



Les résultats du projet de recherche précompétitif FLEGME (Fermentation des Légumes)

Florence Valence

► To cite this version:

Florence Valence. Les résultats du projet de recherche précompétitif FLEGME (Fermentation des Légumes). Festival de la fermentation des végétaux: de la science aux bouches, Vegepolys Valley, INRAE, Oct 2022, Rennes, France. hal-03841368

HAL Id: hal-03841368

<https://hal.inrae.fr/hal-03841368v1>

Submitted on 7 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License



FESTIVAL DE LA FERMENTATION DES VEGETAUX DE LA SCIENCE ET DES BOCAUX !



Résultats du projet
de recherche
précompétitif
FLEGME



Aliments fermentés ?



Projet **FLEGME** financé par
les partenaires du projet et



Les aliments fermentés



>>> Consommés depuis la nuit des temps...

... et encore aujourd'hui :

50 à 400 g d'aliments et boissons fermentés consommés / jour / personne dans le monde
=> 5 à 40 % de la prise alimentaire selon les pays

Histoire des aliments fermentés
(M-C. Frédéric)



>>> On fermente pour conserver !

>>> Les aliments fermentés sont souvent associés à une image santé



Végétaux fermentés et bénéfices
santé (C. Chassard)



Consommés sur tous les continents

D'une très grande diversité en fonction des matières premières et des procédés mis en œuvre



- > Plus de 5 000 aliments fermentés répertoriés dans le monde
- > Issus de matières premières très variées : viande, poisson, lait, céréales, légumineuses, fruits, légumes,...

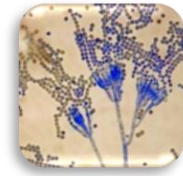
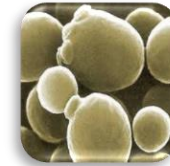
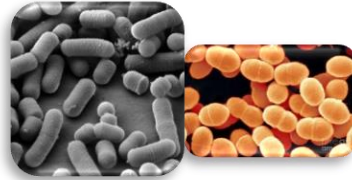
Pas d'aliments fermentés sans micro-organismes !

Parce que « le rôle de l'infiniment petit est infiniment grand » (Louis Pasteur)



*L. Pasteur : « toute fermentation d'une solution de sucre ou de matière organique résulte de **l'activité métabolique d'un micro-organisme spécifique**, et s'accompagne de la formation de produits caractéristiques (alcools, acides, cétones et gaz carbonique) »*

La fermentation fait intervenir :



>> Des communautés extrêmement diverses avec des bactéries, des levures, des champignons filamenteux (moisissures)

>> Plusieurs espèces microbiennes en mélange à des niveaux pouvant être élevés, jusqu'à : 1 000 000 000 / g de produit

Origine des microorganismes responsables de la fermentation



Initialement fermentations dites « **spontanées** » par les microorganismes « utiles » présents dans l'aliment brut et/ou issus de l'environnement de transformation



Aujourd'hui, majoritairement utilisation de **ferments** pour contrôler le processus de fermentation (excepté pour certains traditionnels)



Pas d'aliments fermentés sans microorganismes !

Multiples transformations biochimiques de la matière 1^{ère} liées à l'activité des microorganismes

Consommation des sucres, production d'acides organiques (\downarrow pH), d'alcools, hydrolyse partielle des protéines & des lipides, production de métabolites variés dont des composés d'arôme et d'intérêt nutritionnel → **Sécurisation/conservation des matières premières**

Une transformation en profondeur de la matière 1^{ère} :

- Saveur, arôme, texture
- Aspect (couleur, ...)
- Propriétés nutritionnelles
- Propriétés santé
- Conservation



Aliments fermentés = aliments vivants

Fermented Foods as a Dietary Source of Live Organisms

Shannon Rezac, Car Reen Kok, Melanie Heermann and Robert Hutkins*

Analyse des données bibliographiques
(400 articles sur une période de 50 ans)

100 000 à 1 000 000 microorganismes vivants en moyenne / ml ou g d'aliment fermenté
(tous types d'aliments confondus)



Jusqu'à 1 milliard de microorganismes vivants dans 1 gramme de tomme de Savoie



Jusqu'à 100 millions de microorganismes vivants dans une cuillère de yaourt



En moyenne 1 million de microorganismes vivants en présence dans les produits fermentés à base de végétaux.



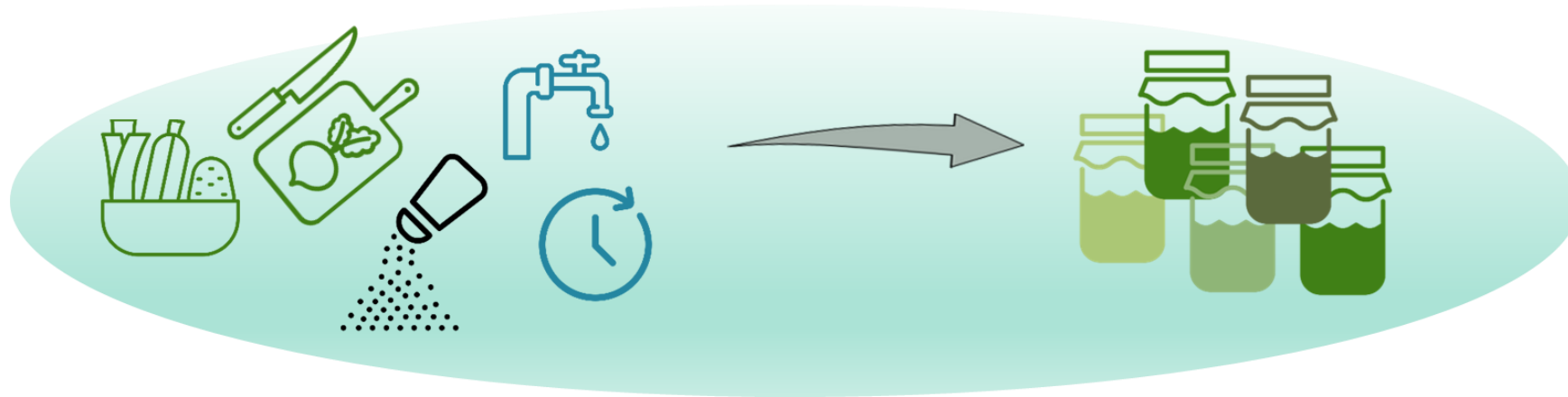
Le projet “FLEGME” Fermentation des légumes

Projet **FLEGME** financé par
les partenaires du projet et



Fabrication des légumes lactofermentés ?

Des légumes crus, du sel, de l'eau, du temps et c'est tout !



Pourquoi un projet sur les légumes lactofermentés ?

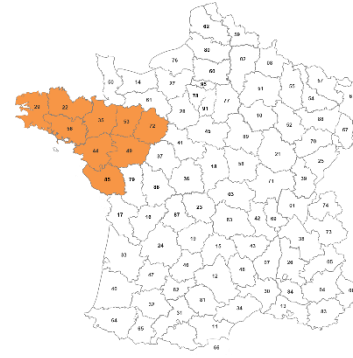


- **Durable** : ne requiert pas d'équipements complexes, réalisable à l'échelle domestique
- Sain **sans additifs**



Attentes des consommateurs

- Renouveler leurs modes de consommation des légumes
- Retrouver une **diversité alimentaire**
- Consommer des **aliments moins transformés**
- **Protéger leur santé** et préserver leur microbiote intestinal
- Découvrir de **nouveaux goûts**



Impact économique

- **Bretagne** 3ème région productrice de légumes
- **Pays de La Loire** La production de légumes génère 2.4 milliards €



Gaspillage alimentaire > 20% de la post-récolte à la consommation

Marché végétarien/vegan : +24% en France (2018)



Un projet de recherche participative

Production de connaissances scientifiques auxquelles participent, avec des chercheurs, des acteurs de la société civile, à titre individuel ou collectif, de façon active et délibérée



28 partenaires : académiques, chambres d'agriculture, lycées technologiques et professionnels, instituts techniques, PME, journaliste culinaire...



Une communauté de 250 citoyens fermenteurs sollicités

Avec les partenaires les citoyens ont :

- >>> Répondu à des questionnaires (production et consommations)
 - >>> Fourni des échantillons
- >>> Eté sollicités sur certains choix expérimentaux
- >>> Participé à des webinaires sur les résultats



"Apprendre en marchant – s'attendre à l'inattendu !"

Laurent Marché

Les objectifs du projet Flegme



Mieux comprendre le microbiote des légumes fermentés en :

- Réalisant un état des lieux de la diversité des productions de légumes et de la diversité bactérienne associée
- Evaluant les risques sanitaires des productions domestiques ;
- Evaluant l'influence de différents paramètres de fabrication sur la composition des légumes fermentés (diversité bactérienne et micronutriments)



Constituer une collection de référence légumes fermentés accessible à la communauté scientifique



Rechercher de **nouveaux usages culinaires**, évaluer la **perception des consommateurs**



Faire un **état des lieux de la réglementation et des bonnes pratiques**

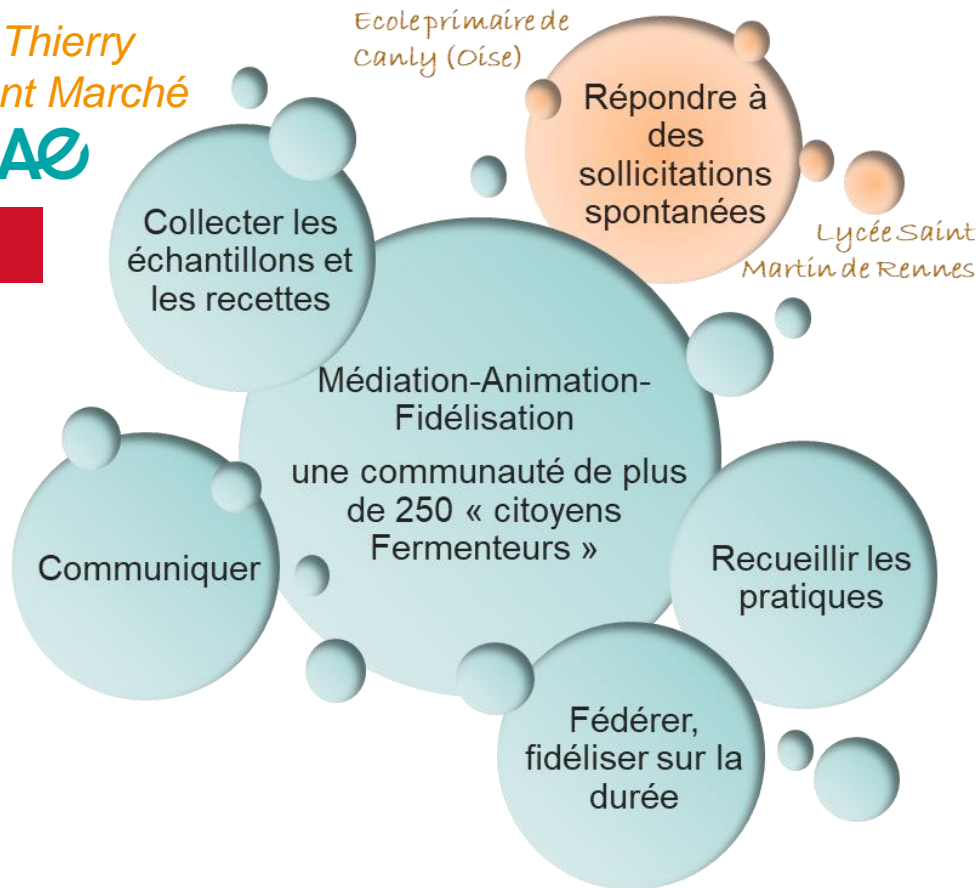


Rendre accessible et diffuser les résultats auprès des citoyens et de la communauté scientifique



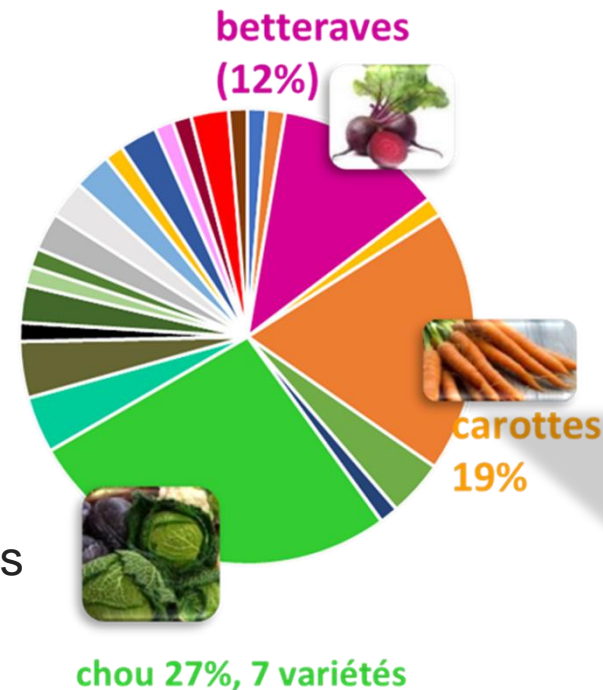
1^{ère} étape : rassembler la communauté, animer, enquêter, recueillir les échantillons

Anne Thierry
Laurent Marché
INRAE



90 échantillons collectés : 75 français et 15 moldaves
mettant en œuvre une très grande diversité de légumes et de recettes

- Sollicitations par mails
- Envoi de questionnaires ciblés
 - Vidéos
 - Webinaires
 - Quizz fermentation
 - Concours photos, ...

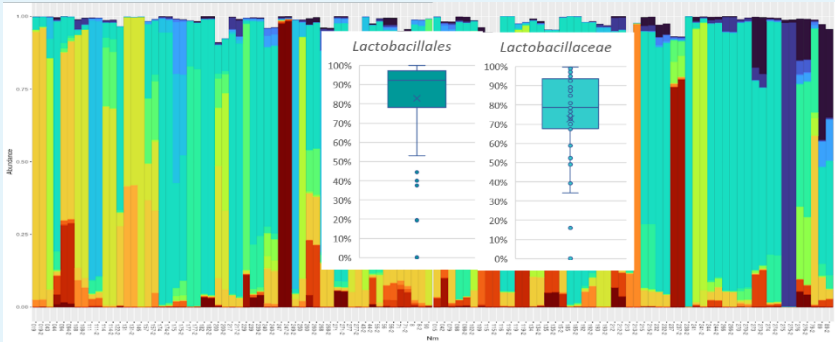


- 31 entretiens réalisés majoritairement en zone rurale

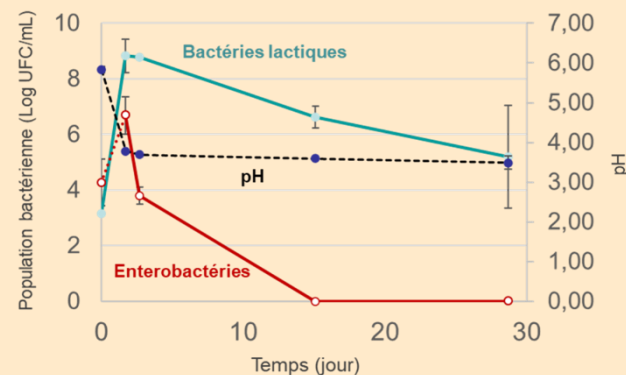
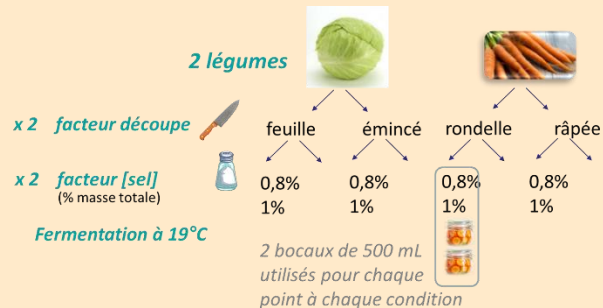


Caractériser les microbiotes, constituer une collection de référence

- 90 échantillons analysés
- 25 légumes différents (Chou > Carotte > Betteraves), moitié de mélanges
- Agés de 2 semaines à 4 ans (moy 6 mois)
 - pH moyen 3,6



- ✓ Un **écosystème microbien extrêmement diversifié** (plusieurs centaines d'espèces)
- ✓ Présence de **microorganismes vivants dans les 2/3 des échantillons**.
- ✓ Les **bactéries lactiques représentent la part dominante des microorganismes vivants** (de 10 000 à 100 000 bactéries vivantes selon l'échantillon)
- ✓ **2 espèces dominantes de bactéries lactiques systématiquement isolées**
Lactiplantobacillus plantarum et *Levilolactibacillus brevis*
- ✓ La moitié des échantillons renfermaient des levures
- ✓ **Aucun des échantillons analysés ne renfermaient de pathogènes**
- ✓ Un pays avec une tradition et l'autre sans pour des communautés microbiennes très similaires



- ✓ Une « **guerre des mondes** » mise en évidence un suivi continu sur un mois : lutte des bactéries lactiques contre les entérobactéries
- ✓ **Des communautés différentes pour chacun des 2 légumes**
- ✓ **Effet de la découpe : oui !**
- ✓ **Effet sel ?** Non pour les concentrations testées



- ✓ **Une collection de référence de 330 souches** : bactéries lactiques + entérobactéries + levures (58 contrats de dépôt validés par les citoyens)

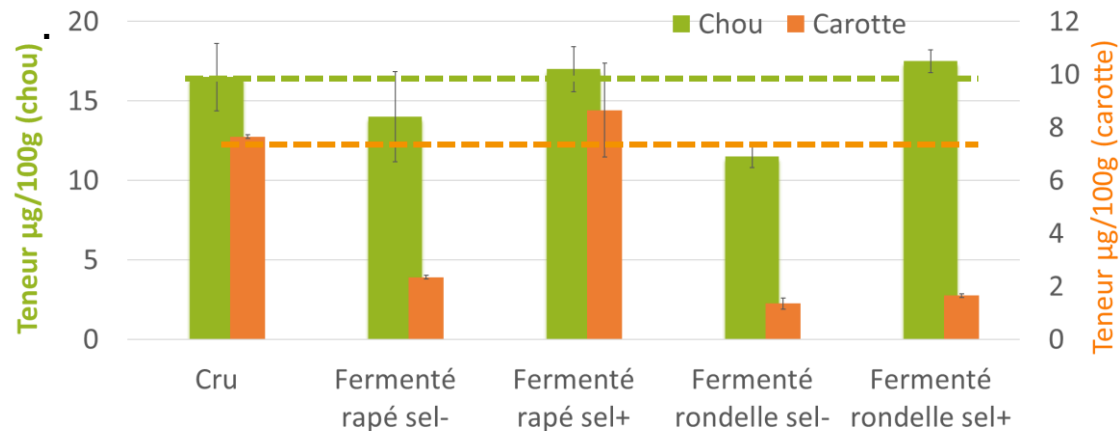
Quantifier les micronutriments d'intérêt

Constat : Intérêt nutritionnel = moteur à la consommation des légumes fermentés



Données sur l'intérêt nutritionnel des légumes fermentés
Etude bibliographique & analyse de vitamines dans le chou et la carotte.

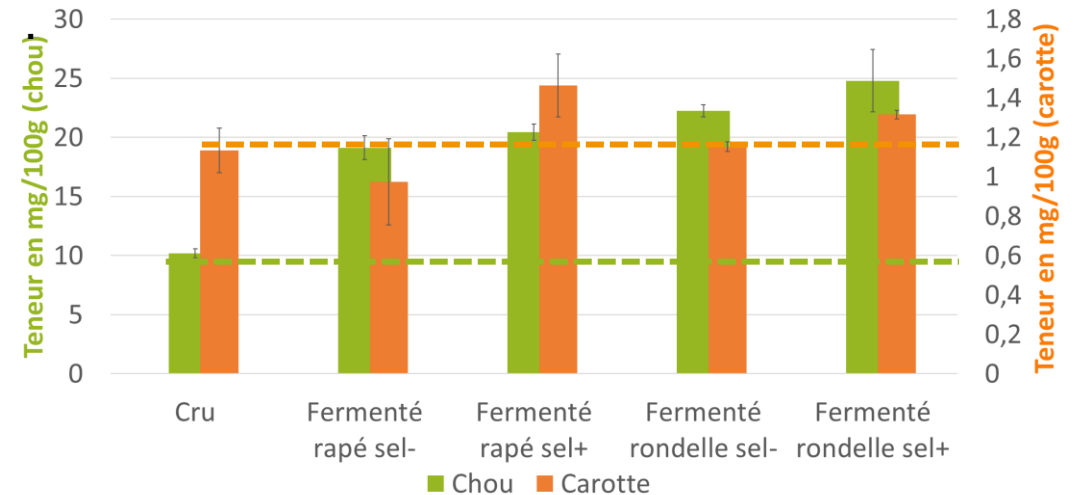
Vitamine B9 (acide folique)



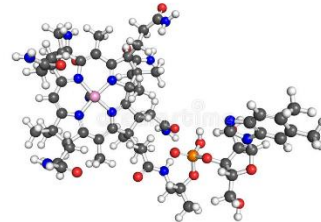
La fermentation maintient les teneurs en vitamine B9 dans le chou

Vitamine C

La fermentation maintient les teneurs en vitamine C voire l'améliore dans le chou



Vitamine B12



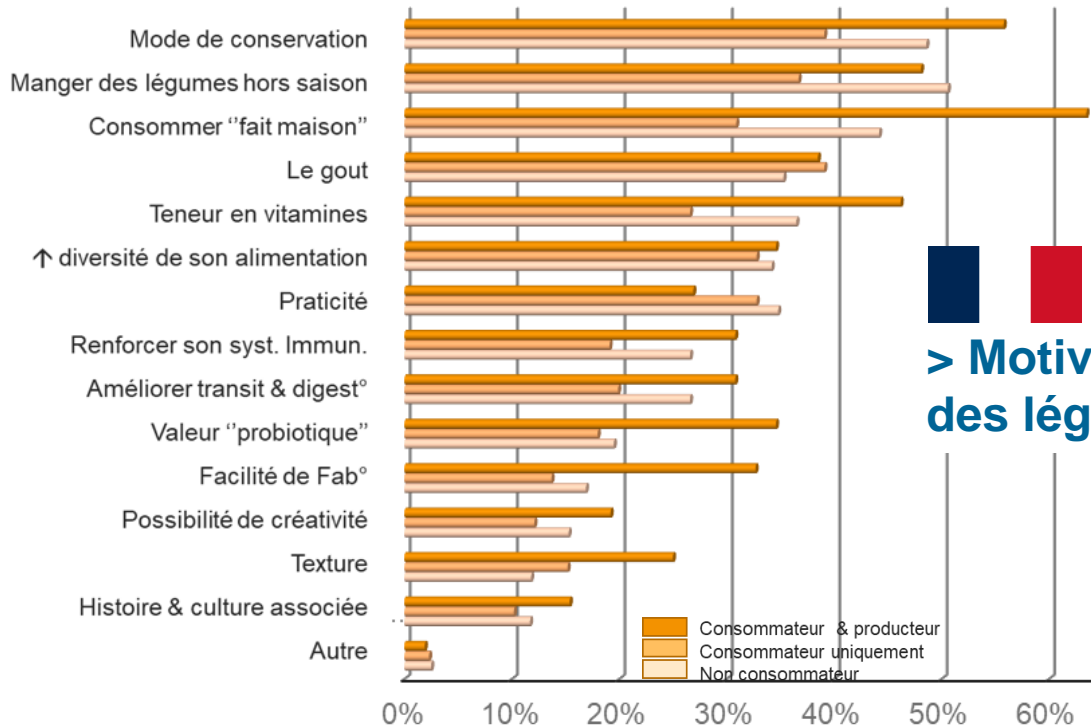
Présente uniquement dans les produits animaux et donc recherchée par les végétaliens.
Produite dans des légumes fermentés d'après certains auteurs
Non détectée dans nos productions

Explorer la perception des consommateurs



>>> Etude quantitative portant sur 1093 individus de plus de 20 ans représentatifs de la population française consommant des légumes

R. Simoneaux



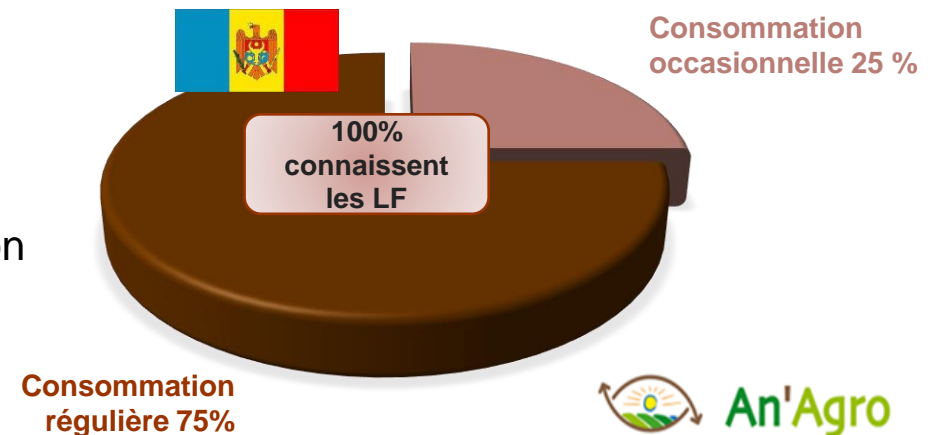
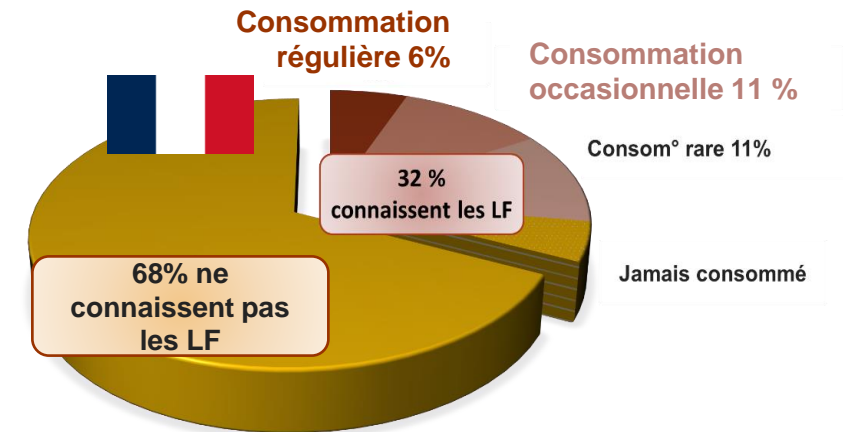
> Motivations à consommer des légumes fermentés

Santé > Gout > Tradition

> Freins à la consommation

Gout > Sel > Acidité > Odeur

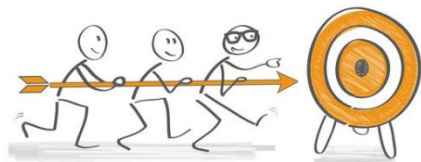
> Habitudes de consommation



C. Delsart, D. Kalnin

>>> Entretiens de terrain réalisés en Moldavie par les étudiantes An'Agro

Explorer les nouveaux usages culinaires



- Faire connaître le légume fermenté et ses usages en cuisine aux consommateurs non avertis pour apporter une diversification produit
- Montrer l'intérêt gustatif et la simplicité d'utilisation à travers un livret de recettes simples.

Karine Rivet
E. Labbé
P. Onno

Un travail en restauration collective avec des élèves de BTSA du Lycée Rieffel Nantes



Echanges avec des chefs, des artisans utilisant le légume fermenté en Bretagne et Pays de la Loire

Utilisation minoritaire avec un profil de chefs :

- ayant voyagé,
- de culture étrangère,
- en réflexion sur l'intérêt nutritionnel de l'alimentation.



Un livret de recettes

Téléchargeable sur :

<https://www.vegepolys-valley.eu/projet-flegme/les-1ers-resultats/consommer/>



Thèmes de menus répondant aux tendances alimentaires actuelles (menu apéro saveurs du monde, lunch box équilibrée, gastronomique)

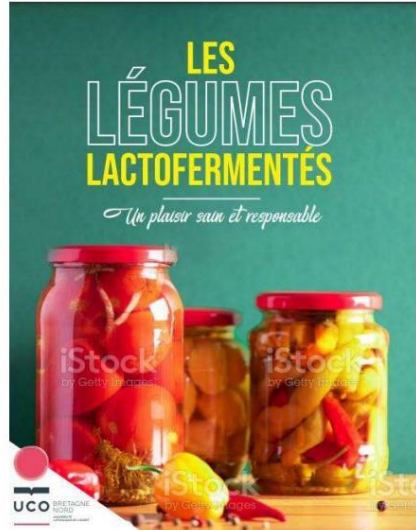
Faire un état des lieux de la réglementation et des bonnes pratiques



Stéphane
Pantais



Christine Gable
& Fanny Cabilic



Téléchargeable sur :
<https://www.vegepolys-valley.eu/projet-flegme/les-1ers-resultats/consommer/>

INTRODUCTION

La lactofermentation ou fermentation lactique est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques.

C'est une culture pour conserver, se défendre, se défendre et se défendre. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

Dans le cas des légumes lactofermentés, on est face à une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques.

Cette technique, issue de cette fermentation, est devenue une technique de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

En effet, cette culture lactique transforme les sucres en acide lactique, ce qui permet de conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.

La lactofermentation est une technique ancestrale et universelle de conservation basée sur la transformation des glucides par les bactéries lactiques. Elle est utilisée pour conserver les légumes, les fruits, les légumes secs, les céréales, les légumineuses, etc.



Pour tout transformateur de produits végétaux :

- ✓ **Déclaration d'activité** à la Direction Départementales de Protection des Populations (pas d'agrément sanitaire nécessaire)
- ✓ **L'exploitant est responsable de la qualité sanitaire de ses produits**
- ✓ **L'opérateur doit mettre en place un Plan de Maitrise Sanitaire**

Concernant les légumes lactofermentés spécifiquement :

- ✓ **Analyses microbiologiques : pas de critères réglementaires spécifiques**, pour le moment, pour les légumes fermentés,
- ✓ Critères de sécurité préconisés : ceux de la catégorie générale des "produits prêts à être consommés ne permettant pas le développement de *Listeria monocytogenes* autres que celles destinées aux nourrissons ou à des fins médicales spéciales",
- ✓ Recommandation : **faire des analyses microbiologiques complémentaires afin de s'assurer de l'absence d'autres bactéries pathogènes et contrôler le niveau des bactéries lactiques et des levures/moisissures.**

Rendre accessible et diffuser les résultats auprès des citoyens et de la communauté scientifique

>>> Un effort de médiation scientifique, **une très grande diversité de supports et de canaux de communication** mis en œuvre pour...

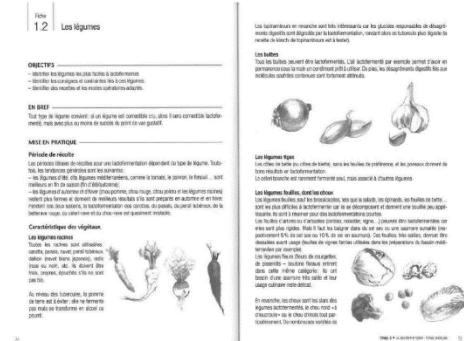
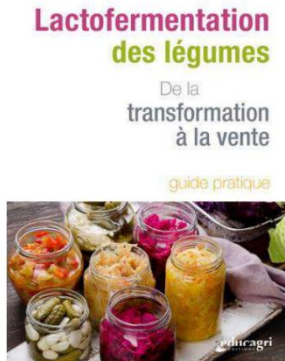


Analyses des premiers échantillon envoyé par les élèves "apprentis chercheurs" de la classe d'Aurélien !

Les échantillons reçus ont été analysés au laboratoire du CIRIM-BIA* par Victoria et Marie-Noëlle pour "voir" quelles sont les bactéries qui ont poussé dans les différentes fabrications préparées par les élèves



*CIRIM-BIA : Centre International de Ressources Microbiennes - Bactéries d'intérêt Alimentaire



La lactofermentation,

- Pourquoi où et depuis quand ?
- Etat des connaissances
- Fiches pratiques
- La commercialisation des produits lactofermentés



Science is Wonderful!

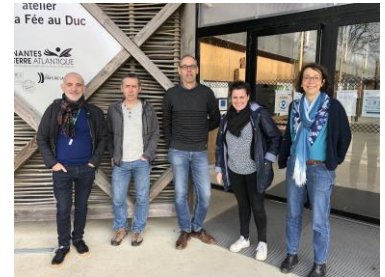


FESTIVAL DE LA FERMENTATION DES VÉGÉTAUX
DE LA SCIENCE ET DES BOGUES !
27 octobre 2022
à partir de 14h à Hôtel Pasteur à Rennes (Place Pasteur)

PARTAGEONS NOS CONNAISSANCES ET NOS QUESTIONS !

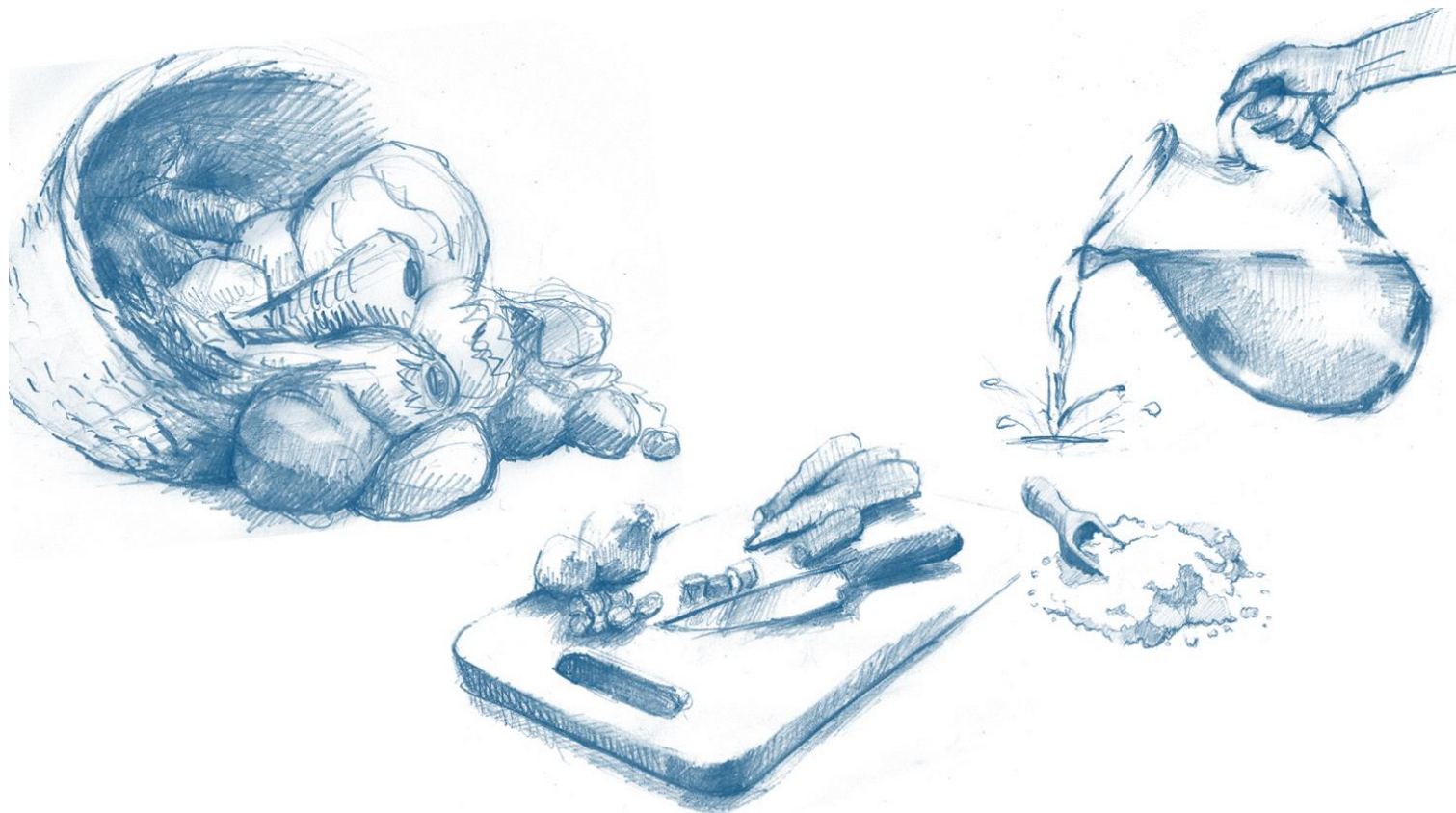


FLEGME : un projet de recherche participative sur la fermentation des légumes



... fédérer en amont, communiquer tout du long, fidéliser, rendre compte pendant et après. Des publications scientifiques en cours de finalisation.

>>> **Un ouvrage collectif** coordonné par C. Raiffaud aux Editions Educagri destiné aux professionnels et aux particuliers qui veulent produire des légumes lactofermentés



Merci de votre
attention,
merci à tous mes
collègues...

...merci à tous les acteurs du projet
FLEGME, partenaires et citoyens
qui ont contribué en donnant de
leur temps et des échantillons !





QUESTIONS – ECHANGES

Florence
Valence-Bertel

INRAE



Résultats du projet
de recherche
précompétitif
FLEGME



INRAE

