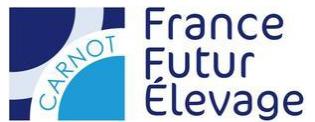




**Stimuler l'interfaçage entre les Carnot métiers portant les compétences Agri-Agro et eau
et les Carnot technologiques**

Six Carnot « Métiers » dans le secteur Agri / Agro / Aqua



Les enjeux Agri – Agro – Aqua au cœur des orientations stratégiques de la recherche

- Répondre aux enjeux environnementaux et gérer les risques associés
 - Changement climatique
 - Biodiversité
 - Compréhension et mobilisation de l'adaptation du vivant
 - Evaluation et gestion des risques naturels et climatique
- Accélérer les transitions agroécologique et alimentaire, en tenant compte des enjeux économiques et sociaux
 - Renforcer la compréhension des processus des transitions et enjeux d'autonomie
 - Progression vers des agricultures sans pesticides de synthèse
 - Transition des élevages
 - Construction des qualités des régimes alimentaires
 - Alimentation saine et durable, accessible et valorisante, pour tous
- Une bioéconomie basée sur une utilisation sobre et circulaire des ressources
 - Cycles du carbone, de l'azote et du phosphore dans les écosystèmes terrestres
 - Cycle de l'eau, relations entre grand et petit cycle
 - Usage des biomasses, coproduits et résidus organiques
 - Produits biosourcés: de nouvelles relations marchandes et dynamiques sociales
- Favoriser une approche globale de la santé
 - Emergence et re-émergence des maladies transmissibles, au sein et entre les systèmes environnementaux, agricoles et alimentaires
 - Pollutions, contaminants et exposome
 - Nutrition préventive pour la santé publique et environnementale
- Mobiliser les sciences des données et les technologies numériques au service des transitions
 - Systèmes complexes et évolutifs
 - Capteurs et systèmes d'acquisition d'information
 - Agro-équipements pour la transition agroécologique
 - Technologies de l'information, réseaux et nouveaux pouvoirs



Plant2Pro: le Carnot des productions végétales

- Thématiques :
 - Génétique et sélection variétale
 - Protection et nutrition des plantes
 - Systèmes de culture innovants
 - Numérique et agroéquipements
- Espèces travaillées
 - Céréales
 - Pomme de terre
 - Espèces oléo-protéagineuses
 - Vigne
- 9 tutelles : 16 laboratoires et 3 instituts techniques agricoles (plus d'informations sur : www.plant2pro.fr)
- Thématiques d'intérêt dans l'Alliance :
 - Capteurs et outils de diagnostic: détection de bioagresseurs et d'auxiliaires, suivi de maladies, évaluation de techniques de désherbage, évaluation de la qualité microbiologiques des sols, pièges connectés...
 - Outil au service des procédés et bioprocédés : process de bioremédiation, de vinification, suivi de la consommation énergétique d'une exploitation...
 - Outils de phénotypage haut-débit: qualité des graines, phénotypage de couverts végétaux complexes, développement racinaire...
 - Modélisation de processus biologiques et physiologiques permettant le développement d'approches prédictives et la simulation de systèmes biologiques et écologiques complexes: suivi de l'évolution de communautés complexes, modélisation de développement racinaire, de flux de biomasse, prédiction de valeur en mélanges variétaux, simulation du comportement mécanique du sol...
 - Numérique au service de l'acquisition et du partage de références agronomiques, de la circularité des productions agricoles et de la traçabilité des productions alimentaires: IA pour le traitement automatique de grandes quantités d'images, interopérabilité de données multi-échelles (temps et espace), intégration de données environnementales et de diagnostics dans des OAD
 - Robotique: capteurs embarqués, nouvelles solutions de mobilité robotisée, analyse d'image embarquée, semoirs et pulvérisateurs de précision, robots de désherbage...

Le Carnot France Futur Elevage

Thématiques scientifiques :

- Pratiques d'élevages et bien-être animal
- Prévention, détection et gestion des maladies
- Sélection génétique et reproduction
- Déterminants des évolutions socio-économiques de l'élevage



Principales thématiques d'intérêt dans l'alliance :

Axe métrologie :

- Outils de phénotypage haut débit et capteurs pour accéder à des paramètres d'intérêt pour caractériser les animaux
- Capteurs et outils de diagnostic au service de la qualité des milieux, de l'épidémio-surveillance pour la gestion préventive des maladies et épidémies

Axe modélisation :

- Développement d'outils de diagnostic au service de l'épidémio-surveillance pour la gestion préventive des maladies et épidémies
- Modélisation de processus biologiques et physiologiques permettant le développement d'approches prédictives et la simulation de systèmes biologiques et écologiques complexes
- Développement d'outils de prédition et de prévision multiparamétriques de la quantité et de la qualité des productions

Axe Data :

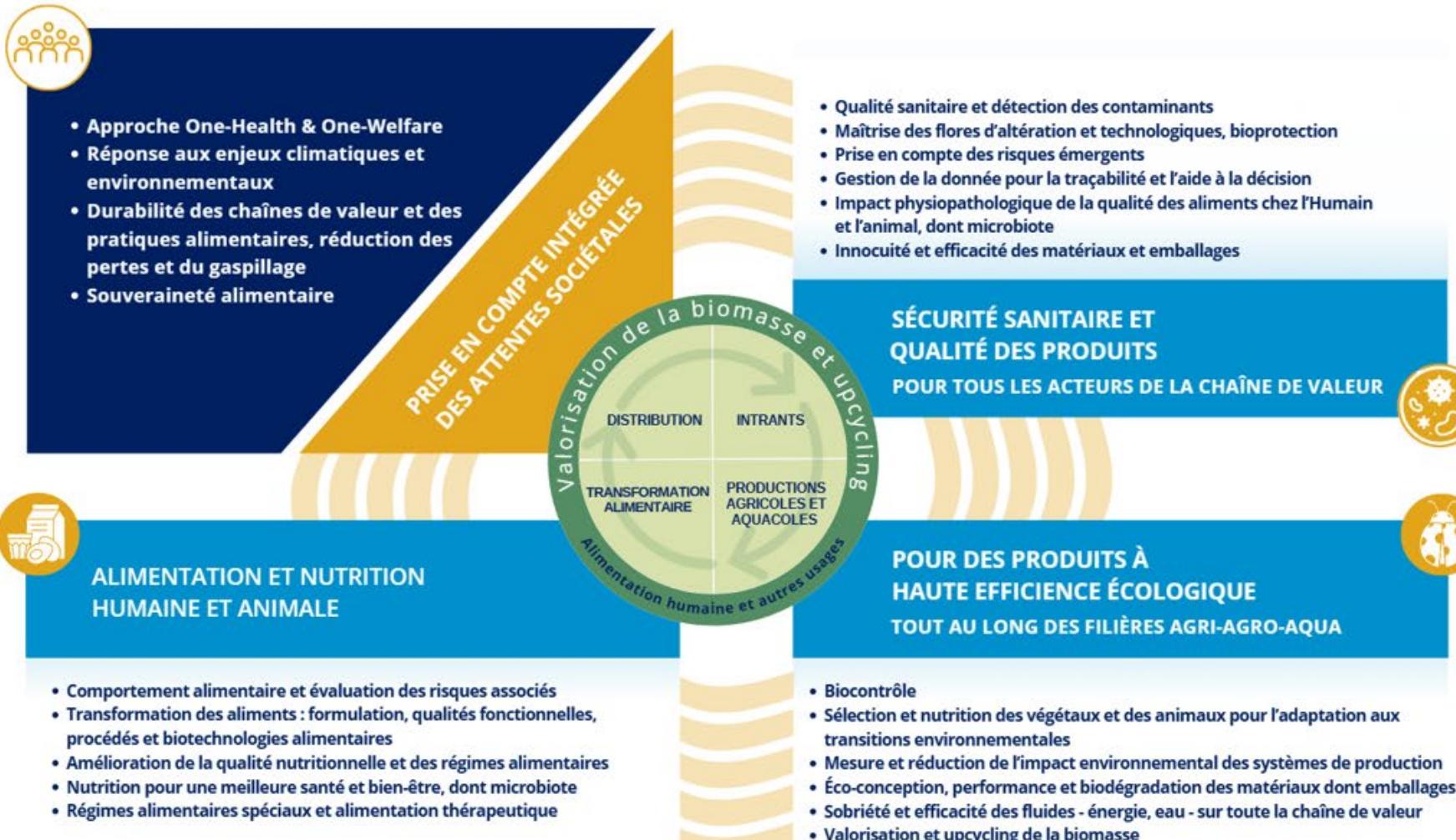
- Numérique au service de l'acquisition et du partage de références d'élevage: interopérabilité de données multi-échelles (temps et espace), intégration de données environnementales et de diagnostics dans des OA
- Gestion des réseaux, IOT

Robotique

Un réseau présent sur l'ensemble du territoire



Acteur de la R&D des systèmes alimentaires durables pour la santé humaine et l'environnement ● ● ●



Expert des filières de production maraîchère, laitière, ruminants, porcine, avicole, aquacole et agroalimentaire

17	équipes de recherche
8	centres techniques
9	unités de recherche
640	chercheur.se.s
150	doctorants
7,3	M€ recherche contractuelle
50	M€ budget recherche



Les domaines d'activités stratégiques

Alimentation humaine et santé.



- **Thématiques :**
 - Qualité sensorielle des aliments
 - Structure et fonctionnalité de l'aliment
 - Technologies et de transformation
 - Qualité nutritionnelle et effets santé
- **12 tutelles : 12 laboratoires et 1 centre technique** (plus d'informations sur : <https://urlz.fr/q83c>)
- **Appel à Projet (annuel)**

	Ouverture	Dépôt	Sélection	Durée max	Montant max	Remarques
	7/02/2024	24/05/2024	17/09/2024	3 ans	200 k€	AAP en 2 phases : 1 – 1 ^{er} dépôt du dossier et demande de modifications ou précisions par le Conseil Scientifique (17 juin) 2 – Dépôt du dossier corrigé (30 août)
- **Thématiques d'intérêt dans l'Alliance :**
 - Axe Métrologie :
 - Outil au service des procédés et bioprocédés (monitoring de process in line et at line)
 - Axe modélisation : (axe avec l'intérêt le plus fort)
 - Simulation numérique et au service de l'instrumentation et du pilotage des procédés
 - Modélisation de processus biologiques et physiologiques permettant le développement d'approches prédictives et la simulation de systèmes biologiques et écologiques complexes, jumeaux numériques
 - Développement d'outils de prédiction et de prévision multiparamétriques de la quantité et de la qualité des productions aux différentes étapes de la chaîne de valeur
 - Axe data :
 - Numérique au service de l'acquisition et du partage de références agronomiques et d'élevage, de la circularité des productions agricoles et de la traçabilité des productions alimentaires: interopérabilité de données multi-échelles (temps et espace), intégration de données environnementales et de diagnostics dans des OAD
 - Gestion des réseaux, IoT, blockchain, logistique, traçabilité

4 DOMAINES de recherche stratégiques

qui ciblent les marchés : « L'eau dans la ville et les territoires ruraux »
« L'eau dans les milieux naturels » et « L'eau dans l'industrie »



Gestion des risques naturels



Optimisation des ouvrages, réseaux, infrastructures hydrauliques



Surveillance de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques



Constitution de nouvelles ressources

LES SOLUTIONS DÉVELOPPÉES



MODÈLES & SOLUTIONS NUMÉRIQUES



SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE



CAPTEURS & BIOCAPTEURS



OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

Un réseau national et multi organismes/universités pour constituer un pôle d'excellence sur l'eau



11

Unités de recherche

1

Centre technologique

470

Chercheurs (dont 150 doctorants)

90

Partenaires socio-économiques

INRAE

INSA
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON

cnrs

UNIVERSITÉ SAVOIE MONT BLANC

IFTS.

IRD

Aix-Marseille université



Les thématiques d'intérêt dans l'Alliance

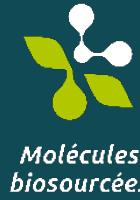
- Modélisation de l'évolution de la ressource en eau à l'échelle des territoires intégrant la diversité des usages, jumeaux numériques
- Réutilisation et recyclage de l'eau : capteurs pour le suivi de la qualité, approche multi-barrière...
- Préservation et restauration de la qualité des milieux aquatiques
- L'empreinte Eau
- Protection des biens et des personnes



CARNOT 3BCAR

CARBONE RENOUVELABLE POUR LES BIOÉNERGIES, MOLÉCULES ET MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Innover et soutenir l'émergence de la Bioéconomie,
grâce aux biotechnologies et la chimie verte



Domaines de compétences

- PRODUCTION DE BIOMASSE
- FRACTIONNEMENT & BIORAFFINERIE
- SYNTHONS & FONCTIONNALISATION
- FORMULATION & MISE EN FORME
- ÉCOCONCEPTION & DURABILITÉ

INRAE

AllianceAgriFoodTech – I



18 composantes :

12 laboratoires

6 structures de transfert

Quelques chiffres-clés de 2023

- 14 M€ de chiffre d'affaires
- 312 contrats directement signés avec le monde socio-économique
- 590 ingénieurs et chercheurs
- 603 publications de rang A
- 193 familles de brevets
- 250 entreprises partenaires

16 tutelles



Cinq Carnot « Technologiques »

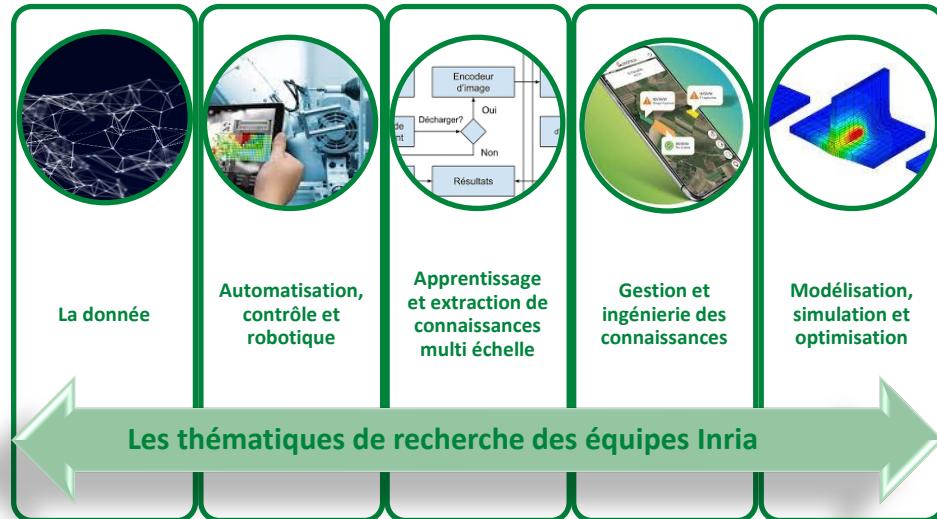


Internet des objets (IoT)

Utilisés dans l'agriculture pour surveiller la température, l'humidité, la qualité du sol, optimiser l'irrigation, la fertilisation et d'autres aspects de la production agricole

La donnée pour l'agriculture de précision

Utiliser les technologies de cartographie, de positionnement par satellite (GPS) et de gestion des données pour optimiser les intrants agricoles, l'eau, les engrains et les pesticides. L'objectif est de maximiser les rendements tout en minimisant l'impact environnemental.

**La biotechnologies dans l'agriculture**

Dans la production et l'élaboration agricoles, les biotechnologies sont utilisées pour augmenter le rendement de la culture, renforcer la résistance aux ravageurs, lutter contre les conditions difficiles, et également pour augmenter la teneur en nutriments de l'aliment.

La robotique agricole

Les robots agricoles utilisés pour effectuer diverses tâches, telles que la plantation, la récolte, le désherbage, l'épandage de pesticides, etc. Ces robots peuvent augmenter l'efficacité et réduire les coûts de main-d'œuvre.

Modélisation, simulation et optimisation

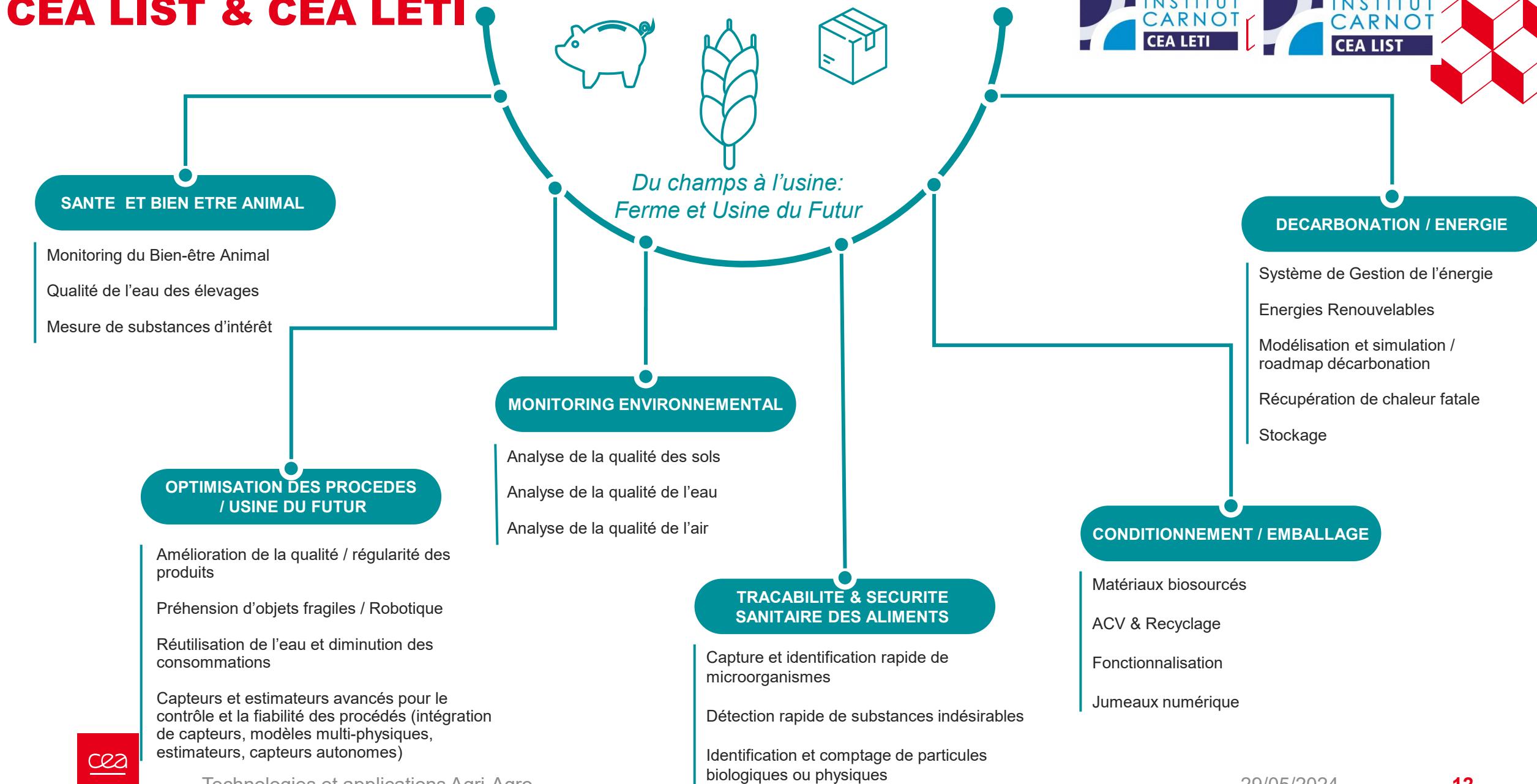
La modélisation dans l'agriculture concerne un très large spectre d'objets, et vise principalement quatre objectifs : Analyser, Communiquer, Prédire-contrôler l'évolution des composantes d'un système agricole, Concevoir-optimiser le système considéré.

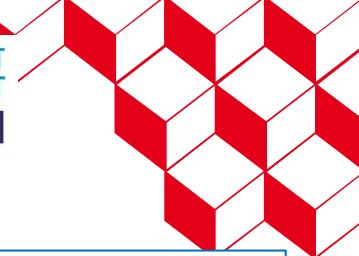
L'intelligence artificielle

L'IA est utilisée dans l'agriculture pour l'analyse des données, la prise de décision et l'automatisation des processus.

Inria peut aider à améliorer la sécurité alimentaire, à réduire l'impact environnemental de l'agriculture, à augmenter la rentabilité des exploitations agricoles et à favoriser l'innovation dans le secteur agroalimentaire, en créant des synergies entre nos compétences et les besoins concrets de l'industrie AgriFoodTech, notamment en termes de gestion des cultures, de surveillance des sols et de traçabilité alimentaire.

Les enjeux technologiques CEA LIST & CEA LETI





Robotique Intelligente

- Advanced robotic functions: mobility, man-robot Collaboration
- Intuitive multimodal MMIs
- AI, learning and decision making
- Vision based localization and environment perception
- Digital twin, supervision



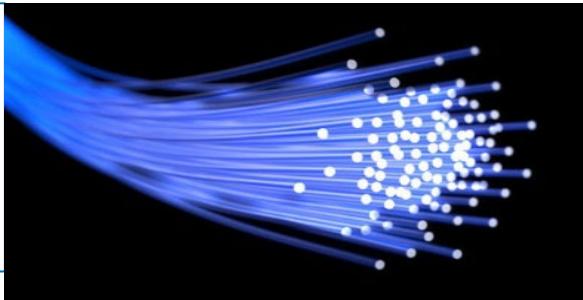
Ingénierie numérique augmentée

- Interactive & Immersive digital twin
- Formal methods and technologies usage
- AI and systems engineering tools
- Cognification of methodologies and tools



Instrumentation Numérique

- Acoustic wave control for audio & haptic
- Acoustic monitoring
- Multi-sensors technologies and multi-modality
- Embedded architectures
- Digital simulation
- Automated diagnosis



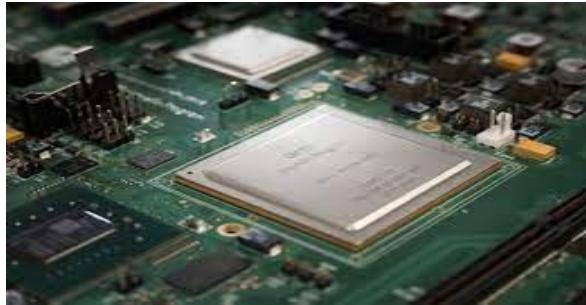
IA responsable

- Distributed and trust AI
- AI embedded SW/HW Architectures
- AI integration platform
- Frugal AI for vision & language - AI for programming
- AI & complexity



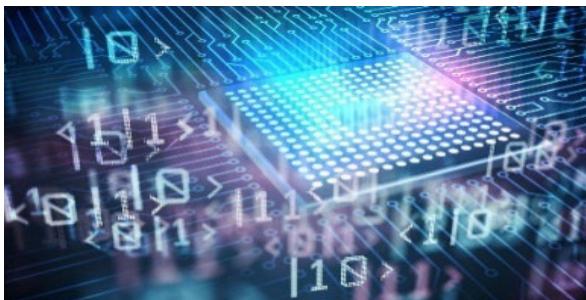
Architectures digitales

- New 3D Design architectures
- Memory and data near Computing EDA tools

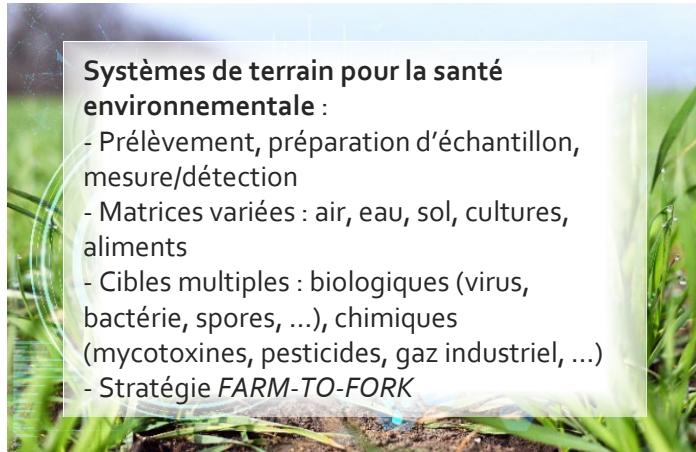
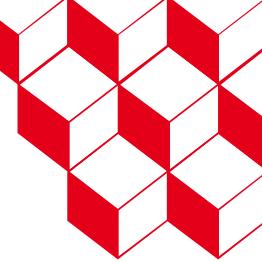
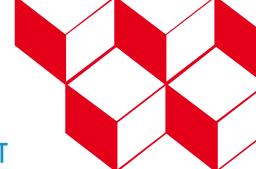


Solutions quantiques HW/SW

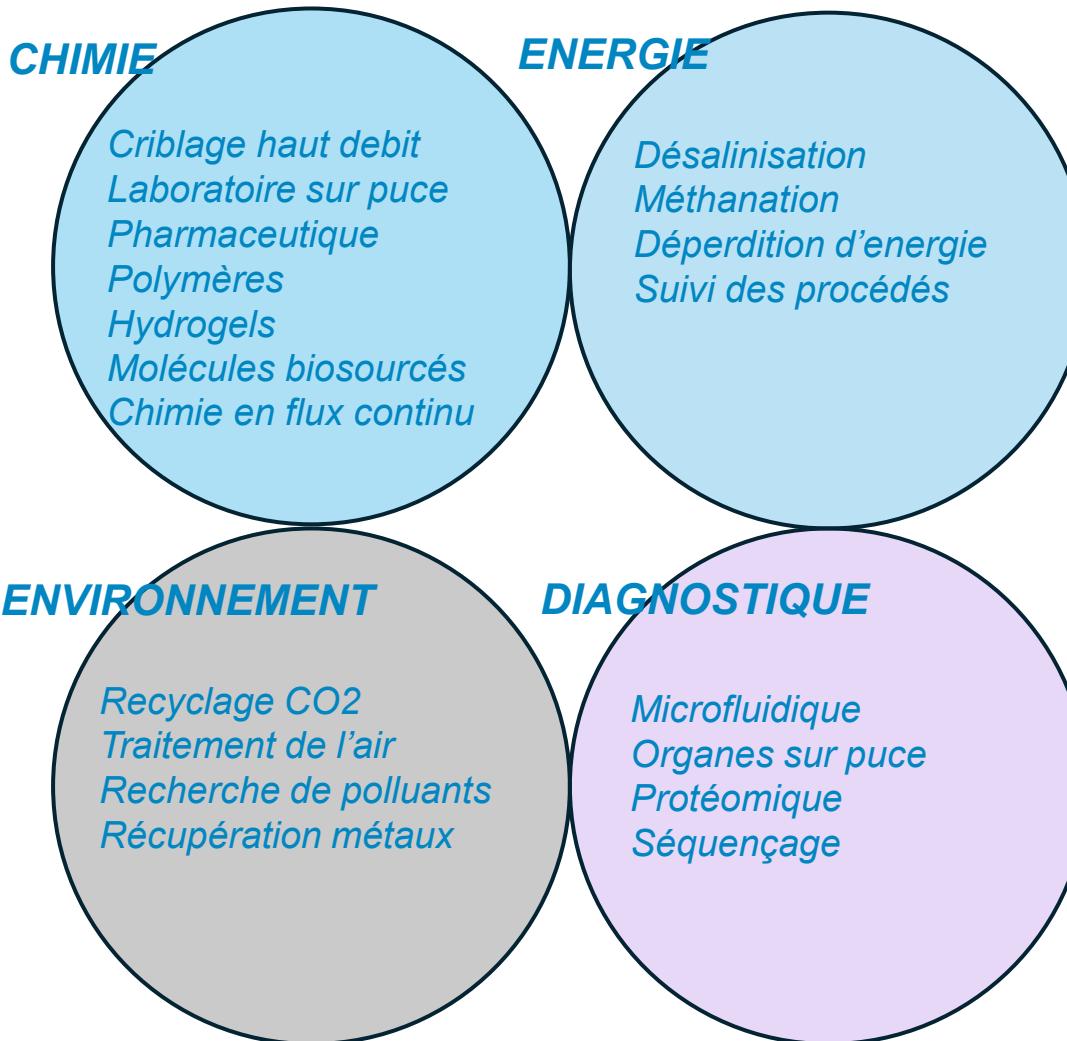
- Software and architectural stack
- Quantum architectures and algorithms Co-design
- Quantum advantage evaluation



CEA LETI – Programmes phares



Institut Carnot IPGG microfluidique



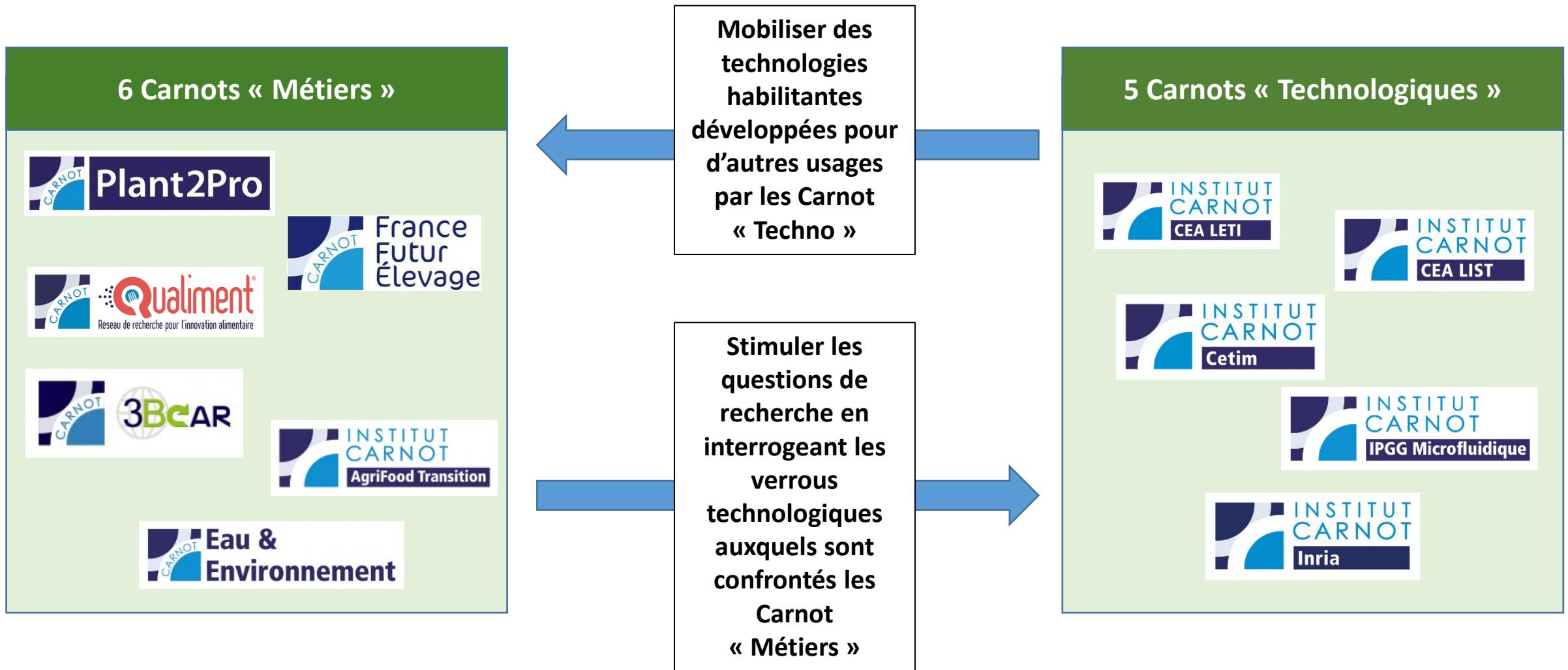
Le Carnot IPGG en chiffres:

- ✓ 24 équipes de recherche
- ✓ 3 composantes (ESPCI, ENS, ENSCP)
- ✓ 350 chercheurs (biologie, chimie, physique)
- ✓ 4 plateformes technologiques



Contact:
Julien DAUBIGNARD
julien.daubignard@chimieparistech.psl.eu
Tel: 06 16 33 17 58

Une Alliance pour stimuler l'interfaçage



Stimuler l'**interfaçage** des Carnot Agri Agro Aqua avec les Carnot technologiques afin de stimuler l'application des nouvelles technologies pour **lever des verrous scientifiques et technologiques** dans nos domaines métiers et explorer les **opportunités d'émergence de nouvelles technos** compte tenu des besoins spécifiques des secteurs Agri Agro Aqua

Une Alliance pour stimuler l'interfaçage

6 Carnots « Métiers »



Thématiques convergentes

Métrie : Technologies multi-capteurs et multi-modalités

Modélisation

Data

Robotique / Logiciels

Attendus:

- Questions de recherche
- Maturation
- Applications
- Nouveaux cas d'usage
- Prospection commune...

5 Carnots « Technologiques »



Points de convergence et thématiques prioritaires

- **Métrologie : Technologies multi-capteurs et multi-modalités**

- Outils de phénotypage haut débit et capteurs pour accéder à des paramètres d'intérêt pour caractériser les plantes, les animaux, les aliments,
- Capteurs et outils de diagnostic au service de la qualité des milieux (qualité écologique des sols, qualité des eaux, qualité de l'air), de l'épidémio-surveillance pour la gestion préventive des maladies et épidémies
- Outils au service des procédés et bioprocédés (monitoring de process in line et at line)
- Outils pour le suivi des flux (quantité et qualité) dans les réseaux d'eau et d'assainissement, dans les milieux (y compris contaminations)

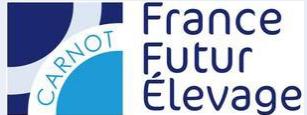
- **Modélisation :**

- Simulation numérique et au service de l'instrumentation et du pilotage des procédés - Jumeaux numériques (station d'épuration- Bassins versants , réseaux, méthaniseur, procédés...)
- Modélisation de processus biologiques et physiologiques permettant le développement d'approches prédictives et la simulation de systèmes biologiques et écologiques complexes, jumeaux numériques
- Développement d'outils de diagnostic au service de l'épidémio-surveillance pour la gestion préventive des maladies et épidémies
- Développement d'outils de prédiction et de prévision multiparamétriques de la quantité et de la qualité des productions aux différentes étapes de la chaîne de valeur
- Couplage 1D/2D, 3D modèles physiques de flux

- **Data :**

- Numérique au service de l'acquisition et du partage de références agronomiques et d'élevage, de la circularité des productions agricoles et de la traçabilité des productions alimentaires: interopérabilité de données multi-échelles (temps et espace), intégration de données environnementales et de diagnostics dans des OAD
- Gestion des réseaux, IoT, blockchain, logistique, traçabilité

- **Robotique / Logiciels** : Agroéquipements nouveaux process / fonctions adaptés aux stratégies de l'agroécologie: cultures plus diversifiées, récoltes plus hétérogènes, les cobots et assistance de l'opérateur

	Axes thématiques	Enjeux dans l'Alliance
	Productions végétales – Grandes cultures & Vigne: Génétique, Nutrition et protection des plantes, Systèmes agricoles durables, Numérique et agroéquipements	Adaptation au changement climatique Sortie de l'usage de chimie de synthèse (transition agroécologique) Souveraineté alimentaire Soutien de la biodiversité Végétalisation de l'alimentation (développement des protéines végétale)
	Productions animales: Pratiques d'élevage et bien-être animal Sélection génétique et reproduction Prévention, détection et gestion des maladies Déterminants des évolutions socio-économiques de l'élevage	Accroître la résilience et l'efficience des systèmes d'élevage Rechercher de sources de protéines alternatives pour l'alimentation animale Gestion de la santé du troupeau et limitation de la transmission des maladies à l'homme (One Health) Réduction de l'utilisation des antibiotiques Contrôle des maladies émergentes infectieuses Rentabilité économique des élevages Enjeux environnementaux Systèmes de production durable garantissant le bien-être animal
	Bioénergie Biomolécules Matériaux biosourcés	Valorisation de productions végétales non alimentaires et de coproduits végétaux et animaux: Production de biomasse Fractionnement Fonctionnalisation Formulation et mise en forme
	Qualité sensorielle des aliments Structure de l'aliment Technologies et de transformation Qualité nutritionnelle	Nouvelles protéines Microbiote & ferments (stabilisation et production des fermentations) Usine agroalimentaire du futur, avec gros besoins de capteurs
	Surveillance de l'eau (continentale et littorale) et des milieux aquatiques Constitution de nouvelles ressources Optimisation des ouvrages et infrastructures hydrauliques Gestion des risques naturels	Préserver la qualité des eaux et milieux aquatiques Donner un accès à la ressource adapté aux usages Protéger la population (risques naturels liés à l'eau)
	Santé, qualité, impact environnemental des productions Transformation et conservation des aliments One Health (sécurité sanitaire, nutrition pour une meilleure santé, prévention et réduction des risques professionnels) Approche systémique – chaînes alimentaires	Digitalisation de l'évaluation sensorielle Caractérisation de la biodiversité des sols Création de jumeaux numériques Analyse d'images pour comprendre le comportement des animaux Usine agroalimentaire de demain : efficience eau/énergie

	Axes thématiques	Enjeux dans l'Alliance
	<p>Ingénierie produits – procédés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des défaillances et expertises • Caoutchouc, plastiques : matériaux, procédés, mécanique, simulation • Expertise, métrologie et étalonnage • Fabrication additive et assemblages • Fatigue, optimisation, durabilité • Ingénierie des polymères et composites • Logiciels • Matériaux métalliques et de surface • Métallurgie • Monitoring, Contrôle, objets connectés • Simulation • Systèmes de production intégrés • Techniques des fluides et écoulements • Technologies de l'étanchéité • Transmission de puissance 	
	<p>Microtechnologies intégrant des composants microélectroniques et des approches microfluidiques.</p> <p>Approche "une seule santé" :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Outils pour l'environnement et l'exposome - Outils pour la pharma et la bio-production - Dispositifs portés sur la personne/l'animal - Diagnostic <i>in vitro</i> <p>Développement de systèmes portables, de terrain, permettant de couvrir la chaîne analytique complète (prélèvement, préparation d'échantillon, détection) pour la mesure de couples cibles/matrices variés.</p>	<p>Manque d'information sur les besoins terrains et les usages pour favoriser les transferts technologiques vers l'industrie.</p> <p>Mise à profit de son expertise en matière de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prélèvement d'échantillon (gazeux / liquide / solide, sur surface, aéroporté, dans des matrices environnementales ou alimentaires, ...) - Préparation d'échantillon (laboratoire sur puce permettant la concentration, lyse, extraction, purification, séparation, ...) - Détection, mesure, imagerie non conventionnelle - Intégration système (miniaturisation, automatisation, IoT, IA, ...) - Autonomie des systèmes de capteurs (récupération d'énergie / transmission de puissance sans fil) - Capteurs et estimateurs avancés pour le contrôle et la fiabilité des procédés (intégration de capteurs, modèles multi-physiques, estimateurs)
	<p>Systèmes numériques intelligents:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Robotique Intelligente - IA responsable - Ingénierie numérique augmentée - Architecture digitales - Instrumentation numérique 	<p>Technologies multi-capteurs et multi-modalités</p> <p>Jumeau numérique holistique: fonctionnel, interactif, instrumentation, ..</p> <p>Simulation numérique au service de l'instrumentation (modélisation)</p> <p>Méthodologies d'établissement de diagnostic (IA)</p> <p>Analyse et traitement de la données</p> <p>Maintenance prédictive</p> <p>Robotique</p> <p>Cybersecurité</p>

	Axes thématiques	Enjeux dans l'Alliance
	<p>Mathématiques appliquées, calcul et simulation: schémas et simulations numériques, approches stochastiques, optimisation, apprentissage et méthodes statistiques, optimisation et contrôle de systèmes dynamiques</p> <p>Algorithmique, programmation, logiciels et architectures: preuves et vérification, sécurité et confidentialité, algorithmique, calcul formel et cryptologie, systèmes embarqués et temps réel, architecture, langages et compilation</p> <p>Réseaux, systèmes et services, calcul distribué: réseaux et télécommunications, systèmes distribués et intergiciels, calcul distribué et à haute performance, programmation distribué et génie logiciel</p> <p>Perception, cognition et interaction: vision, perception et interprétation multimédia, interaction et visualisation, représentation et traitement des données et des connaissances, robotique et environnements intelligents, langue, parole et audio</p> <p>Santé, biologie et planète numériques: modélisation et commande pour le vivant, biologie numérique</p>	<p>Mathématiques appliquées, calcul et simulation: Améliorer la modélisation et la simulation de systèmes agroalimentaires complexes grâce à des outils numériques sophistiqués et des méthodes statistiques.</p> <p>Algorithmique, programmation, logiciels et architectures: Garantir la fiabilité, la sécurité et l'efficacité des systèmes et logiciels utilisés dans l'agroalimentaire en s'appuyant sur des méthodes formelles et des paradigmes de programmation adaptés.</p> <p>Réseaux, systèmes et services, calcul distribué: Optimiser la communication, la coordination et la synchronisation entre les différents acteurs et systèmes participants aux processus agroalimentaires.</p> <p>Perception, cognition et interaction: Automatiser la reconnaissance, la classification et l'interaction avec les images, vidéos, sons et autres données liées à l'agriculture et l'agroalimentaire.</p> <p>Santé, biologie et planète numériques: Simuler et prédire les phénomènes biologiques et écologiques grâce à des modèles numériques et des approches in silico.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Organes sur puce • Cellule unique • Chimie de l'évolution • Chimie en flux continu • Récupération d'énergie • Environnement et purification d'eau • Micro-organismes pour la santé et l'environnement • Electronique flexible 	<p>Métrologie: outils microfluidiques pour la caractérisation (phénotypage, séquençage et diagnostique).</p> <p>Agriculture: hydrogels superabsorbants, sélection de semences et ingénierie des protéines par évolution dirigée</p> <p>Usage des biomasses: conversion biomasse et chimie en flux continu</p> <p>Environnement: analyse air, eau et sols, détection de polluants et contaminants identifiés et non identifiés</p> <p>Energie: Captation et utilisation du CO2 et méthane</p> <p>Bioprocédés: séparation microalgues par phototaxie</p>