



**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 science 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



- **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](http://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

Un réseau présent sur l'ensemble du territoire

## 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 prédiction 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

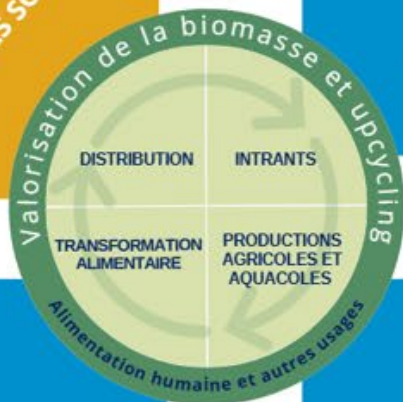


# Acteur de la R&D des systèmes alimentaires durables pour la santé humaine et l'environnement ●●●



- Approche One-Health & One-Welfare
- Réponse aux enjeux climatiques et environnementaux
- Durabilité des chaînes de valeur et des pratiques alimentaires, réduction des pertes et du gaspillage
- Souveraineté alimentaire

PRISE EN COMPTE INTÉGRÉE  
DES ATTENTES SOCIÉTALES



- Qualité sanitaire et détection des contaminants
- Maîtrise des flores d'altération et technologiques, bioprotection
- Prise en compte des risques émergents
- Gestion de la donnée pour la traçabilité et l'aide à la décision
- Impact physiopathologique de la qualité des aliments chez l'Humain et l'animal, dont microbiote
- Innocuité et efficacité des matériaux et emballages

**SÉCURITÉ SANITAIRE ET  
QUALITÉ DES PRODUITS**  
POUR TOUS LES ACTEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR



**ALIMENTATION ET NUTRITION  
HUMAINE ET ANIMALE**

- Comportement alimentaire et évaluation des risques associés
- Transformation des aliments : formulation, qualités fonctionnelles, procédés et biotechnologies alimentaires
- Amélioration de la qualité nutritionnelle et des régimes alimentaires
- Nutrition pour une meilleure santé et bien-être, dont microbiote
- Régimes alimentaires spéciaux et alimentation thérapeutique

**POUR DES PRODUITS À  
HAUTE EFFICIENCE ÉCOLOGIQUE**  
TOUT AU LONG DES FILIÈRES AGRI-AGRO-AQUA



- Biocontrôle
- Sélection et nutrition des végétaux et des animaux pour l'adaptation aux transitions environnementales
- Mesure et réduction de l'impact environnemental des systèmes de production
- Éco-conception, performance et biodégradation des matériaux dont emballages
- Sobriété et efficacité des fluides - énergie, eau - sur toute la chaîne de valeur
- Valorisation et upcycling de la biomasse

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 <sup>er</sup> 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

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



## LES SOLUTIONS DÉVELOPPÉES



MODÈLES &  
SOLUTIONS  
NUMÉRIQUES



SOLUTIONS FONDÉES  
SUR LA NATURE



CAPTEURS  
& BIOCAPTEURS



OUTILS D'AIDE  
À LA DÉCISION

## 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

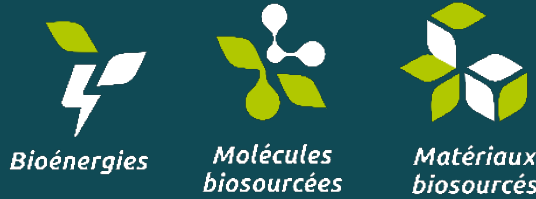




# CARNOT 3BCAR

**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



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 engrais 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

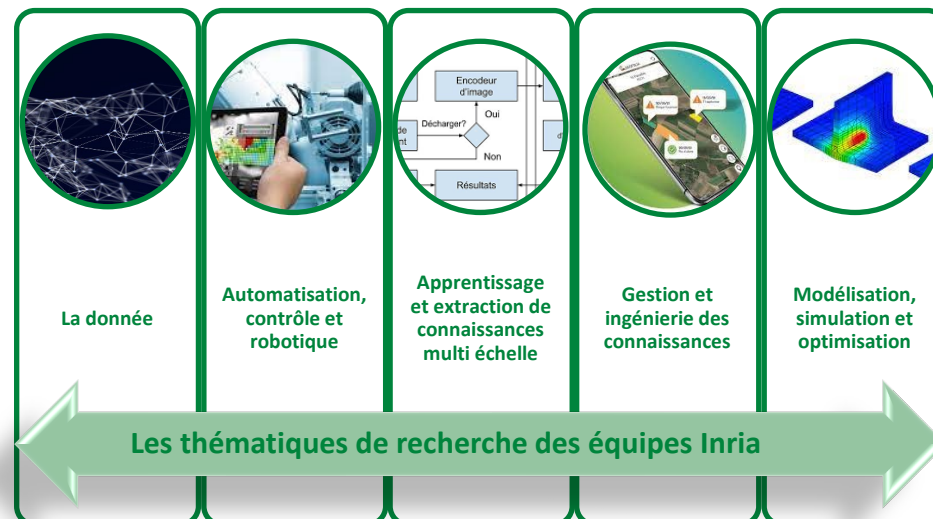
Les robots agricoles utilisés pour effectuer diverses tâches, telles que la plantation, la récolte, le désherbage, l'épandage de pesticides, etc. Ces robots peuvent augmenter l'efficacité et réduire les coûts de main-d'œuvre.

### 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



*Du champs à l'usine:  
Ferme et Usine du Futur*

## SANTÉ ET BIEN ÊTRE ANIMAL

- Monitoring du Bien-être Animal
- Qualité de l'eau des élevages
- Mesure de substances d'intérêt

## OPTIMISATION DES PROCÉDES / USINE DU FUTUR

- Amélioration de la qualité / régularité des produits
- Préhension d'objets fragiles / Robotique
- Réutilisation de l'eau et diminution des consommations
- Capteurs et estimateurs avancés pour le contrôle et la fiabilité des procédés (intégration de capteurs, modèles multi-physiques, estimateurs, capteurs autonomes)

## MONITORING ENVIRONNEMENTAL

- Analyse de la qualité des sols
- Analyse de la qualité de l'eau
- Analyse de la qualité de l'air

## TRACABILITÉ & SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS

- Capture et identification rapide de microorganismes
- Détection rapide de substances indésirables
- Identification et comptage de particules biologiques ou physiques

## DECARBONATION / ENERGIE

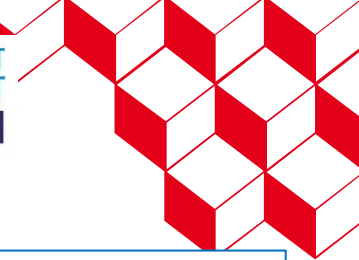
- Système de Gestion de l'énergie
- Energies Renouvelables
- Modélisation et simulation / roadmap décarbonation
- Récupération de chaleur fatale
- Stockage

## CONDITIONNEMENT / EMBALLAGE

- Matériaux biosourcés
- ACV & Recyclage
- Fonctionnalisation
- Jumeaux numérique



# CEA LIST – Programmes phares



## 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



## IA responsable

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



## Ingénierie numérique augmentée

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



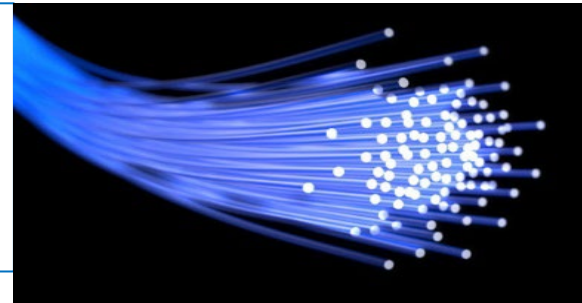
## Architectures digitales

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



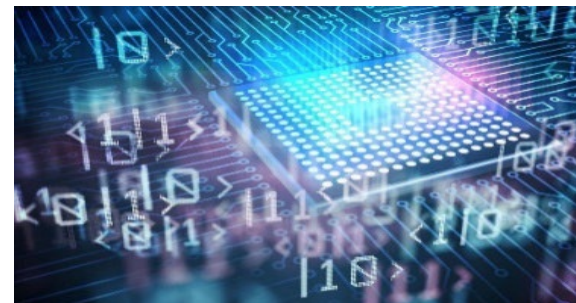
## Instrumentation Numérique

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



## Solutions quantiques HW/SW

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

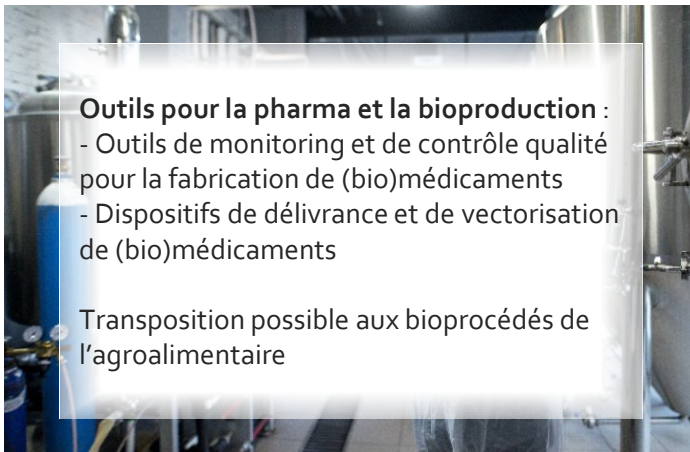


# CEA LETI – Programmes phares



## Systèmes de terrain pour la santé environnementale :

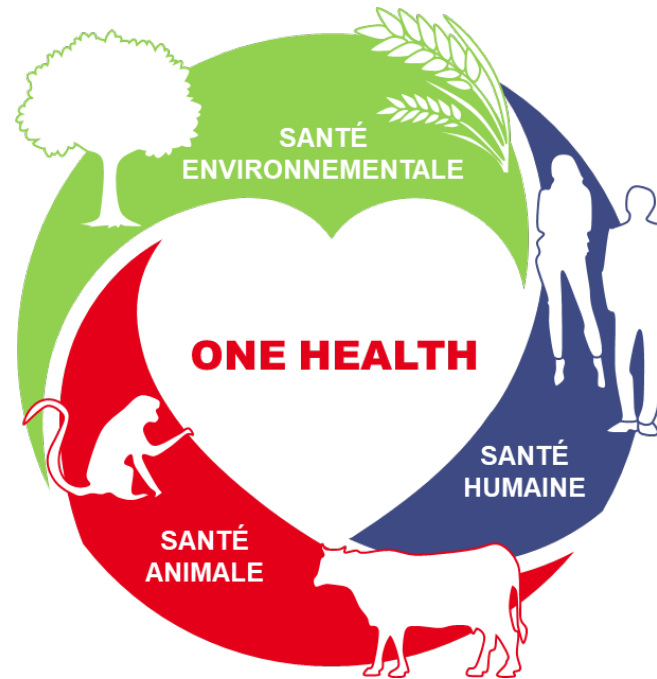
- Prélèvement, préparation d'échantillon, mesure/détection
- Matrices variées : air, eau, sol, cultures, aliments
- Cibles multiples : biologiques (virus, bactérie, spores, ...), chimiques (mycotoxines, pesticides, gaz industriel, ...)
- Stratégie *FARM-TO-FORK*



## Outils pour la pharma et la bioproduction :

- Outils de monitoring et de contrôle qualité pour la fabrication de (bio)médicaments
- Dispositifs de délivrance et de vectorisation de (bio)médicaments

Transposition possible aux bioprocédés de l'agroalimentaire



## Les mots-clés :

- Systèmes de terrain
- Capteurs innovants
- Imagerie non conventionnelle
- Internet des objets (IoT)
- L'IA au service de l'aide à la décision

## Dispositifs médicaux portés :

- Monitorer des paramètres physiologiques, cognitifs, biomoléculaires, comportementaux
- Interface peau-capteur : biomatériaux, systèmes de prélèvements mini-invasifs, systèmes de délivrances
- Chez l'Homme ou chez l'animal
- Bien-être et santé

## Dispositifs médicaux de diagnostic *in-vitro* :

- Analyser et identifier des organismes vivants ou des biomarqueurs dans différentes matrices biologiques
- Automatisation de la chaîne analytique complète
- Miniaturisation et intégration système



Technologies et applications Agri-Agro

## CHIMIE

Criblage haut débit  
Laboratoire sur puce  
Pharmaceutique  
Polymères  
Hydrogels  
Molécules biosourcés  
Chimie en flux continu

## ENERGIE

Désalinisation  
Méthanation  
Déperdition d'énergie  
Suivi des procédés

## ENVIRONNEMENT

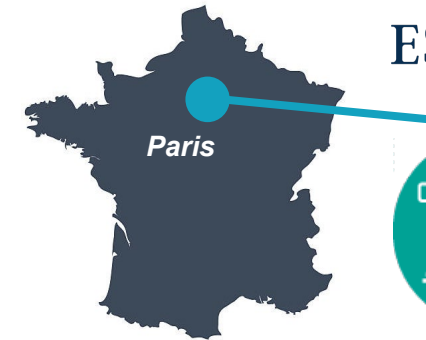
Recyclage CO<sub>2</sub>  
Traitement de l'air  
Recherche de polluants  
Récupération métaux

## DIAGNOSTIQUE

Microfluidique  
Organes sur puce  
Protéomique  
Séquençage

### Le Carnot IPGG en chiffres:

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



ESPCI  PARIS



ParisTech



### Contact:

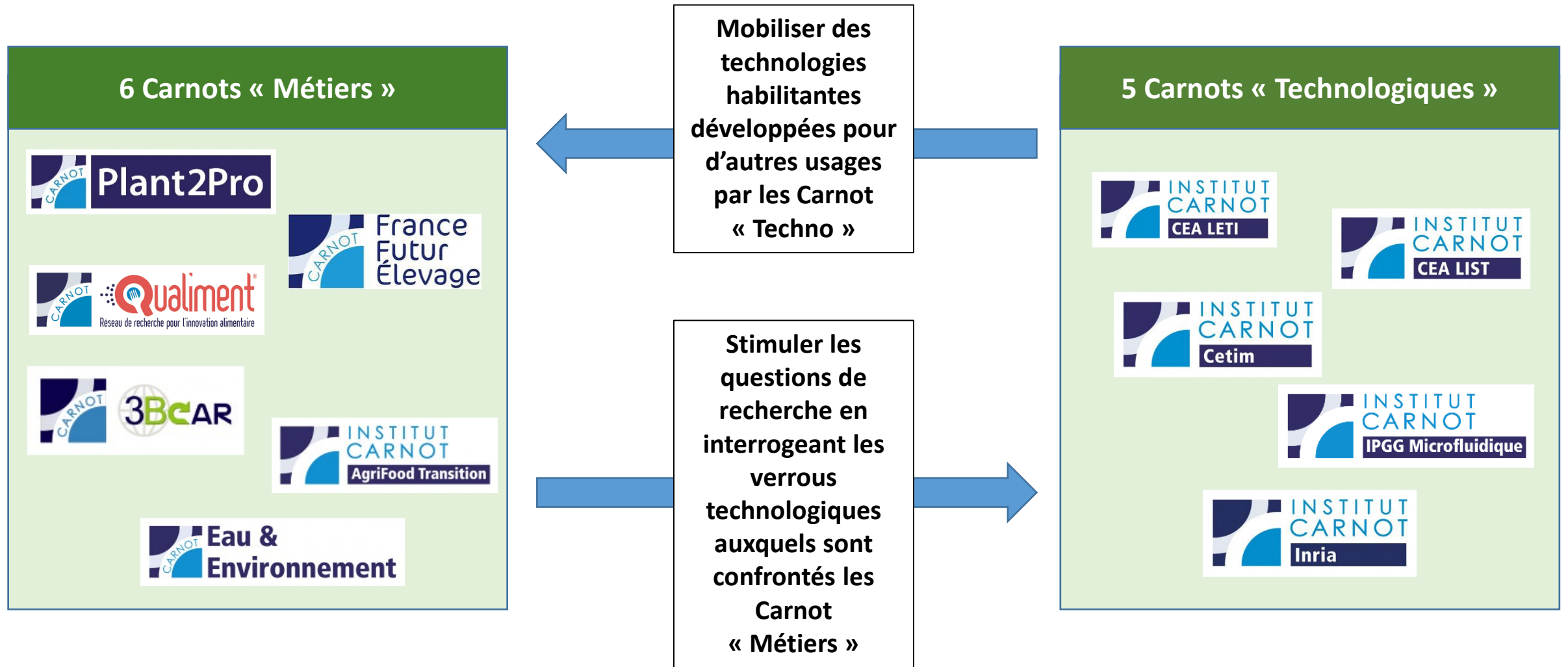
Julien DAUBIGNARD

[julien.daubignard@chimieparistech.psl.eu](mailto: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

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



	Axes thématiques	Enjeux dans l'Alliance
	Mathématiques appliquées, calcul et simulation: schémas et simulations numériques, approches stochastiques, optimisation, apprentissage et méthodes statistiques, optimisation et contrôle de systèmes dynamiques	<p><b>Mathématiques appliquées, calcul et simulation:</b> Améliorer la modélisation et la simulation de systèmes agroalimentaires complexes grâce à des outils numériques sophistiqués et des méthodes statistiques.</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><b>Algorithmique, programmation, logiciels et architectures:</b> 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>
	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><b>Réseaux, systèmes et services, calcul distribué:</b> Optimiser la communication, la coordination et la synchronisation entre les différents acteurs et systèmes participants aux processus agroalimentaires.</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><b>Perception, cognition et interaction:</b> Automatiser la reconnaissance, la classification et l'interaction avec les images, vidéos, sons et autres données liées à l'agriculture et l'agroalimentaire.</p>
	Santé, biologie et planète numériques: modélisation et commande pour le vivant, biologie numérique	<p><b>Santé, biologie et planète numériques:</b> 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"> <li>• Organes sur puce</li> <li>• Cellule unique</li> <li>• Chimie de l'évolution</li> <li>• Chimie en flux continu</li> <li>• Récupération d'énergie</li> <li>• Environnement et purification d'eau</li> <li>• Micro-organismes pour la santé et l'environnement</li> <li>• Electronique flexible</li> </ul>	<p><b>Métrologie:</b> outils microfluidiques pour la caractérisation (phénotypage, séquençage et diagnostique).</p> <p><b>Agriculture:</b> hydrogels superabsorbants, sélection de semences et ingénierie des protéines par évolution dirigée</p> <p><b>Usage des biomasses:</b> conversion biomasse et chimie en flux continu</p> <p><b>Environnement:</b> analyse air, eau et sols, détection de polluants et contaminants identifiés et non identifiés</p> <p><b>Energie:</b> Captation et utilisation du CO2 et méthane</p> <p><b>Bioprocédés:</b> séparation microalgues par phototaxie</p>