale de boulangerie

Bio

Aude

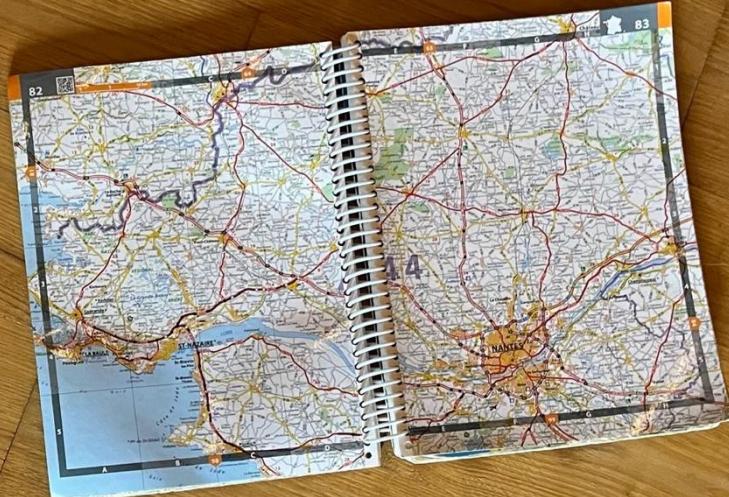
COMPAGNONS
DEVOR

au fil du pain

CO₂

CH₄ LUTIN
BIOLOGIQUE

COMMENT
LE MILIEU
ET L'HISTOIRE
DU FOURNIL
INFLUENCENT
LA BIODIVERSITÉ
DU LEVAIN
ET LA TYPICITÉ
DU PAIN ?



Levains: des témoins de notre processus



Élever un levain
20'40, 2023

Avec Cécile Berthellot, Jean-François Berthellot, Julie Bertrand, Émile Blaque, Vincent Dufresne, Stéphane Marrou, Lucas Mersh, Delphine Sicard, Lauriane Mietton, Kristel Moinet, Marie Preston, Delphine Sicard, Axel Wurtz, Denis Cassan et Camille Vindras.

Réalisation et montage : Marie Preston
Prise de son : Mathilde Chenin
Création sonore : Performance collective orchestrée par Denis Cassan et Marie Preston.

https://marie-preston.com/fr/Projets/Levain__2021-2022

<https://www.kefirensemble.org/actualites/webinaire-delphine-sicard-18-septembre-2024>

Vous voulez participer ?

- Occitanie, Axel Wurtz :
axel.wurtz@bio-aude.com
- Bretagne-Grand ouest, Julie Bertrand :
triptoleme.formation.boulange@gmail.com
- Rhône-Alpes, Laurianne Mietton :
lau.mietton@gmail.com
- Éducation, Camille Vindras et Emile Blaque :
camille.vindras@gmail.com
e.blaque28@compagnons-du-devoir.fr
- Art, Marie Preston :
preston.marie@gmail.com
- Science, Delphine Sicard :
delphine.sicard@inrae.fr

*Vous voulez être
informé ?
axel.wurtz@bio-aude.com*



INRAE



L'INSTITUT
agro Montpellier



Arts des Images
et Art Contemporain
EA 4010



école internationale de boulangerie



Ont contribué au projet ... BAKERY (2014-2018), Qualevolpain (2019-2022)

Farmer-Millers-Bakers

Xavier Dell'armi
Lili Moyses
Michel Perrin
Hélène Chaudy
Laurence Bonnel
Gilles-Richard Houdin-Decombe
Charles Poilly
Marylène et Louis Marie Bonneau
Françoise et Alain Bourgeois
Christophe Rostalski
Cécile Dubart

Marène Ducasse
Laurence Bonnel
Alain Montard & team
Le Pain des Cairns
Marc Baylet & team
Stéphane Pichard
Robin (Biodélices)
Alexandra Gainon
Christian Dalmasso
Olivier Jouve
Johan Puel
Terres de Solan
Moulin Raspailou
Laurent Marteau
Florent Mercier
Gilles Simmonneaux
Lycée agricole le Rhei
And 31 others...



Microbiologists

Elisa Michel
Lauriane Mietton
Charlotte Urien
Lucas Von gastrow
Serge Casaregola
Belen Carbonetto

Xavier Dousset
Cécile Grondin
Stéphane Guezenec
Emilie Lhomme
Marie-Noelle Madec
Thérèse Marlin
Thibault Nidelet
Bernard Onno
Sandrine Pinos
Johann Ramsayer
Véronique Sarilar
Diego Segond
Florence Valence

Psycho-sociologists

Estelle Masson
Sabdrine Bubendorf
Léocadie Lapicque

Arôme

Pedgy Rigou
Valérie Nolleau
Soline Caillé

Plant geneticist/agronomist

Véronique Chable
Isabelle Goldringer
Simon Rousselot
Estelle Serpoley
Bruno Taupier-Letage
Mathieu Thomas
Camille Vindras

Bio-mathematician

Judith Legrand

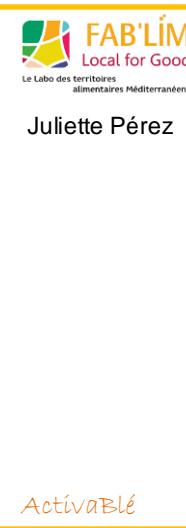
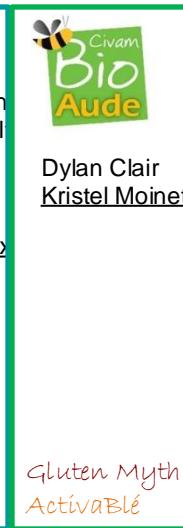
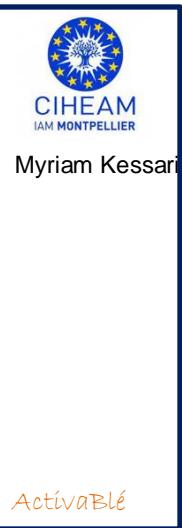
Bioinformatician

Frederic Bigey
Hugo deVillers
Olivier Rué

Food science –
Milling – Bakery
Marc Dewalque
Philippe Roussel



Ont contribué au projet... Gluten Mythe (2018-2022)



Merci pour votre attention !

Un grand merci aux doctorants



Charlotte
Urien



Elisa Michel



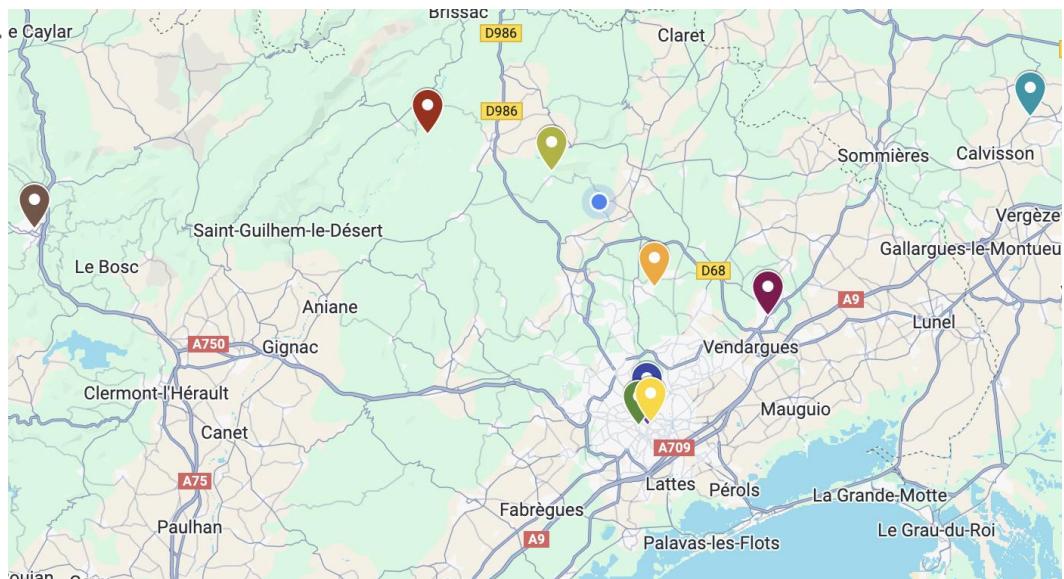
Lucas
von Gastrow



Lauriane
Mietton

Et aux participants paysan.nes-boulanger.es et boulanger.es de la région...

- 📍 Au levain du soleil, Domaine ...
- 📍 Au rythme du pain (1)
- 📍 Casa pan (1)
- 📍 Daveloza (1)
- 📍 Des rêves et du pain (1)
- 📍 Du grain au pain (1)
- 📍 La distillerie (1)
- 📍 Les copains du pic (1)
- 📍 Pain brut (1)
- 📍 Pains Cassan (1)





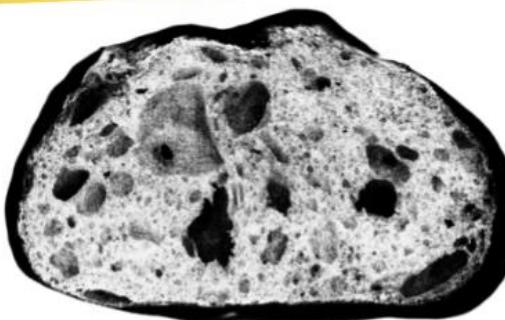
Levains

2024-2027

Un projet de recherche participative rassemblant boulanger.es, paysan.nes, scientifiques, artistes



Microbiologie des
fournils



Terroir et typicité des pains



Un réseau de passeur.es



Construire le commun

En français

- <https://www.triptoleme.org/recherche-et-publications>
-> du blé au pain, impact des levains en panification biologique
Onno et al. 2021. Edition universitaire européennes
- <https://www.quae.com/produit/1638/9782759231676/la-panification-au-levain-naturel>
-> la panification au levain naturel, glossaire des pratiques.
Roussel et al. 2020. Edition QOAE
- Sicard D. Le monde des pains au levain. Sciences Ouest. 2016;12-3.

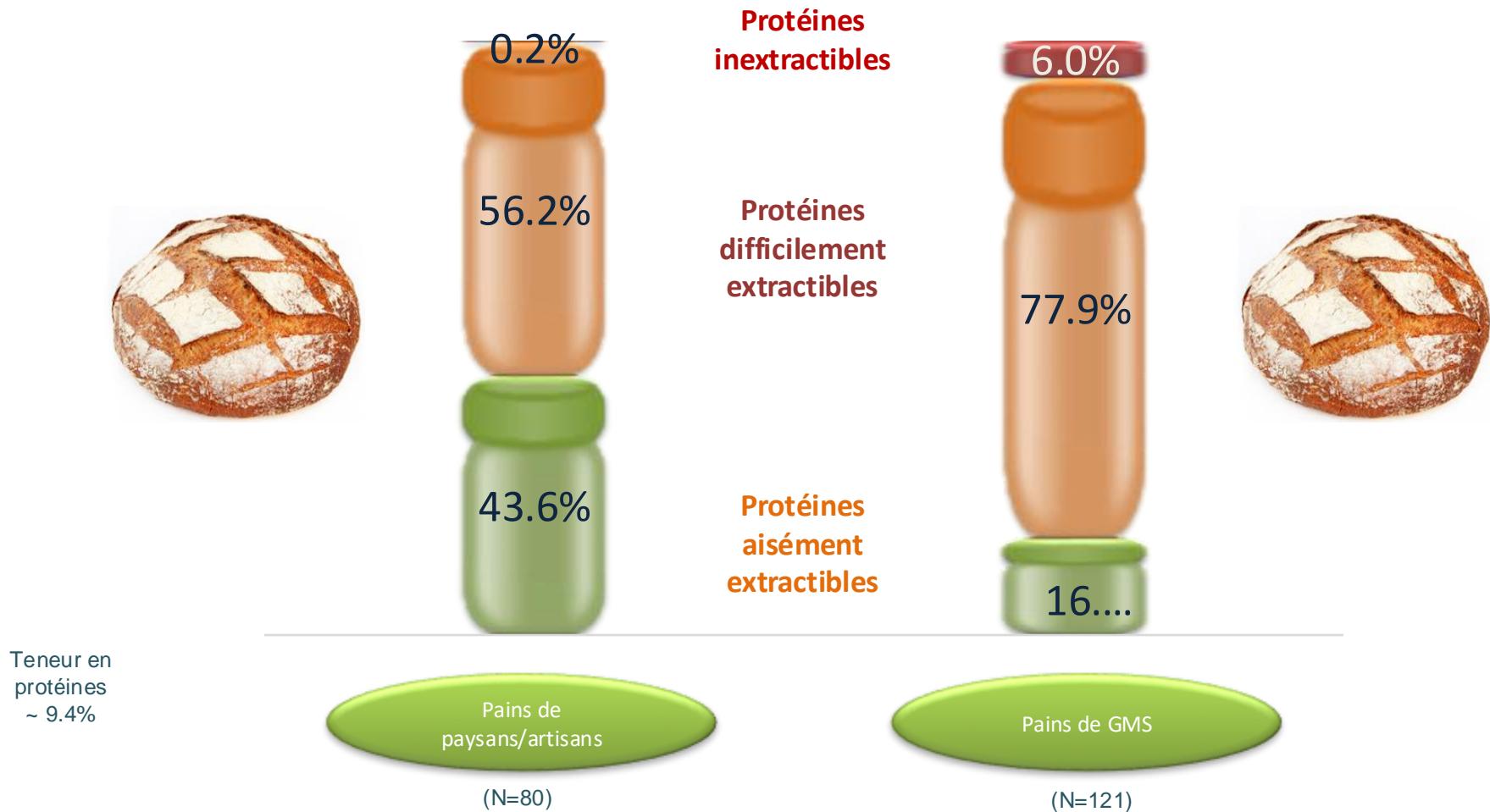
Références

- de Guidi I., Legras J.-L., Galeote V., Sicard D. (2023). Yeast domestication in fermented food and beverages: past research and new avenues. *Current Opinion in Food Science*, 51, 101032, <https://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101032>, <https://hal.inrae.fr/hal-04186307>
- Rué O., Coton M., Dugat-Bony E., Howell K., Irlinger F., Legras J.L., Loux V., Michel E., Mounier J., Neuvéglise C., Sicard D. (2023). Towards a more accurate metabarcoding approach for studying fungal communities of fermented foods. *Peer Community Journal*, 3 :e97, <https://dx.doi.org/10.24072/pcj.microbiol.100007>, <https://hal.inrae.fr/hal-04237896>
- Michel E., Masson E., Bubbendorf S., Lapicque, L. Nidelet T., et al. (2023). Artisanal and farmer bread making practices differently shape fungal species community composition in French sourdoughs. *Peer Community Journal*, 3, pp.e11. <https://dx.doi.org/10.24072/pcjournal.237> <https://hal.inrae.fr/hal-04206586>
- Devillers H., Sarilar V., Grondin C., Sterck L., Segond D., Jacques N., Sicard D., Casaregola S., Tinsley C. (2022). Whole-Genome Sequences of Two *Kazachstania barnettii* Strains Isolated from Anthropic Environments. *Genome Biology and Evolution*, 14 (2), evac007, <https://dx.doi.org/10.1093/gbe/evac007>, <https://hal.inrae.fr/hal-03664873>
- von Gastrow L., Michel E., Legrand J., Amelot R., Segond D., Guezenec S., Rué O., Chable V., Goldringer I., Dousset X. ... Sicard D. (2022). Microbial community dispersal from wheat grains to sourdoughs : a contribution of participatory research. *Molecular Ecology*, <https://dx.doi.org/10.1111/mec.16630>, <https://hal.inrae.fr/hal-03741463>, OA
- Mietton L., Samson M.-F., Marlin T., Nolleau V., Guezenec S., Segond D., Nidelet T., Desclaux D., Sicard D. (2022). Impact of Leavening Agent and Wheat Variety on Bread Organoleptic and Nutritional Quality. *Microorganisms*, 10 (7), 1416, <https://dx.doi.org/10.3390/microorganisms10071416>, <https://hal.inrae.fr/hal-03749787>
- Bigey F., Segond D., Friedrich A., Guezenec S., Bourgais A., Huyghe L., Agier N., Nidelet T., Sicard D. (2021). Evidence for Two Main Domestication Trajectories in *Saccharomyces cerevisiae* Linked to Distinct Bread-Making Processes. *Current Biology - CB*, 31, 722-732, <https://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2020.11.016>, <https://hal.inrae.fr/hal-03110131>, OA
- Urien C, LEGRAND J, Montalent P, Casaregola S, Sicard D. Fungal Species Diversity in French Bread Sourdoughs Made of Organic Wheat Flour. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10:np.
- Carbonetto B, Ramsayer J, Nidelet T, Legrand J, Sicard D. Bakery yeasts, a new model for studies in ecology and evolution. *Yeast* [Internet]. [cité 31 août 2018];0(ja). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/yea.3350>
- Michel E, Monfort C, Deffrasnes M, Guezenec S, Lhomme E, Barret M, et al. Characterization of relative abundance of lactic acid bacteria species in French organic sourdough by cultural, qPCR and MiSeq high-throughput sequencing methods. *International Journal of Food Microbiology*. 19 déc 2016;239:35-43.
- Lhomme E, Orain S, Courcoux P, Onno B, Dousset X. The predominance of *Lactobacillus sanfranciscensis* in French organic sourdoughs and its impact on related bread characteristics. *Int J Food Microbiol*. 20 nov 2015;213:40-8.

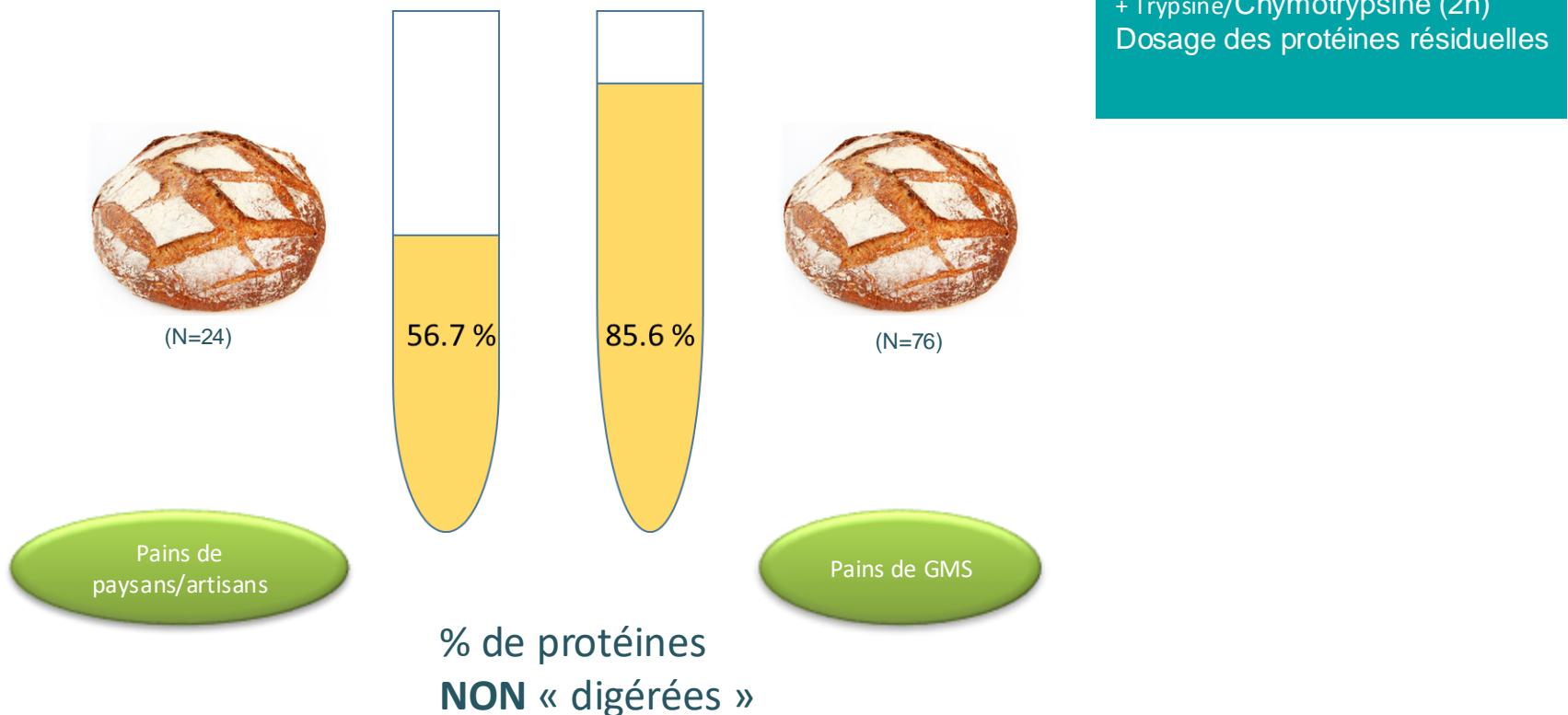
En français

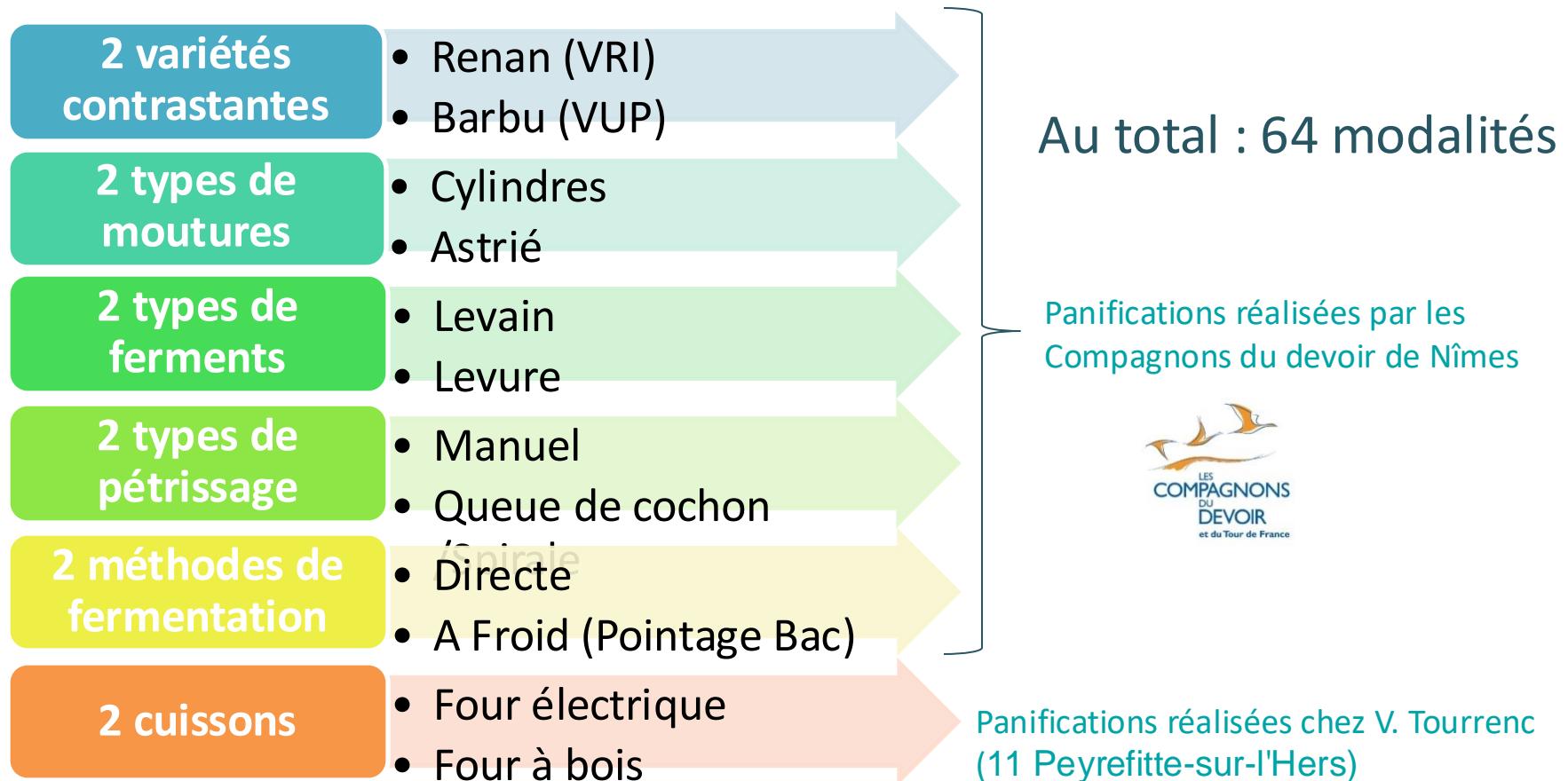
- <https://www.triptoleme.org/recherche-et-publications>
-> du blé au pain, impact des levains en panification biologique
Onno et al. 2021. Edition universitaire européennes
- <https://www.quae.com/produit/1638/9782759231676/la-panification-au-levain-naturel>
-> la panification au levain naturel, glossaire des pratiques. Roussel et al. 2020. Edition QOAE

Comparaison de pains de paysans/artisans et de pains de GMS

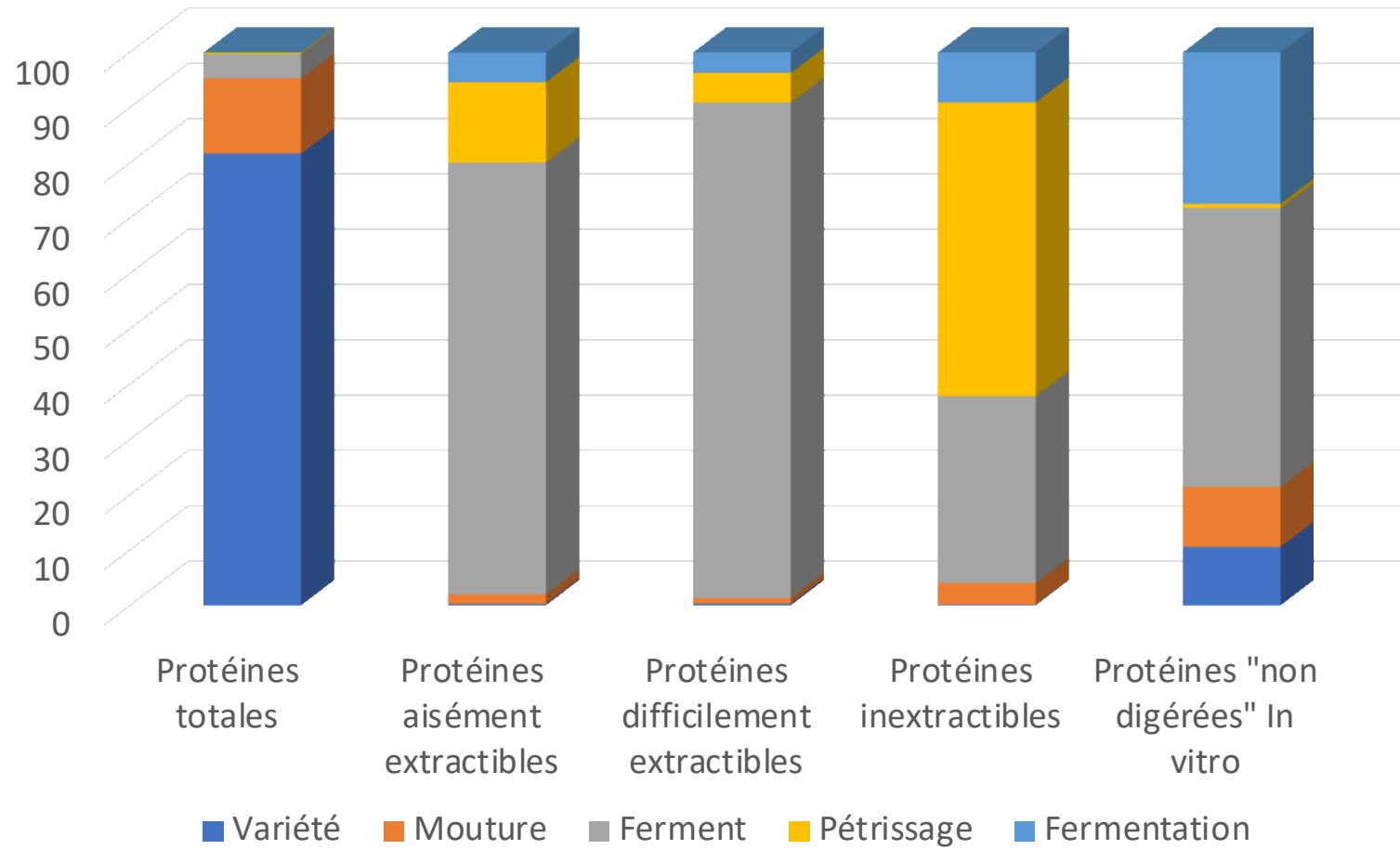


Digestibilité des protéines

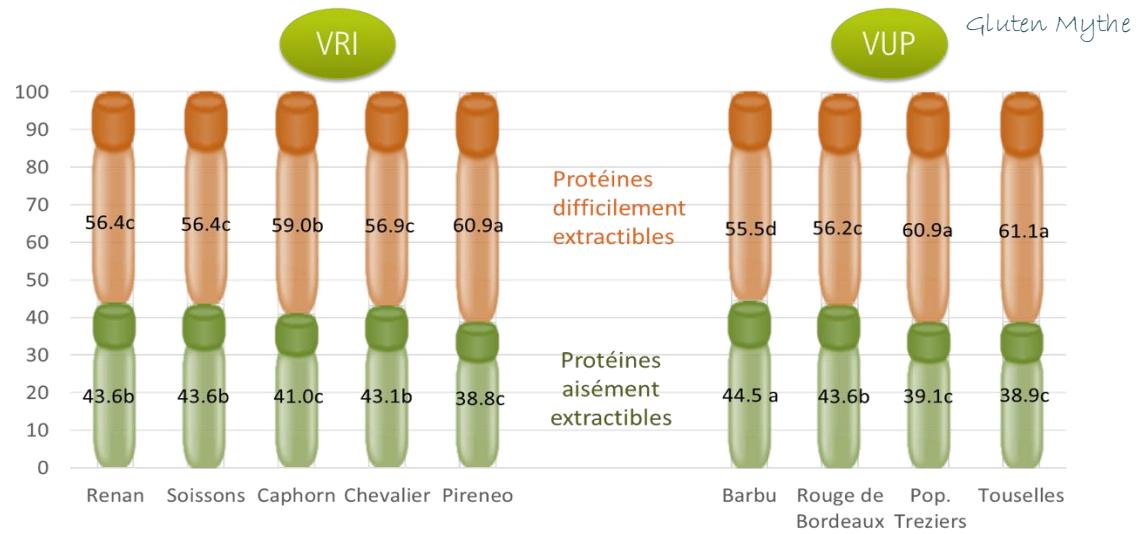




En résumé



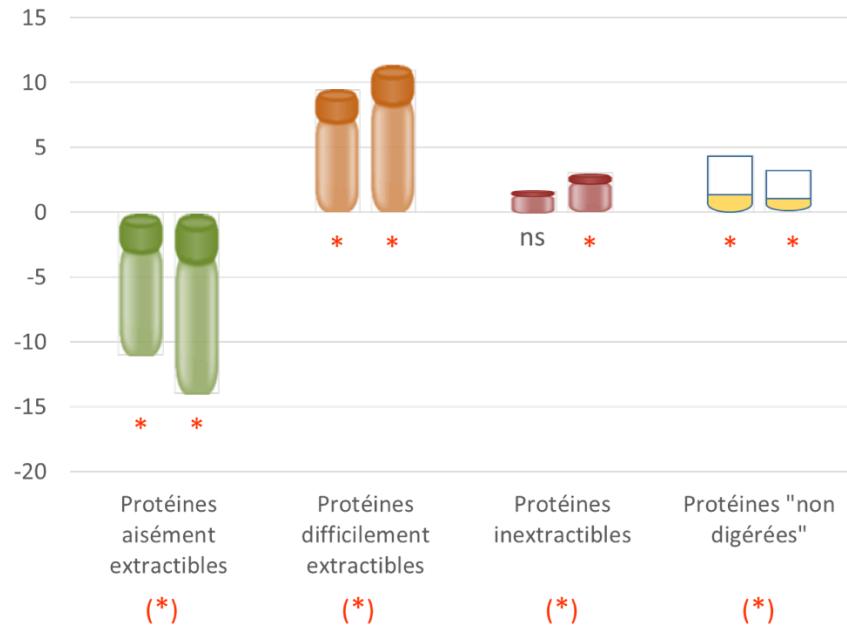
Variété utilisée : que retenir ?



La facilité d'extraction des protéines varie selon les variétés

Les résultats ne permettent pas de conclure que, en moyenne, les variétés utilisées par les paysans auraient des protéines plus facilement extractibles que les variétés recommandées par l'industrie

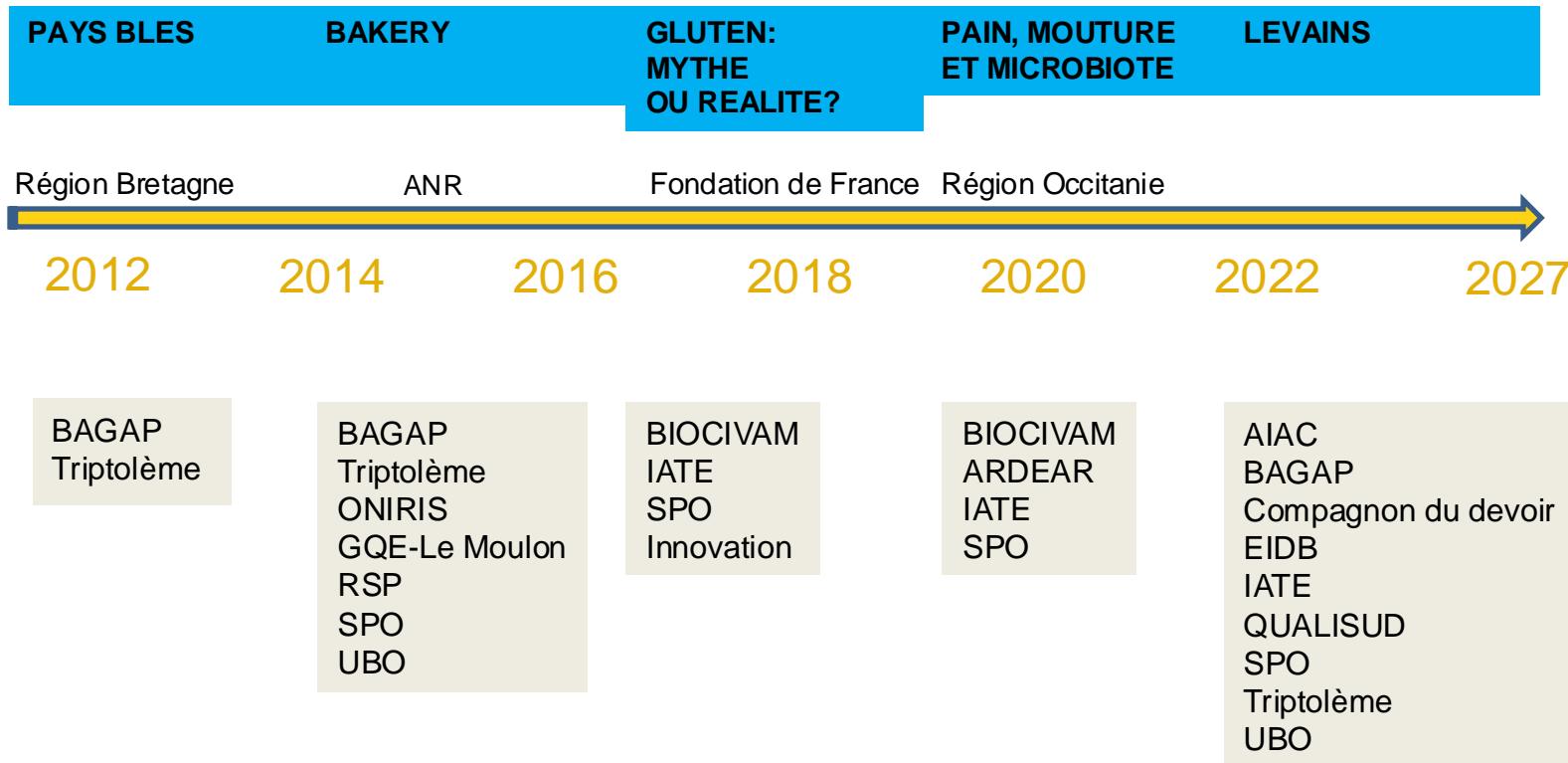
Impact du ferment Que retenir ?



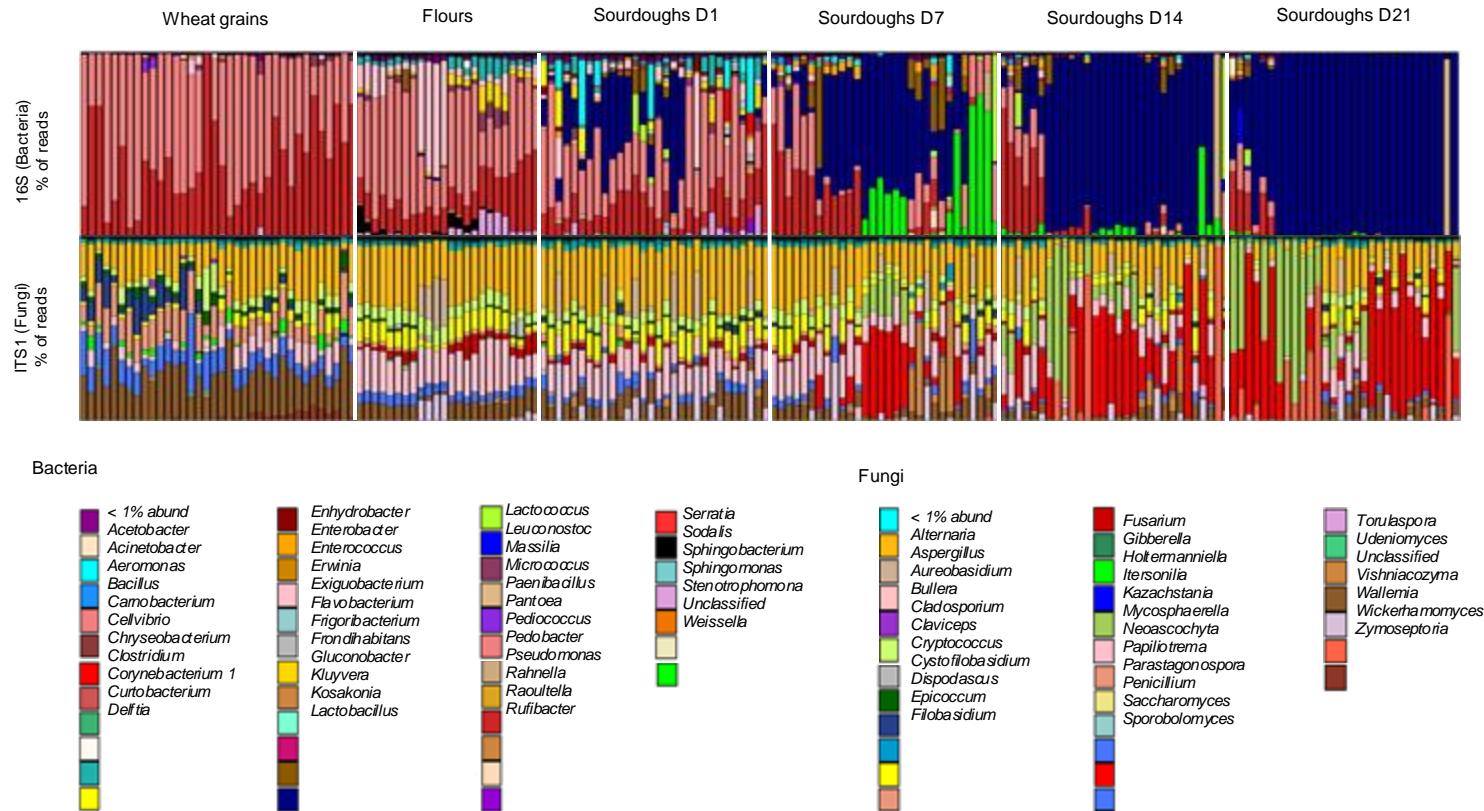
Ces résultats mettent en évidence une **incidence majeure et significative du type de ferment** sur la qualité des protéines du pain en termes de facilité d'extraction

Autres résultats : Mietton L, Samson M-F, Marlin T, Godet T, Nolleau V, Guezenec S, Segond D, Nidelet T, Desclaux D, Sicard D. Impact of Leavening Agent and Wheat Variety on Bread Organoleptic and Nutritional Quality. *Microorganisms*. 2022; 10(7):1416. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071416>

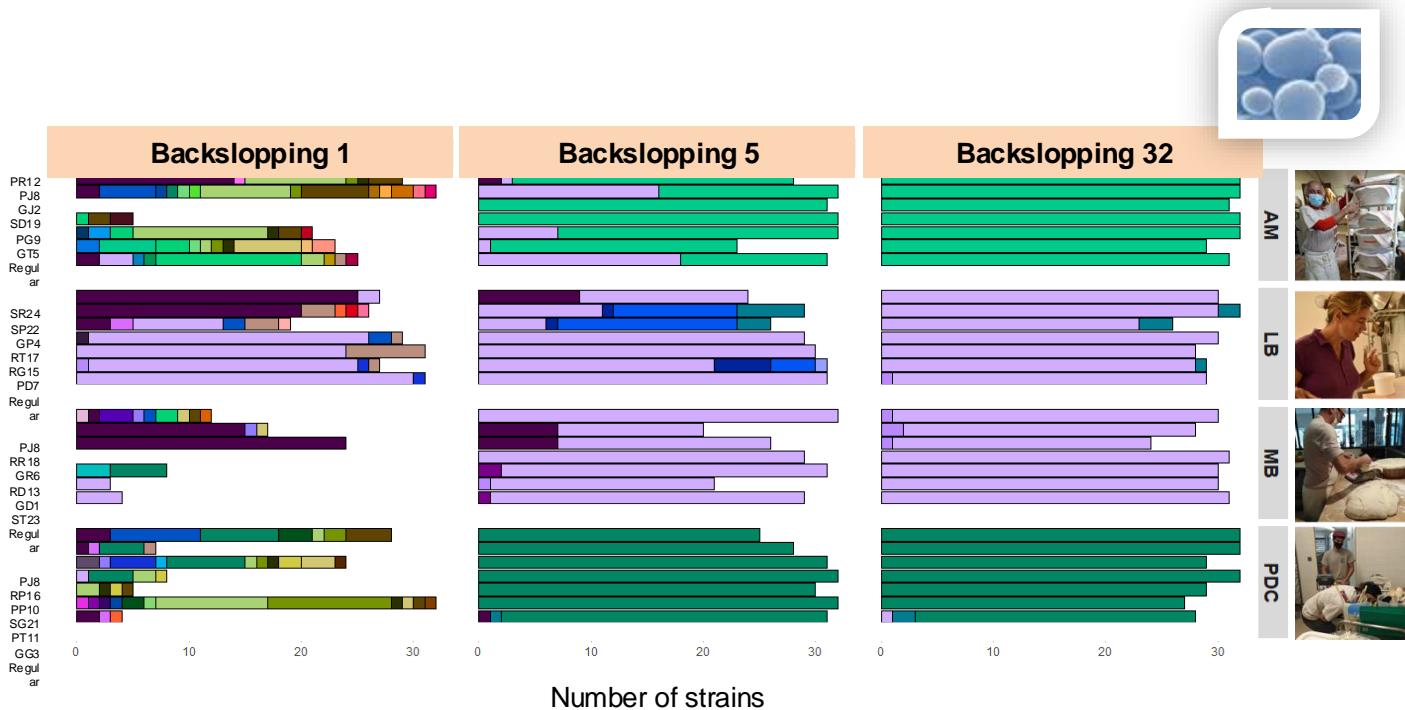
Projets de recherche participative



Les bactéries et les levures des levains viennent du fournil

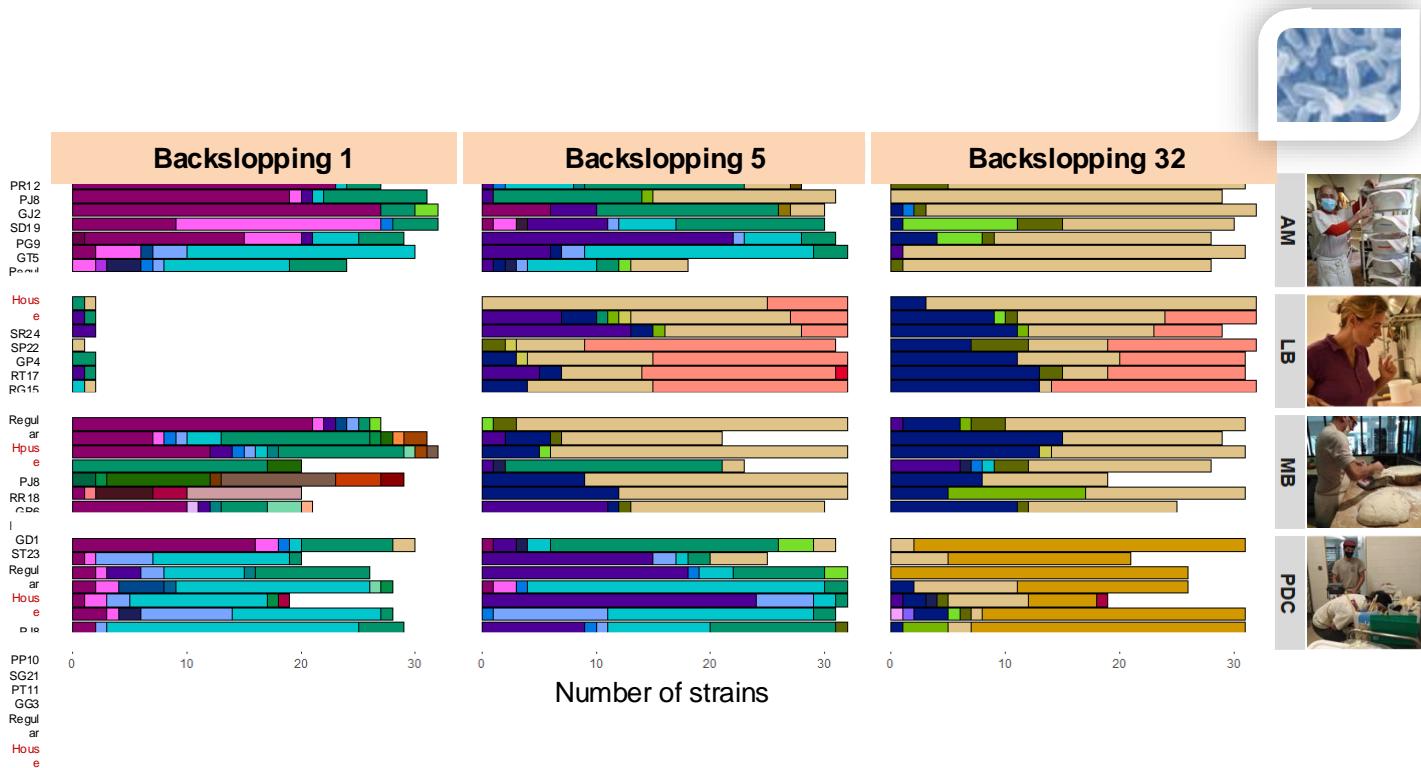


Les levures colonisent vite les levains



Mietton et al. sou

La colonisation est plus complexe pour les bactéries



Effet fournil sur les communautés microbiennes des levains

