

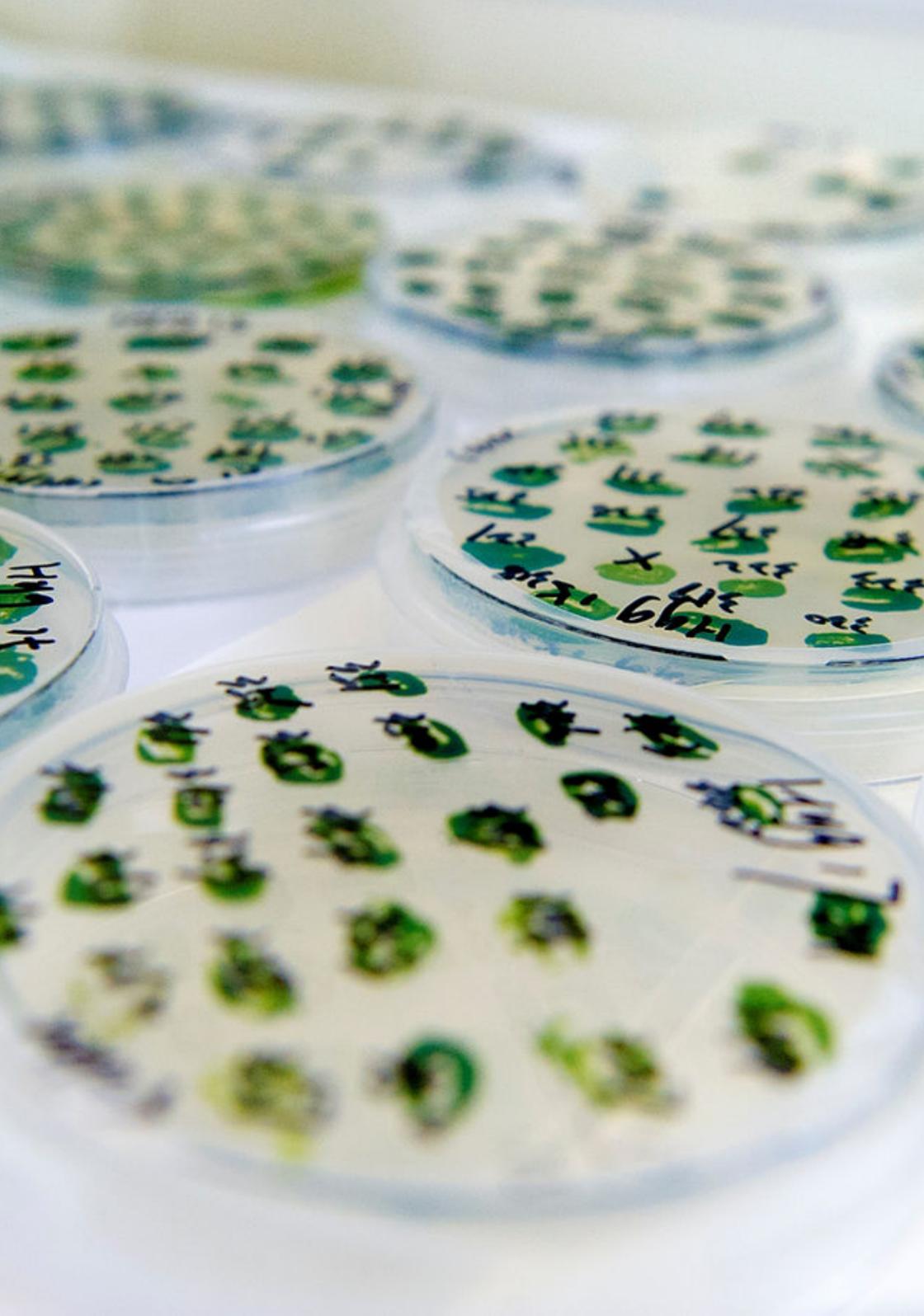


Le BIAM

Institut de Biosciences
et biotechnologies d'Aix-Marseille

Répondre aux enjeux
environnementaux
et sociétaux
par des approches
durables de R&D

Croisement des compétences du CEA,
du CNRS et d'Aix-Marseille Université



Répondre aux enjeux
environnementaux
et sociétaux par
des approches
durables de R&D

À LA POINTE DE LA
RECHERCHE EN BIOÉNERGIES ET
SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille
UMR 7265 CEA/CNRS/AMU

CEA Cadarache / Cité des Énergies
DRF - BIAM, Bâtiment 1900
13 115 Saint Paul lez Durance
www.citedesenergies.fr/biam
©2023

SOMMAIRE

Le BIAM au cœur de la *Cité des Énergies* **P 6**

La Cité des Énergies

Le BIAM, Unité Mixte de Recherche CEA-CNRS-AMU

Recherche Technologique du CEA en Région Sud

Positionnement scientifique du BIAM **P 10**

3 axes de recherche fondamentale

Découvertes emblématiques du BIAM **P 12**

De la photosynthèse aux bioénergies **P 13**

- Produire des alcanes biosourcés sans affecter notre empreinte carbone
- Améliorer l'efficacité de la photosynthèse pour une agriculture raisonnée

Réponses et acclimations aux défis environnementaux **P 16**

- Stocker le CO₂ atmosphérique dans les sols en s'inspirant des plantes qui le font naturellement
- Aider les plantes à résister à la sécheresse

Des principes du vivant aux biomolécules et biomatériaux **P 19**

- S'inspirer des modes de nutrition des plantes pour dépolluer des sols contaminés
- Voir et traiter en simultanée : matériaux biologiques durables pour cartographier, cibler et traiter le cancer
- Des bactéries capables de se protéger de l'uranium

Soutien à la recherche et au développement économique du territoire **P 23**

- Plateformes technologiques
- Startup ADEQUABIO
- Startup BioIntrant

Le BIAM au cœur de la Cité des Énergies

LE BIAM

INTÉGRÉ SUR LE SITE DE CADARACHE, INSCRIT DANS
LE PROJET DE LA « CITÉ DES ÉNERGIES ».



La Cité des Énergies

Ce projet est né de la capitalisation de compétences en R&D sur les énergies alternatives développées au CEA Cadarache depuis les années 1970. Son but est de promouvoir l'excellence de la recherche et la diffusion de technologies. Il est notamment porté par le BIAM et la recherche technologique du CEA.

Le BIAM, c'est quoi ?

L'Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille (BIAM) est une Unité Mixte de Recherche (UMR7265) qui fédère les compétences de 180 personnes issues de 24 nationalités, salariées du CEA, du CNRS et d'Aix-Marseille Université.

Recherche technologique du CEA en Région Sud

Aux côtés du BIAM, la plateforme *Microalgues et procédés* accompagne la mise à disposition de technologies clés génériques du CEA au profit des acteurs économiques du territoire.

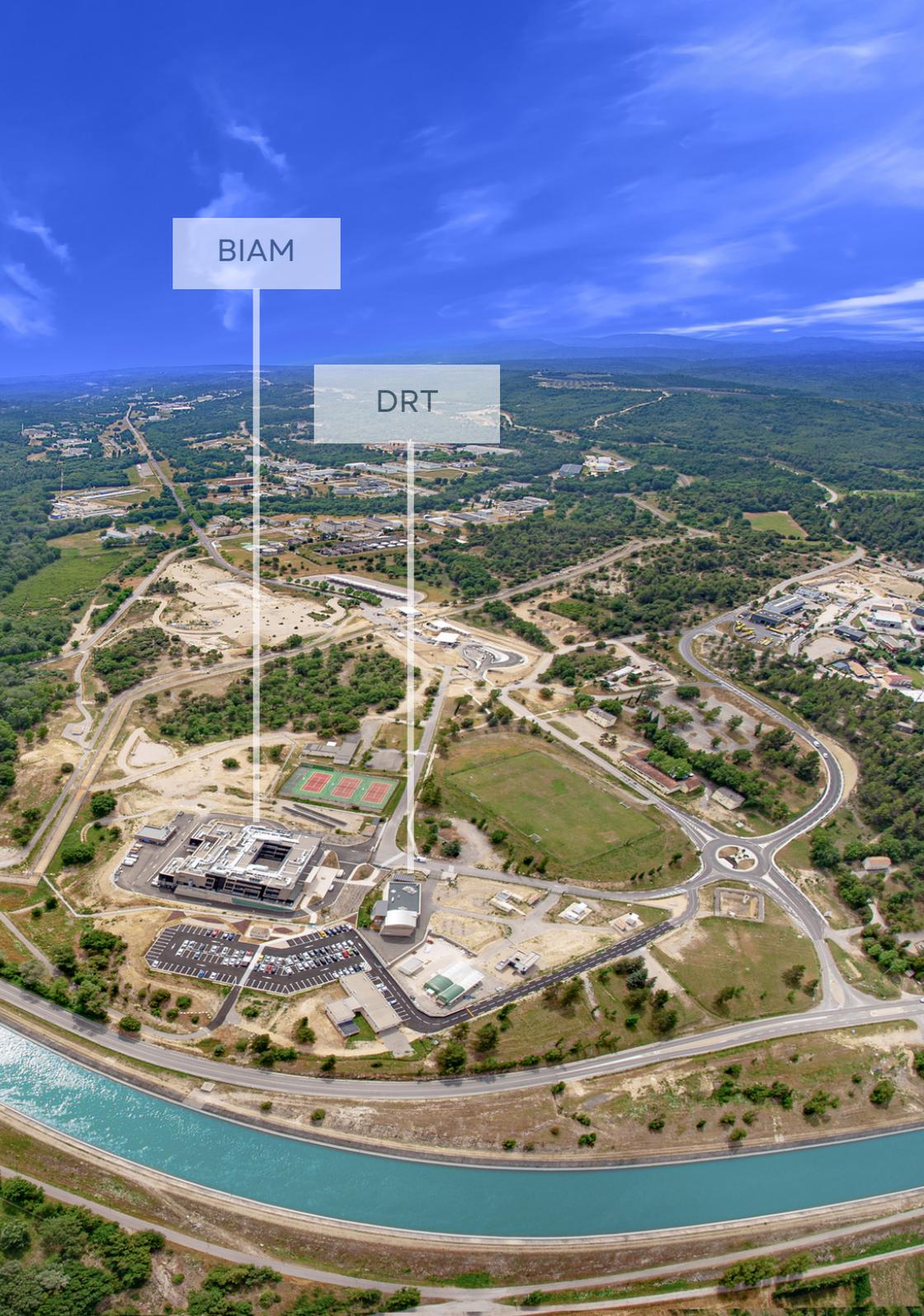
ITER

CEA
Cadaroche



BIAM

DRT



Positionnement scientifique du BIAM



Recherche fondamentale

La mission du BIAM est de faire **progresser les connaissances** et de proposer des **solutions bio-technologiques** pour répondre aux grands défis posés par la transition écologique et énergétique.

3 axes de recherche au BIAM

1. **De la photosynthèse aux bioénergies ;**
2. **Réponses et acclimatation aux défis environnementaux ;**
3. **Des principes du vivant aux biomolécules et biomatériaux.**

Chacun de ces axes adresse des enjeux sociétaux majeurs comme le changement climatique, le cycle du carbone, la sécurité énergétique et alimentaire, les biotechnologies pour la santé et l'environnement...

Découvertes emblématiques

The image features a dark grey horizontal band across the middle. Above it, a solid green vertical bar is on the left. Below the band, a large green shape with a rounded top-left corner and a grey vertical bar to its right are on the left. The rest of the background is white.

De la photosynthèse aux bioénergies

Produire des alcanes biosourcés

SANS AFFECTER NOTRE EMPREINTE CARBONE



Dans une perspective de produire des biocarburants de troisième génération à partir de microalgues

**DÉCOUVERTE
D'UNE
PHOTOENZYME
PAR LES
CHERCHEURS
DU BIAM**

L'enzyme produit des hydrocarbures volatils (alcanes, alcènes) à partir d'acides gras en utilisant la lumière comme seule source d'énergie. Ces bio-hydrocarbures volatils "s'échappent" des microalgues et sont récupérables dans la phase gaz du milieu de culture. Ils constituent une matière première potentielle pour l'industrie chimique, la cosmétique ou comme futur biocarburant.

En savoir plus



Les microalgues produisent des hydrocarbures mais aussi des molécules à haute valeur ajoutée grâce au CO₂ issu des activités industrielles qu'elles puisent dans l'atmosphère, réduisant ainsi notre empreinte carbone.



https://youtu.be/1j0b_v0FV08

Améliorer l'efficacité de la photosynthèse

POUR UNE AGRICULTURE RAISONNÉE



Projet H2020 CAPITALISE (Combining Approaches for Photosynthetic Improvement To ALLOW Increased Sustainability in European agriculture)

**+ 10 %
D'EFFICACITÉ**

A l'horizon 2030 Capitalise vise l'amélioration de l'efficacité de la photosynthèse de 10% en s'appuyant sur la force des variations génétiques naturelles de trois variétés phares de l'agriculture européenne : l'orge, la tomate et le maïs.

**STRATÉGIE
ÉCORESPONSABLE**

Sans recourir aux manipulations génétiques, cette stratégie écoresponsable d'amélioration du rendement de la photosynthèse devrait limiter les besoins des plantes en eau et engrais azotés.



The image features a central dark grey horizontal band containing white text. Above and below this band are abstract geometric shapes in red and grey. A large, stylized number '2' is formed by overlapping a red shape on the left and a grey shape on the right. The red shape is a vertical bar with a curved top and bottom, and a diagonal cutout. The grey shape is a vertical bar with a curved top and bottom, and a diagonal cutout, mirroring the red shape's design.

Réponses et
acclimations
aux défis
environnementaux

Stocker le CO₂ atmosphérique dans les sols

EN S'INSPIRANT DES PLANTES QUI LE FONT NATURELLEMENT

► **L'initiative internationale 4 pour 1000 vise à piéger naturellement dans les sols l'ensemble des émissions annuelles globales de CO₂, à partir des énergies fossiles visant la neutralité carbone à l'horizon 2050.**

Stocker le carbone dans les sols contribue à la sécurité alimentaire, à l'adaptation, au changement climatique et à l'atténuation de celui-ci.

Partant de ce constat, le BIAM étudie les interactions sol/plante/microorganismes et a démontré l'importance de ces échanges dans la fixation et le maintien du carbone dans les sols autour du système racinaire. Il a ainsi obtenu des résultats prometteurs sur des lignées de mil, prouvant que le « vivant » pouvait jouer un rôle majeur d'amortisseur climatique par sa capacité à stocker naturellement du carbone dans les sols. **Cette découverte s'inscrit dans l'initiative 4 pour 1000.**

INITIATIVE 4 POUR 1000

Cette initiative se fixe pour objectif d'augmenter de 0.4% chaque année le stockage de carbone issu du CO₂ atmosphérique dans les sols agrégés autour des racines des plantes afin de compenser nos émissions annuelles de gaz à effet de serre.

En savoir plus



Aider les plantes à résister à la sécheresse

EN ÉTUDIANT LEURS RÉPONSES AUX STRESS ENVIRONNEMENTAUX

Les chercheurs du BIAM ont découvert une molécule naturelle, le β -cyclocitral qui se transforme en acide β -cyclocitrique dans la plante.

Cet acide naturellement produit par les plantes, facile à synthétiser, est soluble dans l'eau, non toxique aux concentrations testées, et possède des propriétés étonnantes : arabis, tomates, poivrons, mais aussi plantes à fleurs ornementales préalablement traitées avec une solution aqueuse de cette molécule, ont été soumis à des tests de stress hydrique sévère, puis à la reprise de l'arrosage. Non seulement **ces plantes ont beaucoup mieux résisté** que les plantes non-traitées avec l'acide β -cyclocitrique, mais **les plants de tomates ont été plus productifs avec des fruits plus gros !**

En savoir plus





Des principes
du vivant
aux biomolécules
et biomatériaux



S'inspirer des modes de nutrition des plantes

POUR DÉPOLLUER LES SOLS CONTAMINÉS

► **Aujourd'hui, de nombreux sols et sites industriels dans le monde contiennent de multiples polluants, comme des éléments à l'état de traces métalliques ou des radionucléides.**

Le BIAM étudie les mécanismes d'absorption et d'accumulation de ces polluants chez les plantes (*phyto*) végétal, plante), afin de proposer des solutions de dépollution (remédiation) respectueuses de l'environnement.

En effet, une fois absorbés par les plantes, les polluants empruntent les voies biologiques de transport des nutriments pour être stockés dans les feuilles.

UNE TECHNOLOGIE APPELÉE PHYTOREMÉDIATION

L'objectif du BIAM est d'optimiser ainsi ces mécanismes pour accroître ou limiter l'entrée des polluants dans le végétal.

À l'heure actuelle, sur les sols contaminés de Fukushima au Japon, dans le cadre du projet DEMETERRES, des cultures expérimentales réalisées par le BIAM ont démontré que les plantes sont capables de limiter l'entrée du Césium-137 dissipé dans l'environnement des parcelles en culture, un intérêt majeur pour la sécurité alimentaire.

En savoir plus



Voir et traiter en simultané

MATÉRIAUX BIOLOGIQUES DURABLES POUR CARTOGRAPHIER, CIBLER ET TRAITER LE CANCER

Des bactéries synthétisant des nanoparticules magnétiques offrent de nouvelles perspectives d'imagerie médicale et de traitements ciblés de tumeurs. Une formidable opportunité de **traitements théranostiques** capables de cartographier et soigner en simultané tout en diminuant les effets secondaires !

DES NANOAIMANTS BIOLOGIQUES CONTRE LE CANCER

Ces bactéries, découvertes dans les sédiments, ont inspiré les scientifiques par leur capacité à produire et contrôler la taille et la forme de nanoparticules

de magnétite. Modifiées par ingénierie génétique, ces particules d'origine biologique acquièrent ainsi la faculté de s'accumuler naturellement à l'intérieur de cellules tumorales implantées chez la souris. Cette particularité essentielle, permet de **les cibler et favoriser leur destruction** lors d'un traitement par laser.

UN ESCADRON DE MICRONAGEURS POUR CIBLER LES TUMEURS

L'étude des stratégies de déplacement de ces microorganismes ouvre également la voie vers des **approches bio-inspirées**.

Ainsi, une collaboration internationale a permis d'**imprimer en 3D des modèles de nageurs** à l'échelle du micromètre. Injectés dans l'organisme sous la forme d'un escadron, ils pourraient être guidés grâce à la modulation de champs magnétiques. Cette technique pourrait à l'avenir être utilisée à des fins thérapeutiques.

En savoir plus



Thérapie ciblée



Micronageurs

Chaîne de nanoparticules dans une bactérie

Nanoparticules purifiées

Des bactéries capables de se protéger de l'uranium

POURRAIT PERMETTRE DE DÉVELOPPER UN SYSTÈME DE BIODÉPOLLUTION

Un mécanisme qui protège les bactéries du sol des effets de l'uranium a été dévoilé : il repose sur la fixation de l'uranium à la surface des cellules.

**FIXER LES
MÉTAUX
POUR
PROTÉGER
LA CELLULE**

C'est dans le Limousin, sur des sols naturellement uranifères et d'autres sites comme celui de Tchernobyl, que des bactéries, résistantes à l'uranyle (UO_2^{2+}), une forme soluble de l'Uranium, ont été découvertes. Elles possèdent la surprenante capacité à synthétiser, sur leur membrane, des protéines capables de capturer l'uranyle mais aussi le fer, un élément essentiel à tout organisme vivant.

La fixation de ces éléments a lieu grâce à une zone spécifique de la protéine, baptisée « domaine PepSY ». Elle empêche d'une part, l'entrée du toxique et protège la cellule, et d'autre part, fixe le fer qui pourrait constituer une réserve de ce métal essentiel.

Cette découverte permet une meilleure compréhension des mécanismes de capture de l'uranium et pourrait être exploitée dans la dépollution d'eau contaminée.

En savoir plus



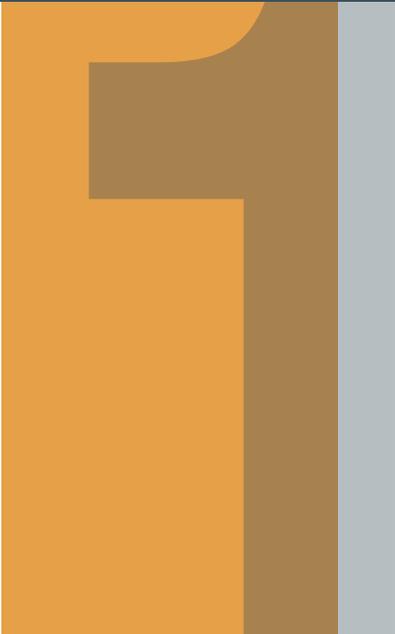
Soutien à la recherche et au développement économique du territoire

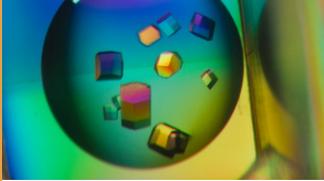
DES PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES
À LA CRÉATION D'ENTREPRISES



Plateformes technologiques

Mutualiser des expertises et des équipements





PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES

De grands équipements pour la recherche et l'industrie

Dans le cadre de contrats de collaborations, la Cité des Énergies propose une offre technologique de haut niveau à ses partenaires académiques et/ou industriels.

FAVORISER L'INTERDISCIPLINARITÉ

Les recherches interdisciplinaires du BIAM s'appuient sur plusieurs plateformes technologiques dont HELIOBIOTEC, pour la biotechnologie des microalgues, membre du projet d'infrastructure européenne IBISBA

et PHYTOTEC pour les expérimentations végétales en conditions contrôlées, labélisée IBISA (Infrastructure en Biologie Santé Agronomie).

La Cité des Énergies propose également le plateau technique mutualisé d'imagerie ZOOM, et deux nouvelles plateformes, PROTEINTEC spécialisée en biochimie pour la production des protéines et IONOTEC spécialisée en analyse et dosage des ions.

Ces plateformes et plateaux techniques, dirigés par des ingénieurs et techniciens ayant des expertises uniques viennent en appui à la recherche et au développement sur les thématiques des énergies bas-carbone et de la protection de l'environnement.



En savoir plus





Les startups du BIAM

Transformer la connaissance scientifique en biotechnologies

AU SERVICE DE LA SOCIÉTÉ ET DU DÉVELOPPEMENT
TERRITORIAL

A large, stylized graphic of the number '2' is positioned at the bottom of the page. The number is composed of several overlapping shapes in shades of orange, brown, and grey. The top curve of the '2' is a light grey, while the bottom curve is a darker grey. The vertical stem of the '2' is a solid orange color, which overlaps with a brown shape on its right side.

Startup du BIAM

ADEQUABIO

ADEQUABIO | LA SCIENCE DE LA DÉPOLLUTION

Exploiter tout le potentiel dépolluant des bactéries !

Reconnu par le Ministère de la Transition écologique et Solidaire (aujourd'hui Transition écologique et de la Cohésion du Territoire), Adequabio exploite le procédé Phytobarre, une référence en matière de dépollution écologique des effluents agricoles à l'aide de bactéries photosynthétiques. Depuis janvier 2018, 21 exploitations ont été équipées en Région Sud et 15 autres dans le reste de la France.

Forts de cette première expérience, les anciens chercheurs du BIAM se concentrent à présent sur le développement **de solutions de dépollution** capables de traiter divers effluents toxiques.

Adequabio présente ainsi un bel exemple de valorisation de la recherche fondamentale au service du territoire.

<https://www.adequabio.fr/>



BioIntrant

RÉCONCILIER L'AGRICULTURE ET L'ENVIRONNEMENT

Améliorer la productivité de l'agriculture en renforçant la croissance et la santé naturelle des plantes

A l'heure actuelle l'agriculture moderne affaiblit la structure des sols par une approche qui ignore les **interactions sol-plante-microorganismes**, pourtant vitales à l'ensemble des végétaux. BioIntrant est une startup du BIAM, créée par des chercheurs et ingénieurs du BIAM qui ont compris tout l'intérêt de ces interactions. Ils ont mis au point des biostimulants probiotiques destinés à renforcer naturellement les cultures.

C'est grâce à la combinaison d'expertises en écologie microbienne, bio-informatique, et agronomie que BioIntrant a pu développer une gamme de biosolutions "prêtes à l'emploi" capables d'aider les sols à supporter une agriculture intensive et les plantes à résister aux stress environnementaux.

"Faire évoluer les pratiques, et apporter des solutions à base de bactéries aux agriculteurs pour limiter l'usage de produits à base de chimie de synthèse", tel est l'objectif de cette startup !

<https://www.biointrant.com/>



MERCI

À NOS PARTENAIRES ET COFINANCEURS





Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille

Répondre aux enjeux
environnementaux et sociétaux
par des approches durables
de R&D



BIAM-UMR 7265
INSTITUT DE BIOSCIENCES
& BIOTECHNOLOGIES
D'AIX-MARSEILLE

