

FERMENTS DU FUTUR >



Accélérer la recherche et l'innovation avec le Grand Défi Ferments du Futur

INRAE

Ania
L'alimentation,
c'est la vie !



Soutenu par France 2030 à hauteur de 48,3 M€, Ferments du Futur vise à accélérer la recherche et l'innovation sur les ferments, les aliments fermentés et la biopréservation.

- Un **écosystème public/privé** lié par un **accord de consortium** définissant notamment la gouvernance et les règles d'exploitation des résultats.
- Des **capacités** de pointe pour lever les verrous scientifiques et technologiques :
 - Une **plateforme technologique distribuée** au sein de 7 unités de recherche INRAE spécialisées en microbiologie, procédés, bioinformatique...
 - Une **plateforme d'innovation** installée sur le plateau de Saclay et dotée d'équipements de pointe pour le criblage, la fermentation et le prototypage d'aliments fermentés.
- Deux **portefeuilles de projets** construits en synergie :
 - Des projets **précompétitifs**, d'intérêt général, sélectionnés par le consortium via des appels à projets annuels (5-7 projets/an, TRL 3-6)
 - Des projets **compétitifs** et confidentiels, financés par les industriels (TRL 6-8)

Centré sur l'**alimentation humaine**, Ferments du Futur pourra s'étendre progressivement vers d'autres secteurs comme l'**alimentation animale**, la **santé**, l'**agriculture** ou l'**environnement**.



Objectif : explorer les multiples bénéfices des ferments



Sensoriel

Optimisation sensorielle des produits fermentés existants, des alternatives végétales, des nouveaux aliments

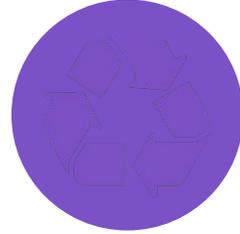


Nutrition

Optimisation des profils nutritionnels des aliments (réduction sucre/sel)

Réduction des facteurs antinutritionnels

Développement d'aliments destinés à des populations spécifiques



Durabilité

Biofertilisation & bioprotection des cultures

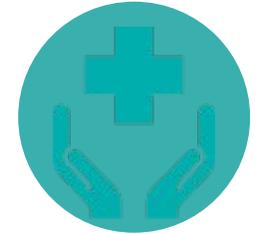
Optimisation des procédés adaptation aux variations de matières premières, diminution de l'impact environnemental

Réduction du gaspillage, valorisation des coproduits



Naturalité

Utilisation des microorganismes au lieu d'intrants chimiques en agriculture et d'additifs pour la conservation des aliments
Approche (« clean label »)



Santé

Optimisation / rétablissement des microbiotes de l'hôte

Développement de probiotiques nouvelle génération basés sur des bactéries commensales

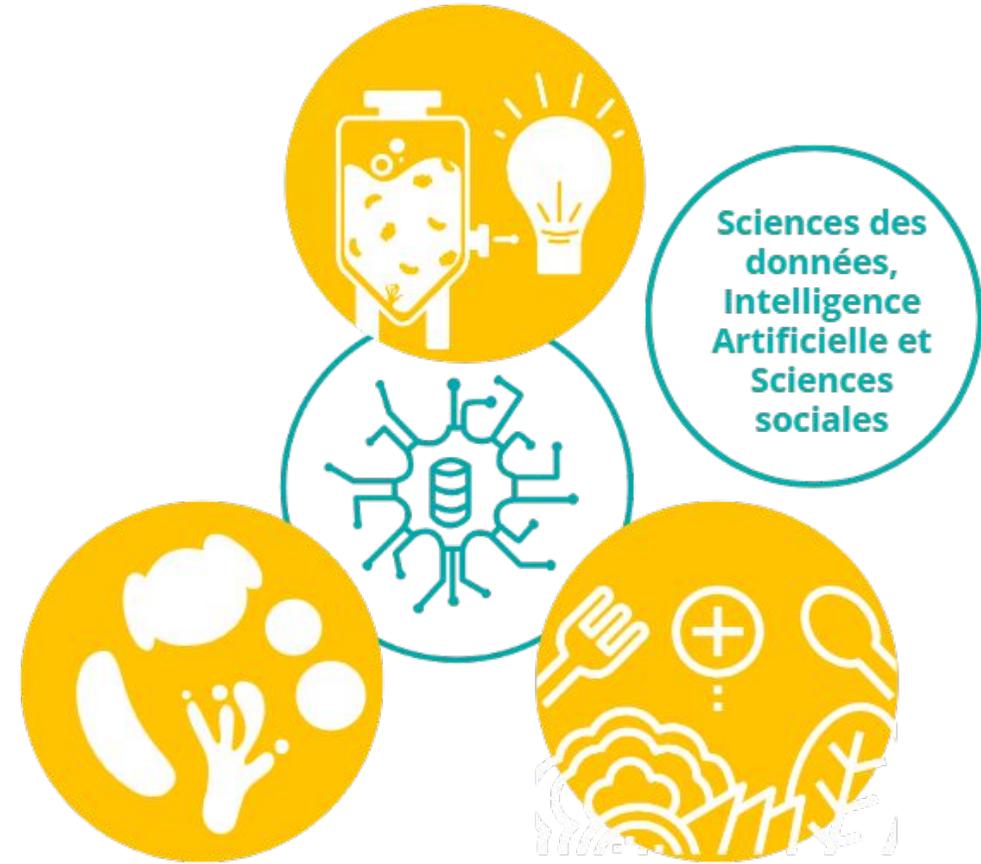


4 axes stratégiques pour la recherche et l'innovation

En s'appuyant sur les connaissances actuelles en écologie microbienne, génie des procédés et sur la nutrition-santé, Ferments du Futur développe des **ferments** et des **produits fermentés innovants**, répondant à des fonctionnalités précises, à travers :

- La conception de **consortia microbiens stables** issus de la biodiversité naturelle
- Des conduites de **fermentation** optimisées et jusqu'à l'échelle **pilote**
- Une utilisation transversale des sciences des données et de **l'intelligence artificielle**

Procédés innovants



Écologie microbienne

Nutrition & Santé

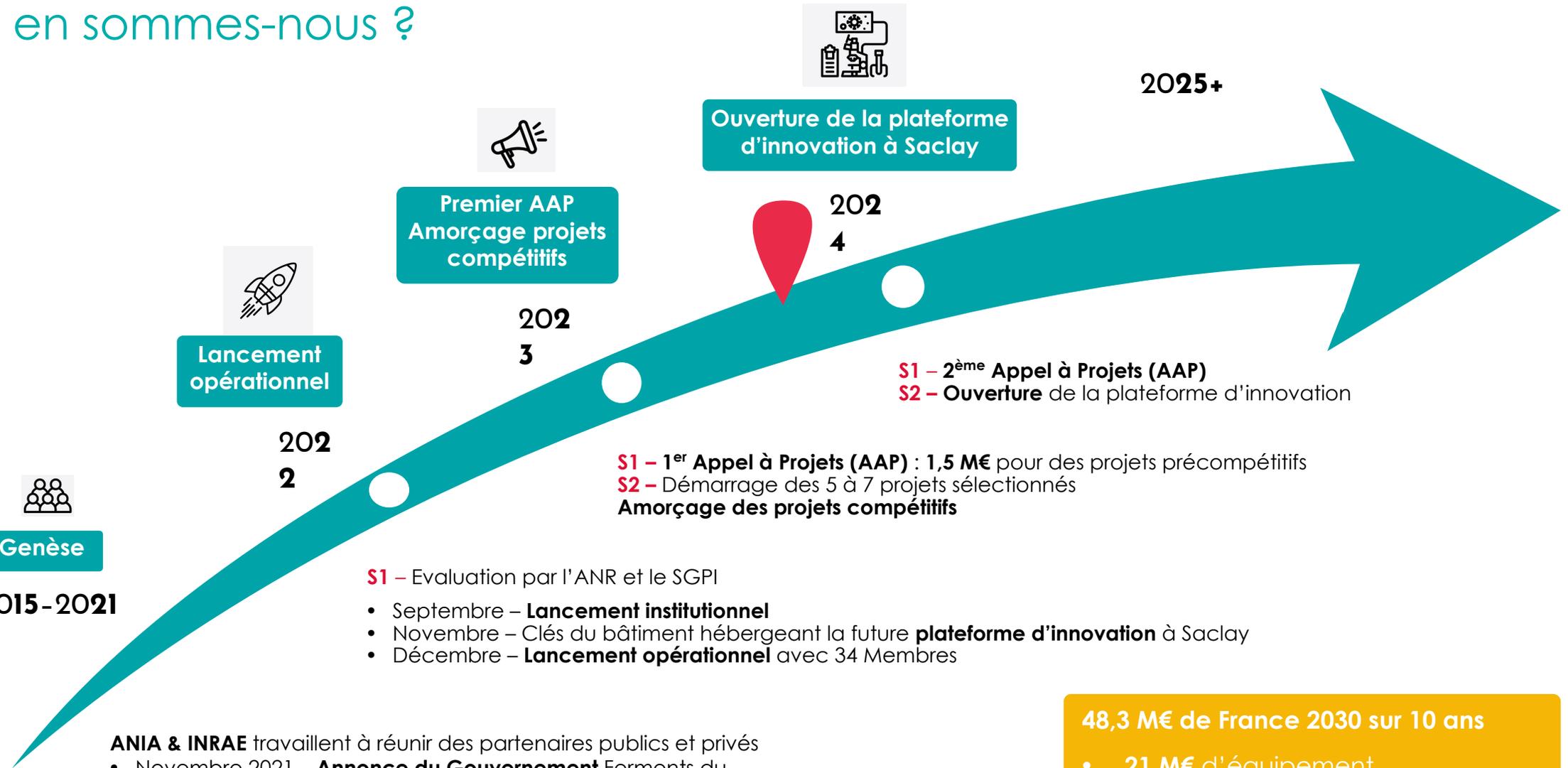


Extrait du dossier ANR

Evidence has now been provided on the potential nutritional and health effects of fermented foods. To capitalize on this promising scientific evidence, the design of these specific foods must be streamlined to drive innovation. A substantial, integrated, high throughput research effort is proposed to unravel the tangling relationships of food matrix, fermentation process, microorganisms and host, which underlie these effects. **This aims to shift to less empirical and more knowledge driven strategies for the elaboration and conception of fermented foods.** Importantly, the needs to unlock scientific barriers mainly rely on the functional characterization and the ability to predict the interactions between food microorganisms and their environment, on the one hand the food matrix and on the other hand the host.



Où en sommes-nous ?



ANIA & INRAE travaillent à réunir des partenaires publics et privés

- Novembre 2021 – **Annonce du Gouvernement** Ferments du Futur s'inscrit dans le cadre du PIA4 et de la Stratégie Nationale pour une Alimentation Saine et Durable

48,3 M€ de France 2030 sur 10 ans

- 21 M€ d'équipement
- 15 M€ pour les **AAP annuels**

1:1 investissements publics/privés



24 entreprises privées

9 grands groupes



7 ETI/PME



8 start-ups



Un consortium riche
de 38 membres

6 organismes de recherche et d'enseignement



8 organisations professionnelles



Partenaires européens



HORIZON EUROPE



COST Action CA20128
PIMENTO



MIRRI MICROBIAL ERIC
RESEARCH INFRASTRUCTURE
EUROPEAN RESEARCH INFRASTRUCTURE COORDINATOR

Partenaires français



PEPR SAMS



Le microbiote français
Le French Gut



Qualiment
Réseau de recherche pour l'innovation alimentaire



twb
BIOSCIENCES & BIOPRODUCTION



**CRIT
BIO-INDUSTRIES**



CALIS
Consommateur | Aliment | Santé



ChemoSens



**FERMENTS
DU FUTUR**



ACTIA

INRAE

université
PARIS-SACLAY

L'INSTITUT
agro

UNIVERSITÉ
Clermont
Auvergne



VetAgro Sup

AgroParisTech
Talents d'une planète soutenable



Un écosystème puissant
en devenir

La gouvernance de FdF : parité et simplicité

Comité d'Orientation Stratégique (COS)

- Instance de décision composée d'un représentant par membre ; au sein du COS les droits de vote sont répartis à parts égales entre le Collège Public et le Collège Privé ; un bureau et un Président/Vice-Président sont élus pour des mandats de 18 mois
- Son rôle est de définir les orientations stratégiques (feuille de route scientifique & technologique, budget, entrée/sortie des membres...)



Comité Exécutif (CE)

- Instance opérationnelle composée du directeur exécutif, des directeurs scientifiques, du directeur de l'US, du business developer, du scientific developer, du directeur des opérations.
- Son rôle est d'implémenter la stratégie décidée par le COS : animation des appels à projets annuels, mise en place et fonctionnement de la plateforme d'innovation, suivi budgétaire...



Conseil Scientifique (CS)

- Instance consultative composée d'experts scientifiques internationaux reconnus dans les domaines de FF et nommés par le COS
- Son rôle est d'accompagner les appels à projets précompétitifs, d'identifier de nouvelles orientations de recherche, de nouvelles évolutions technologiques...



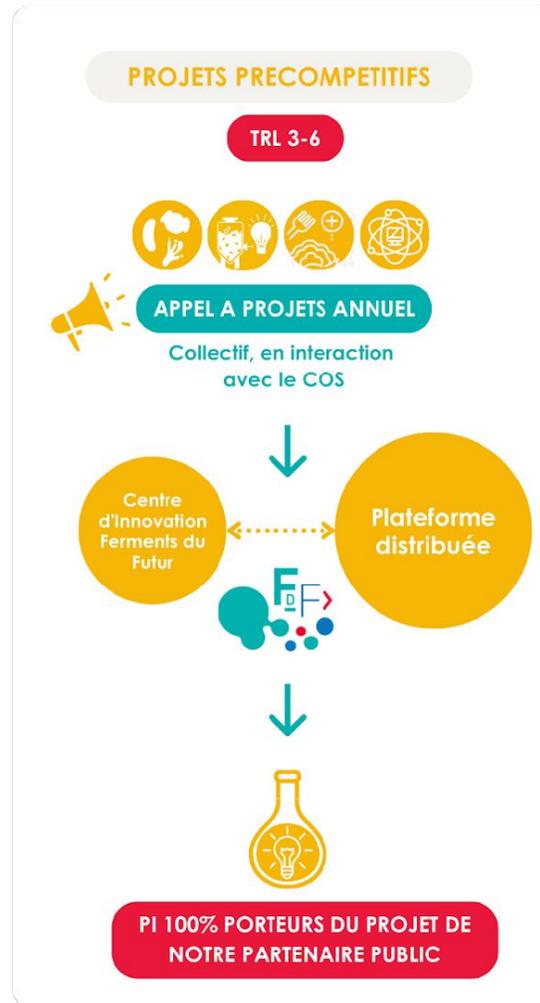
Pour chaque projet : un Comité de Projet (CP)

- Instance de suivi composée du coordinateur du projet, d'un représentant du CE et de 1 à 3 membres privés ou associés
- Son rôle est d'assurer la coordination technique, le suivi et la bonne réalisation du projet



Deux portefeuilles de projets construits en synergie

Ferments du Futur finance **un appel à projets de recherche** annuel à destination des laboratoires publics français et conduit **en toute confidentialité** des **projets d'innovation** avec des entreprises.

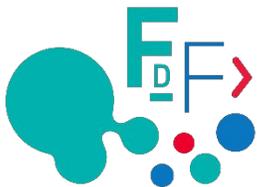


Ressourcement scientifique : un appel à projets annuel



L'AAP 2023 en bref

- **4** axes de Ferments du Futur couverts
- **29** lettres d'intention reçues, **10** sélectionnées pour l'oral, **6** lauréats
- **9** Organismes de recherche et d'enseignement publics représentés : ACTIA, AgroParisTech, Centrale Supélec, CHU Dijon Bourgogne, CNRS, INRAE, Université de Bourgogne, Université de Bretagne Occidentale, Nantes Université



FdF : des capacités uniques pour accélérer l'innovation

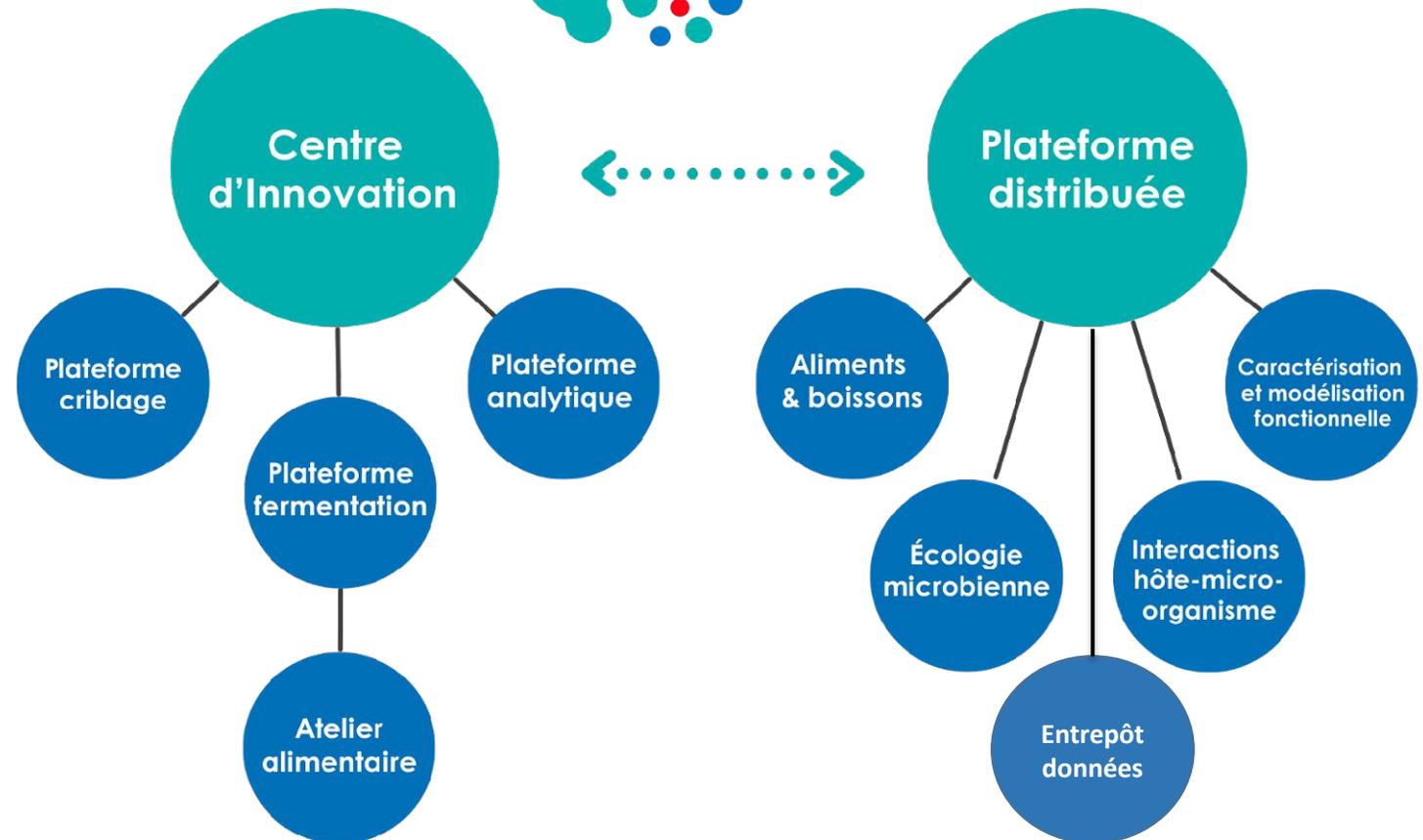
Capacités de pointe pour lever les verrous scientifiques et technologiques

=

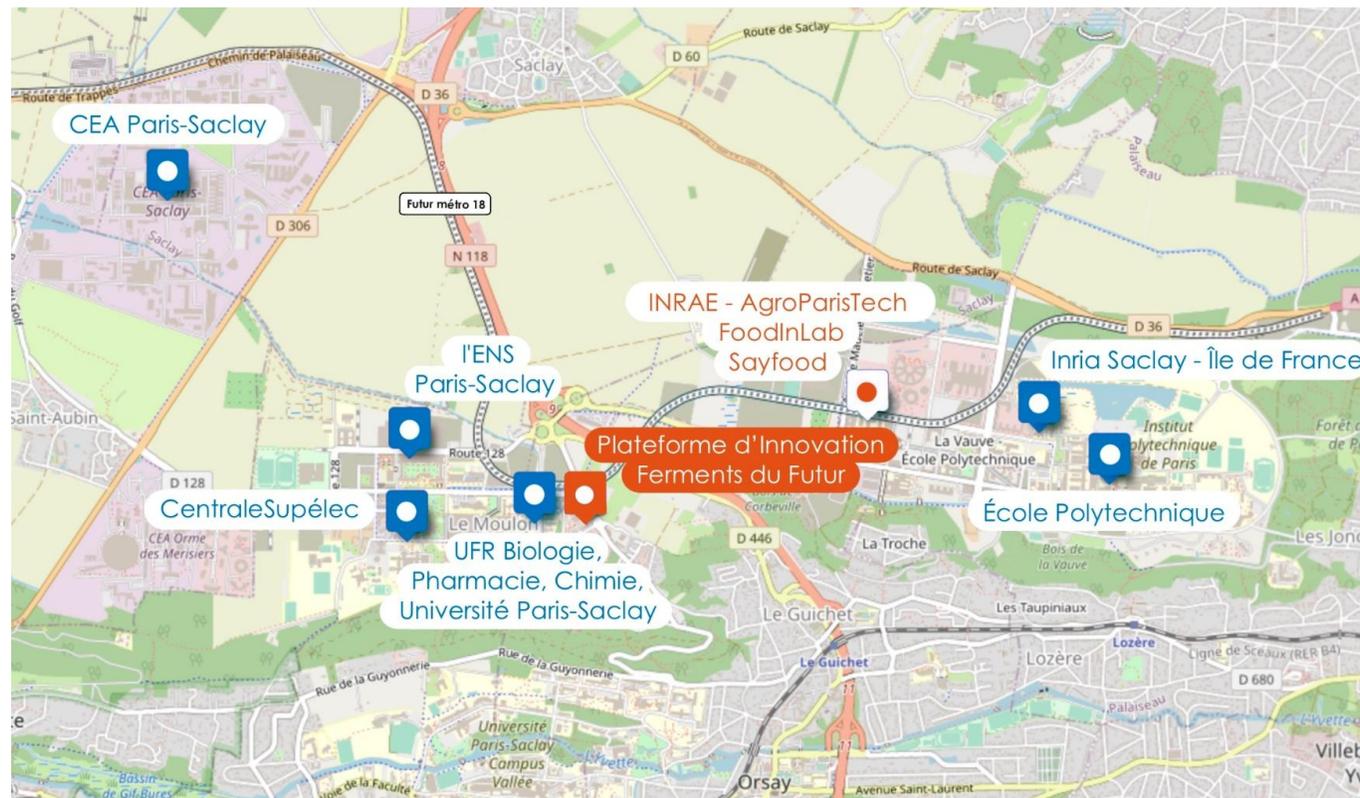
Centre **d'Innovation FdF**
@Paris-Saclay

+

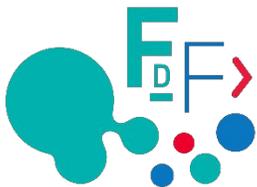
Plateforme **technologique distribuée**
@7 unités de recherche INRAE



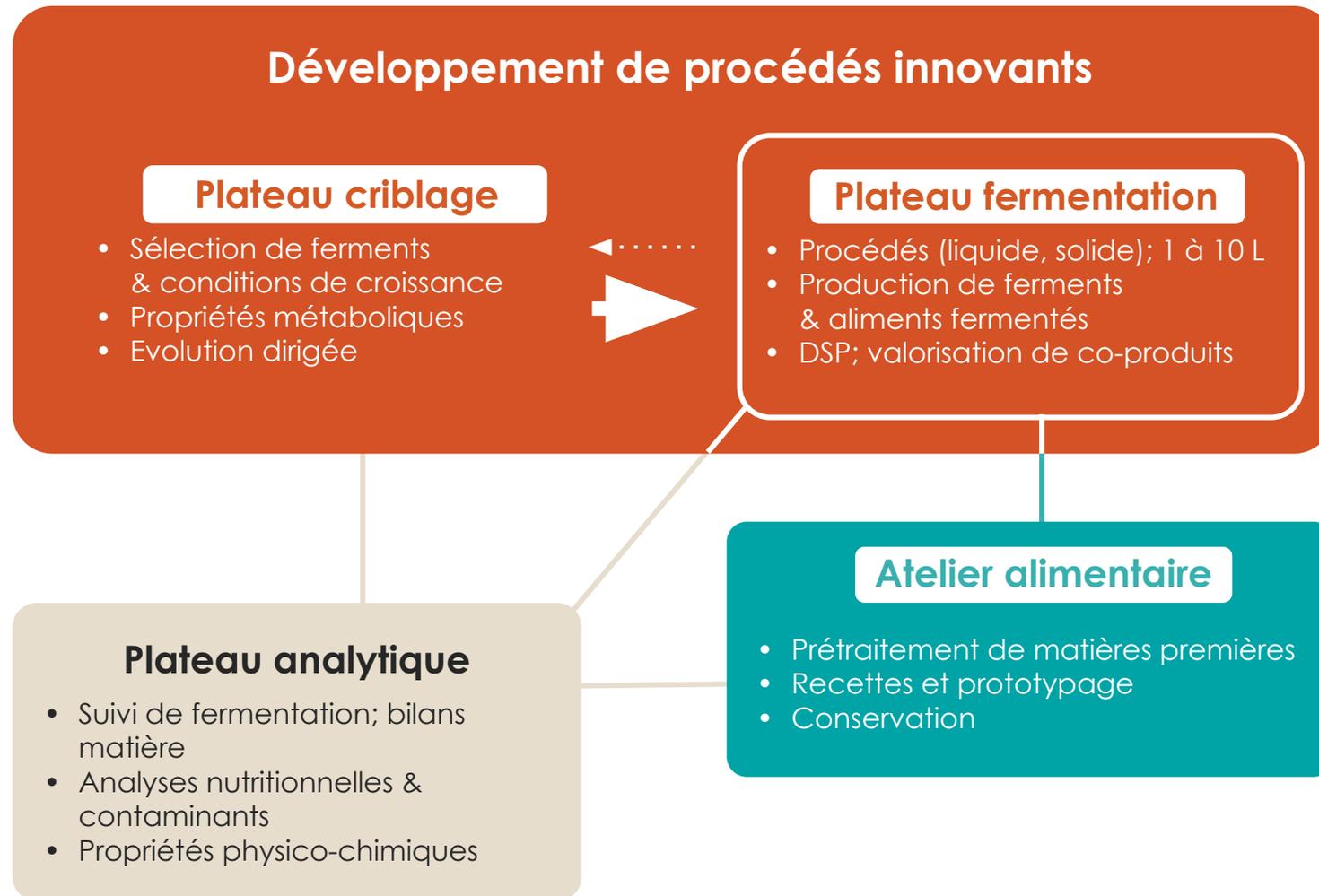
Le centre d'innovation au cœur de Paris-Saclay



- Au sein du **campus Paris-Saclay**, 1^{ère} université FR et 16^{ème} mondiale (Shanghai 2022)
- Aménagement en cours de **500 m² labos** et **600 m² bureaux**
- **Installation** à partir d'octobre 2023, labos définitifs en juillet 2024



Des capacités uniques de criblage & fermentation



Plateforme d'innovation – liste des équipements (1/2)

Plateau criblage

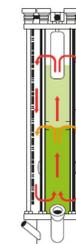
- Millidrop (microfluidique): train de gouttes, 1000 souches / j
- Biolector (anaérobie): microfermenteurs 50 souches / j
- iCINAC / MOBA bain mobile
- Chambre anaérobie
- Evolution dirigée



Disponibilités
Souligné plein : début 2024
Souligné pointillé : Commande selon les projets sur S.1 2024
Non souligné : post juin 2024

Plateau fermentation

- **Liquide**
 - bioréacteurs 0,5-1 L (10-20 BR) (e.g. Applikon)
 - gros fermenteurs 10-20 L (5-6 BR) (e.g. Techfors)
- **Semi-solide**
 - Airlift (2-3 BRs) (CiYOU Biorea)
- **Solide**
 - Fermenteur spécialisé FMS type Fujiwara 5 kg/10 L ou modèle à façon
 - Incubateurs à température et hygrométrie contrôlées (armoire et agitateur)
- **DSP**
 - Séparation: centrifugation, filtration tangentielle, évaporation (rotavap)
 - Séchage/préparation d'inoculum: lyophilisateur



Plateforme d'innovation – liste des équipements (2/2)

Disponibilités

Souligné plein : début 2024
Souligné pointillé : Commande selon les projets sur S1 2024
Non souligné : post juin 2024

Atelier alimentaire

• Prétraitement

- Stérilisation: autoclave, échangeurs de chaleur à surface raclée, traitement UV
- Couper, broyer, presser, mélanger, homogénéisateur à haute pression

• Cuisson / fermentation matrice alimentaire

- échelle 1 L avec Robot-coupes (x6) ;
- échelle 10 L avec machine universelle cutter Stephan UMX5S (x2)



Plateau analytique

• UHPLC-RID, LC/IC-MS-TQ, GC-MS

- Suivi des sucres, acides organiques, acides aminés, métabolites secondaires
- Analyses nutritionnelles et analyses de contaminants

• Analyseur de gaz (suivi de fermentation)

• Caractérisation des aliments:

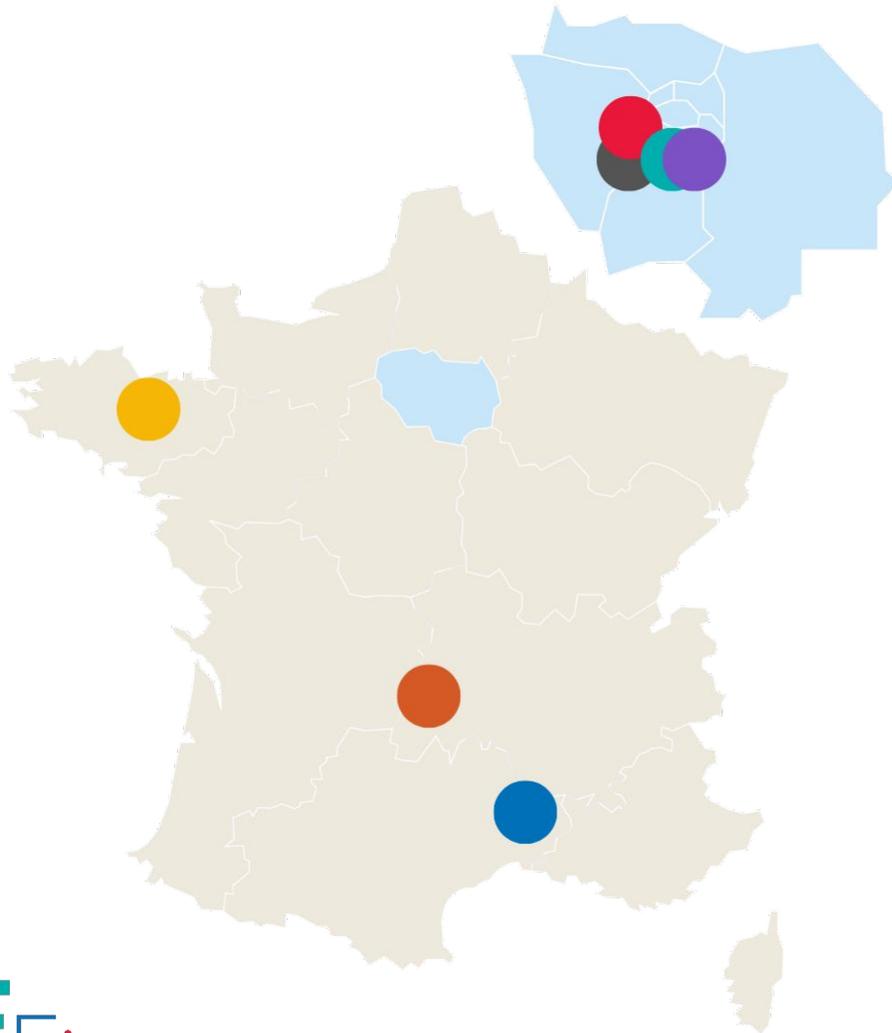
- Rhéologie (viscosimètre, texturomètre, compression)

• Analyses élémentaires (dosage C, N, O, H, S)

• Cytométrie en flux; microscopie



Les expertises scientifiques de la plateforme distribuée



- SPO : Sciences pour l'Œnologie**
@Montpellier ; INRAE, Univ. Montpellier, Institut Agro ; 28 scientifiques
- STLO : Science et Technologie du Lait et de l'Œuf**
@Rennes ; INRAE, Institut Agro ; 35 scientifiques
- UMRF : Unité Mixte de Recherche sur le Fromage**
@Aurillac ; INRAE, Univ. Clermont-Auvergne, VetAgro Sup ; 5 scientifiques
- MICALIS : MICrobiologie de l'Alimentation au service, de la Santé**
@Jouy en Josas ; INRAE, AgroParisTech, Univ. Paris-Saclay ; 109 scientifiques
- SAYFOOD : Ingénierie des aliments et bioproduits**
@Palaiseau ; INRAE, AgroParisTech, Univ. Paris-Saclay ; 25 scientifiques
- MGP: MetaGenoPolis, DPI analyse du microbiote**
@Jouy en Josas ; INRAE ; 9 scientifiques
- MAIAGE: Mathématiques et Informatique Appliquées du Génome à l'Environnement**
@Jouy en Josas ; INRAE ; 37 scientifiques



Les expertises scientifiques de la plateforme distribuée

Capacités clés

Aliments et boissons

- Procédés et instrumentation
- Halles de technologie pilotes
- Fermentation liquide
- Analyse sensorielle
- Caractérisation physico-chimique

Ecologie microbienne

- Bactéries, Levures, Champignons filamenteux
- Biodiversité sur catalogue et campagnes d'isolement (CIRM)

Interactions hôte-microorganisme

- Système digestifs in vitro
- Microbiotes humains et animaux

UMRF

MICALIS

SAYFO
OD

MGP

STLO

SPO

MAIAG
E

Caractérisation et modélisation fonctionnelle

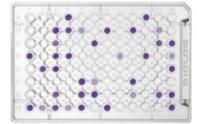
- Culturomique
- Génomique
- Métabolomique
- Biologie synthétique
- Bioinformatique et biostatistique
- Sciences de la donnée



Plateforme distribuée – liste des équipements

1ère série d'investissement 2023-2025

- **FF@SPO : identification de levures en routine** : piqueur de colonies pour identification MALDI-TOF, congélateur -80°C
- **FF@STLO : identification de souches en routine** : robot piqueur, MALDI-TOF, chambre anaérobie, profils métaboliques 96-puits (Biolog Omnilog), lecteur de microplaque.
- **FF@UMRF : production de ferments lactiques** en bioréacteurs liquides
- **FF@MICALIS : imagerie confocale 3D** pour l'organisation spatiale des microbes dans les matrices alimentaires (puis bioprinter 3D); criblage Biolector **des effets des aliments/métabolites sur les consortia** alimentaire et digestif (microbiote).
- **FF@SAYFOOD : métabolome** (MS haute résolution Orbitrap-uHPLC, Q-Exacte Ultimate 3000) et **volatilome** (DHS TDU GC-MS)
- **FF@MGP : interactions aliments/microbiote digestif** en bioréacteurs échelle 0,5-1 L; dénombrement de bactéries
- **FF@MAIAGE** : nœuds de **calcul et stockage de données**



Suivre nos avancées

 fermentsdufutur.eu

 [Ferments du Futur](#)

 [@FermentsFutur](#)

 [@fermentsdufutur](#)



Damien Paineau – Directeur Exécutif

damien.paineau@inrae.fr



Nadège Adouard – Business Developer

nadege.adouard@inrae.fr

INRAE

Ania
L'alimentation,
c'est la vie!

