



SCIENCES  
PHYSIQUES,  
INGÉNIERIE,  
CHIMIE,  
ÉNERGIE



SCIENCES  
HUMAINES  
ET SOCIALES



ENVIRONNEMENTS,  
ÉCOSYSTÈMES,  
RESSOURCES  
BIOLOGIQUES

BIOLOGIE  
SANTÉ



NUMÉRIQUE ET  
MATHÉMATIQUES

RAPPORT  
D'ACTIVITÉ  
2017

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

# SOMMAIRE

## ÉDITORIAL

P. 4

## CHIFFRES CLÉS

P. 6

## FAITS MARQUANTS

P. 8

1.

## FINANCER LA RECHERCHE SUR PROJETS

P. 10

2.

## OPTIMISER NOS PROCESSUS AU SERVICE DES COMMUNAUTÉS SCIENTIFIQUES

P. 32

3.

## SOUTENIR DES PROJETS D'EXCELLENCE

P. 46

## ANNEXES

P. 75

# ÉDITORIAL



© Inserm, Patrice Latron

**Par Thierry DAMERVAL**  
Président-directeur général  
de l'ANR

— *Nous partageons  
avec l'ensemble  
des acteurs  
de la recherche  
les mêmes objectifs,  
faire progresser  
les **connaissances**,  
être au service  
de la **recherche**  
et favoriser  
l'**innovation**.* —

**C'**est avec une grande fierté et pleinement conscient de la responsabilité que cela représente que j'exerce aujourd'hui la présidence de l'Agence nationale de la recherche.

Par ses missions de financement et de promotion du développement des projets de recherche, et de gestion des Programmes d'investissements d'avenir de l'État dans le champ de l'enseignement supérieur et la recherche, l'ANR occupe aujourd'hui une place majeure dans le paysage de la politique publique de la recherche et de l'innovation.

La ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Madame Frédérique Vidal, l'a bien rappelé et elle a renouvelé sa confiance en affectant plus de moyens à l'Agence. Le budget 2018 s'inscrit dans cette dynamique de croissance positive qui bénéficie au financement des projets de recherche et notamment à l'appel générique.

L'année 2017 a été une année de transition pour l'Agence. Durant cette période et tout au long de l'année, plusieurs chantiers se sont développés. Des efforts de simplification impactant tout le processus de sélection jusqu'au conventionnement ont été réalisés.

Ces mesures, annoncées par la ministre, s'inscrivent dans une évolution générale de l'Agence que nous devons poursuivre pour remplir notre rôle et répondre aux nombreux défis qui nous attendent.

Nous partageons avec l'ensemble des acteurs de la recherche les mêmes objectifs, faire progresser les connaissances, être au service de la recherche et favoriser l'innovation.

Notre engagement est double, renforcer le dialogue et parvenir à une meilleure lisibilité de notre action en opérant une séparation claire entre l'activité programmation et l'activité évaluation.

Un travail sur la concertation de la programmation a d'ores et déjà été engagé avec le ministère chargé de la recherche. Nous avons mis en place des comités de pilotage associant les ministères, les représentants des 5 alliances thématiques de recherche, le CNRS, la CPU et la R&D privée qui couvrent les grands domaines des alliances et des départements scientifiques de l'ANR.

Le Plan d'action de l'Agence offre désormais une structuration par axes scientifiques ce qui permet aux chercheurs d'identifier plus facilement le comité d'évaluation scientifique qui expertisera leur projet. L'Appel à projets générique favorise ainsi une recherche plus libre laissant une large place à la recherche fondamentale.

La programmation de l'ANR doit également offrir des actions ciblées notamment en lien avec les politiques publiques de recherche répondant aux priorités du gouvernement comme sur l'intelligence artificielle, la santé, l'environnement, l'énergie ou la sécurité. Nos actions visent également à favoriser la participation des équipes françaises aux projets européens (MRSEI, Tremplin-ERC, ERA-NET, JPI) et à soutenir la recherche partenariale (Carnot, Labcom, Chaires industrielles, Challenges).

Toujours dans le but de soutenir, sous différentes formes, des projets de recherche, l'ANR a développé un réseau de partenaires institutionnels au niveau national comme à l'international. Elle interagit avec de nombreux acteurs de la recherche, publics comme privés.

La qualité de l'expertise et la rigueur des processus constituent des priorités de tout premier plan. L'Agence est dans une démarche d'amélioration continue avec un chantier de modernisation des systèmes, des outils. La démarche qualité a été relancée au

— *La **qualité de l'expertise**  
et la **rigueur des processus**  
constituent **des priorités**  
**de tout premier plan**.  
L'Agence est dans une  
démarche d'amélioration  
continue...* —

sein de l'Agence, ce qui a permis d'obtenir la certification ISO 9001 du processus de « sélection des projets », son cœur de métier. L'Agence travaille également au renforcement du service auprès des chercheurs et des organismes bénéficiaires ainsi qu'à l'évaluation ex post des projets allant du bilan jusqu'aux études d'impacts inscrites dans une logique d'ouverture et de partenariat.

Le respect des bonnes pratiques de déontologie et d'intégrité scientifique est aussi au cœur de nos préoccupations. L'ANR renforce là aussi son action en révisant sa charte de déontologie et en signant la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche.

Sur le plan des investissements d'avenir, avec la création du SGPI, le rôle de l'ANR est clairement confirmé. La sélection des huit derniers Idex/Isite du PIA 2, des premières sélections du PIA 3, avec les Écoles Universitaires de Recherche, les Nouveaux Cursus à l'Université et bien sûr le programme MOPGA (« *Make Our Planet Great Again* »), décidé par le président de la République, démontrent à nouveau les capacités de réactivité de l'Agence.

Ces chantiers, dont certains démarrés en 2017, porteront leurs fruits ces prochaines années grâce à l'engagement et à la mobilisation des équipes de l'Agence au service des valeurs de service public au bénéfice de la recherche.

# CHIFFRES CLÉS 2017

## ACTIVITÉ

### 302

COLLABORATEURS

AU 31/12/2017

SOIT 265 ETPT

(EQUIVALENT TEMPS PLEIN TRAVAILLÉ)



62 %



38 %

### 624,5 M€

BUDGET D'INTERVENTION EN 2017

DONT:

### 496,5 M€

ALLOUÉS AUX APPELS À PROJETS

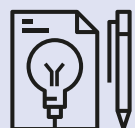
### 34,6 M€

BUDGET DE FONCTIONNEMENT EN 2017

## PROJETS FINANCÉS

### 1 380

PROJETS FINANCÉS EN 2017



### 360 K€

MONTANT MOYEN PAR PROJET FINANCÉ

### PRÈS DE 17 000

PROJETS FINANCÉS DEPUIS LA CRÉATION DE L'ANR

### 14,9 %

TAUX DE SÉLECTION TOUS APPELS CONFONDUS

## ZOOM

### AAPG\* 2017

### 1 063

PROJETS FINANCÉS EN 2017

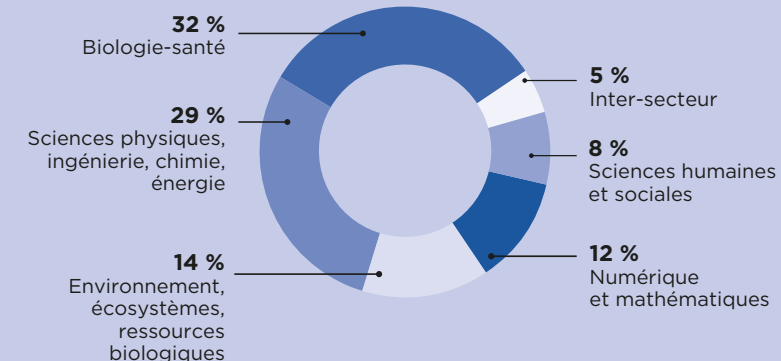
### 13,3 %

TAUX DE SÉLECTION GLOBAL CONTRE 12,9 % EN 2016

**72%** DES PROJETS FINANCÉS IMPLIQUENT UNE COLLABORATION ENTRE ÉQUIPES DE RECHERCHE

**9,2%** DES PROJETS FINANCÉS SONT DES PROJETS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX COFINANCÉS AVEC DES AGENCES ÉTRANGÈRES

**80,1%** DES PROJETS FINANCÉS SONT DES PROJETS DE RECHERCHE FONDAMENTALE



\*Appel à projets générique

## OFFRE DE FINANCEMENT

### 4 INSTRUMENTS DANS LE CADRE DE L'AAPG :

PRC, PRCI, PRCE, JCJC

**85 %** du budget de l'ANR alloué aux appels à projets.

**87 %** de la soumission,

**77 %** des projets sélectionnés

**420,6 M€** du budget d'intervention en 2017

### 7 INSTRUMENTS DEDIEÉS AUX APPELS À PROJETS DITS « SPÉCIFIQUES »

Laboratoires communs Labcom, Chaires industrielles, MRSEI, Tremplin-ERC, Appels internationaux, Flash, Challenges

**75,9 M€** du budget d'intervention en 2017

### 1 PROGRAMME CARNOT

pour financer les Instituts Carnot labellisés

**57 M€** du budget d'intervention en 2017

## INVESTISSEMENTS D'AVENIR ENVELOPPES PIA CONFIEÉS À L'ANR

### PIA 1:

22,5 Md€

SUR LES 35 MILLIARDS D'EUROS DU PROGRAMME

### PIA 2:

4,5 Md€

SUR LES 12 MILLIARDS D'EUROS DU PROGRAMME

### PIA 3 (GPI):

2,85 Md€

SUR LES 10 MILLIARDS D'EUROS DU PROGRAMME

# FAITS MARQUANTS 2017

## Lancement du 1<sup>er</sup> Appel à projets de l'ERA-NET QuantERA dédié aux technologies quantiques

Dans ce cadre, l'ANR est associée à une trentaine d'agences de financement européennes et assure le rôle de partenaire principal en charge de la préparation et de la mise en œuvre de l'appel.

**J**ANVIER

**M**ARS

**Sortie du portail [www.app-recherches.fr](http://www.app-recherches.fr) : un accès unique aux appels nationaux en Sciences Humaines et Sociales** lors de la journée « Le printemps des SHS » organisée par l'alliance Athena.

©Marie-Béatrice Seillant / ANR



## 24 > Médecine personnalisée : publication d'un plan d'action international destiné à stimuler la recherche.

Un consortium international (ICPerMed) réunissant une trentaine d'organismes européens et internationaux, dont l'ANR, vient de publier une vision commune des besoins en recherche et développement pour l'essor de la médecine personnalisée, une feuille de route pour un futur ERA-NET (ERA PerMed).

**20 > Colloque SPICE à la Maison de la Chimie à Paris – présentation de projets dans les domaines Sciences Physiques, Ingénierie, Chimie et Énergie :** de la recherche fondamentale à la recherche finalisée, un périmètre scientifique propice au développement de transfert de technologie à faible niveau de maturation permettant de préparer les applications industrielles de demain.

**10 > Point d'étape de l'action « Équipements d'excellence » EQUIPEX du PIA 1**  
Un jury de scientifiques internationaux indépendants a auditionné les 90 projets EQUIPEX. Leurs travaux ont permis d'apporter une vision extérieure et ainsi de souligner le caractère exceptionnel et transformant d'un bon nombre de projets.



**J**UIN

**J**UILLET

©Marie-Béatrice Seillant / ANR



**11<sup>e</sup> édition du colloque WISG, le rendez-vous des acteurs de la recherche et sécurité,** organisé par l'ANR avec la Direction générale de l'armement, la Direction générale des entreprises et le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale en présence d'un représentant du ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche de l'Allemagne.

## SEPTEMBRE / OCTOBRE ANR TOUR

Pour la 2<sup>e</sup> année, l'ANR part à la rencontre des communautés scientifiques pour présenter le Plan d'action 2018 et les appels à projets. Une vingtaine de réunions ont eu lieu en région et à Paris grâce à l'accueil et au soutien des délégations régionales du CNRS et des universités, rassemblant plus de 2 500 personnes.



**10 > 4<sup>e</sup> édition des Rencontres Recherche et Création, organisées avec le Festival d'Avignon** qui réunit archéologues, anthropologues, historiens, sociologues, économistes, philosophes, spécialistes d'études théâtrales et d'études littéraires, de psychologie et de neurosciences cognitives pour échanger avec des auteurs, des metteurs en scène et des comédiens du Festival.



**13 > Premiers résultats de l'AAPG 2017 - Résultats consolidés en décembre 2017. avec les projets de recherche collaborative internationale.**  
L'ANR soutient au total 1 063 projets sur environ 7 000 projets soumis en 1<sup>re</sup> étape et près de 3 000 en 2<sup>e</sup> étape.

**Lancement de l'appel « Ouragans 2017 », Catastrophe, Risque et Résilience.**  
À la suite des épisodes météorologiques extrêmes d'août et septembre 2017, le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation lance avec l'ANR, un appel à projets pour acquérir de nouvelles connaissances sur ces phénomènes et leurs conséquences environnementales et sociales.

**Make Our Planet Great Again, 18 chercheurs sélectionnés à la suite de l'appel lancé par le président de la République pour lutter contre le réchauffement climatique.**  
Ces lauréats proviennent de six pays différents, principalement des États-Unis (13 projets). Les projets retenus sont de très haut niveau et portent sur des sujets particulièrement importants, par exemple la compréhension de l'impact du changement climatique.



**Signature de l'accord ANR avec l'agence japonaise pour la science et la technologie JST** dans le cadre du programme CREST sur les technologies quantiques et les interactions symbiotiques dans la perspective d'un appel conjoint qui sera lancé début 2018.

**D**ÉCEMBRE

**O**CTOBRE

**13 > Résultats de la 1<sup>re</sup> vague de l'appel à projets « Nouveaux cursus à l'université » du PIA 3**  
Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, et Louis Schweitzer, Commissaire général à l'Investissement, annoncent la liste des 17 lauréats (montant total de 150 M€). Cette action soutient les établissements dans l'évolution de leur offre de formation. Les projets sélectionnés prévoient des actions structurantes, susceptibles d'un déploiement à grande échelle, et témoignent de la capacité des établissements à mettre en œuvre une politique de formation ambitieuse.





# 1. FINANCER LA RECHERCHE SUR PROJETS

L'AGENCE DE FINANCEMENT SUR PROJETS DE LA RECHERCHE EN FRANCE	p. 12
UNE MISSION SPÉCIFIQUE : LES INVESTISSEMENTS D'AVENIR	p. 14
UNE PROGRAMMATION CONCERTÉE	p. 16
DÉVELOPPER LA PARTICIPATION DES ÉQUIPES FRANÇAISES SUR LE PLAN EUROPÉEN ET INTERNATIONAL	p. 17
UNE OFFRE DE FINANCEMENT ADAPTÉE AUX ÉVOLUTIONS ET BESOINS DE LA RECHERCHE	p. 20
UNE SÉLECTION COMPÉTITIVE ET INDÉPENDANTE AU SERVICE DE L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE	p. 24
L'APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE : UN PROCESSUS DE SÉLECTION EN DEUX TEMPS	p. 25
LE BUDGET	p. 28
LA GOUVERNANCE	p. 30

# L'AGENCE DE FINANCEMENT SUR PROJETS DE LA RECHERCHE EN FRANCE

— Créée sous la forme d'un groupement d'intérêt public en 2005, l'Agence nationale de la recherche (ANR) devient en 2006 un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'innovation. Au service des communautés scientifiques, l'ANR, dont le cœur de métier est la mise en œuvre du financement de la recherche sur projets en France, a vu ses missions définies par le décret du 1<sup>er</sup> août 2006, confortées et élargies par le décret du 24 mars 2014.

## CINQ MISSIONS

▲  
**Financer et promouvoir** le développement des recherches fondamentales et finalisées, l'innovation technique et le transfert de technologies ainsi que le partenariat entre le secteur public et le secteur privé ;

▲  
**Mettre en œuvre** la programmation arrêtée par le ministre chargé de la Recherche qui recueille l'avis des ministres exerçant la tutelle d'organismes de recherche ou d'établissements publics d'enseignement supérieur ;

▲  
**Gérer** de grands programmes d'investissement de l'État dans le champ de l'enseignement supérieur et de la recherche, et suivre leur mise en œuvre ;

▲  
**Renforcer** les coopérations scientifiques aux plans européen et international, en articulant sa programmation avec les initiatives européennes et internationales ;

▲  
**Analyser** l'évolution de l'offre de recherche et mesurer l'impact des financements alloués par l'Agence sur la production scientifique nationale.

## LE FINANCEMENT DE LA RECHERCHE SUR PROJETS

Moteur dans la réflexion multi-partenaire au service des communautés scientifiques et des acteurs de la recherche, l'ANR encourage les partenariats entre les équipes de chercheurs du monde académique, entre secteurs public et privé et favorise ainsi les collaborations scientifiques tant sur le plan national qu'europpéen et international.

L'Agence soutient l'excellence de la recherche scientifique française à des niveaux de maturité technologique variés (*Technology readiness level-TRL*), l'innovation et le transfert de technologies.

Pour remplir sa mission de financement de la recherche sur projets, l'ANR s'appuie sur un mode d'intervention qui repose sur l'organisation d'appels à projets et met en place un processus de sélection basé sur des principes fondamentaux internationaux dont l'évaluation par les pairs, indépendants de l'Agence.

Le financement sur projets offre aux chercheurs la possibilité de gérer des crédits sur une base pluriannuelle et permet de mesurer l'activité de recherche par domaines. La réponse aux enjeux scientifiques et sociétaux favorise la collaboration entre équipes scientifiques, issues de disciplines et de structures différentes, autour d'objectifs communs. Par ailleurs, la compétitivité et l'indépendance de la sélection des projets encouragent l'excellence scientifique en favorisant l'émergence de projets et d'équipes de très haut niveau, jeunes chercheuses et chercheurs compris.



**496,5 M€**  
**D'AIDE EN 2017\***

**1380** projets ont été financés, ce qui représente **4401** partenaires y compris étrangers.

\* hors financement Carnot

## UNE STRATÉGIE PARTENARIALE D'EXCELLENCE

L'ANR travaille en collaboration avec les grands acteurs publics et privés de la recherche et développe un réseau de partenaires institutionnels permettant de soutenir, sous différentes formes, des projets de recherche dans leurs secteurs d'intérêts. L'Agence a notamment développé des cofinancements représentant des partenariats précieux pour la recherche française.

**En 2017, l'Agence comptait parmi ses principaux partenaires :**

**la Direction générale de l'armement (DGA), la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie (CNSA), l'Agence française pour la biodiversité (AFB) et le Secrétariat général pour la défense et la sécurité nationale (SGDSN).**

Ces partenariats représentent près de 20 millions d'euros par an, soit 5 % du budget d'intervention de l'ANR.

Dans le cadre de l'édition 2017 de l'Appel à projets générique (AAPG), de nombreux projets cofinancés ont démontré la pertinence des partenariats pour lever des verrous scientifiques et favoriser la recherche interdisciplinaire :

- ▶ Outre les programmes Astrid et Astrid Maturation, la DGA suit chaque année une douzaine de projets de recherche d'excellence à finalité duale (aspects civils et militaires) dans les secteurs de l'énergie, du renouveau industriel, de la sécurité, de l'information et de la communication ;
- ▶ Le SGDSN accompagne des études permettant notamment de comprendre et simuler les comportements humains sur des territoires en situation de catastrophe ;
- ▶ L'AFB soutient des projets permettant, par exemple, d'utiliser un insecte comme premier agent de lutte biologique pour éradiquer un autre insecte ravageur du maïs ;
- ▶ La CNSA a financé des travaux liés aux mécanismes de risque et de résilience entre les parents et le développement des enfants au cours des premières années de la vie ; les manières de prendre soin d'une personne atteinte d'une maladie neurodégénérative, ou encore l'interaction entre mémoire et temporalité par une étude transdisciplinaire chez les sujets jeunes et âgés.



**17 000**  
**PROJETS**  
**FINANCÉS**

Depuis 2005, l'Agence a financé près de 17 000 projets, ce qui représente 55 000 partenaires, y compris étrangers, pour un montant d'aide total de 7,2 Md€ pour la recherche française.

L'Agence met aussi son expertise au service de tiers pour la gestion d'appels à projets. Dans ce cadre, l'ensemble de la structure opérationnelle de l'ANR peut ainsi être mis à profit pour le compte de structures publiques souhaitant bénéficier de son savoir-faire.

Elles peuvent ainsi confier la réalisation d'appels à projets, la gestion du processus d'évaluation, le conventionnement et le suivi des projets financés ou choisir de conserver le conventionnement avec les équipes sélectionnées.

Les **programmes Astrid** (Accompagnement spécifique des travaux de recherche et d'innovation défense) et **Astrid Maturation** font par exemple l'objet d'appels à projets spécifiques mis en œuvre par l'ANR mais entièrement financés par la DGA. Ces programmes se caractérisent par un champ scientifique large couvrant l'ensemble des domaines clés de la recherche duale et permettent de générer des innovations basées sur des travaux fondamentaux.

Dans le cadre du **Programme Opérationnel (PO) FEDER-FSE pour la région Guadeloupe**, l'ANR a mis en œuvre l'évaluation scientifique de projets de recherche collaboratifs déposés en lien avec les thématiques de la stratégie de spécialisation intelligente de Guadeloupe, et est également en charge du suivi des projets sélectionnés. À ce titre, elle a organisé en 2017 une réunion de suivi à mi-parcours, en présence de membres du comité d'évaluation.



## UNE MISSION SPÉCIFIQUE: LES INVESTISSEMENTS D'AVENIR

– **Principal opérateur des Programmes d'investissements d'avenir (PIA 1, 2 et 3) pour les actions relevant de l'enseignement supérieur et de la recherche, l'ANR mobilise son savoir-faire dans la mise en œuvre et le suivi de ces programmes pour le compte de l'État. Les objectifs, les modalités de sélection, de suivi et d'évaluation de chacune de ces actions sont fixés par des conventions entre l'État et l'ANR.**

### 7 ANNÉES DE GESTION

Dans le cadre des Programmes d'investissements d'avenir, l'ANR assure :

- ▶ la mise en œuvre des appels à projets ;
- ▶ la sélection, le conventionnement et le financement des projets ;
- ▶ le suivi, les audits, l'évaluation, le bilan et les études d'impact des projets.

**La gestion des investissements d'avenir présente des spécificités par rapport aux autres missions de l'ANR, à savoir :**

- ▶ une évaluation réalisée par des jurys essentiellement internationaux ;
- ▶ des critères de sélection définis selon les priorités des investissements d'avenir ;
- ▶ une sélection finale relevant du Premier ministre ;
- ▶ des projets de recherche et d'équipements de grande ampleur qui nécessitent des crédits alloués importants, pouvant s'étaler sur plus de 10 ans, ouvrant des perspectives et suscitant des collaborations qui n'auraient pu se concrétiser autrement.

Chaque année, l'Agence rédige pour chaque action un rapport *Évaluation d'impact* à destination du SGPI. Des synthèses par action, par région et par thématique sont également rédigées et rendues publiques par l'ANR <sup>(1)</sup>.

Depuis le lancement du premier programme, en matière de suivi :

- ▶ 618 projets (PIA 1, 2 et 3) en portefeuille ;
- ▶ 1 940 visites sur site ont été réalisées ;
- ▶ 65 projets EQUIPEX ont terminé leur première tranche ;
- ▶ 20 projets ont fait l'objet d'une procédure de clôture ;
- ▶ 660 avenants aux conventions attributives d'aide ont été signés ;
- ▶ 29 audits financiers et comptables ont été réalisés.

Par ailleurs, des évaluations intermédiaires ont été réalisées sur toutes les actions du premier programme, majoritairement par le jury international de sélection.



### ENVELOPPES PIA CONFIÉES À L'ANR

PIA 1  
**22,5 Md€**

sur les 35 Md€  
du programme

PIA 2  
**4,5 Md€**

sur les 12 Md€  
du programme

PIA 3 (GPI)  
**2,85 Md€**

sur les 10 Md€  
du programme

### LE GRAND PLAN D'INVESTISSEMENT (GPI) 2018-2022

Anoncé le 4 juillet 2017 par le Premier ministre, le gouvernement s'est engagé le 25 septembre 2017 dans un **Grand plan d'investissement de 57 milliards d'euros** qui sera mené tout au long du quinquennat afin d'accompagner les réformes structurelles de la France et répondre à quatre défis majeurs : la neutralité carbone, l'accès à l'emploi, la compétitivité par l'innovation et l'État numérique. Le Grand plan finance le Programme d'investissements d'avenir (PIA 3) qui se poursuit au service de la compétitivité, de la croissance et de l'emploi en France. Le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) coordonne ces deux volets.

### 3<sup>e</sup> VOLET DU PROGRAMME D'INVESTISSEMENTS D'AVENIR (GPI)

Prévu dans la loi de finances du 29 décembre 2016, le PIA 3 succède aux précédents volets du programme avec toujours trois objectifs clés : excellence, innovation et coopération. L'ANR a été désignée opérateur de 8 actions relevant des axes « Soutenir les progrès de l'enseignement et la recherche » et « Valoriser la recherche » et s'est ainsi vu confier 2,85 milliards d'euros.

#### 4 premiers appels lancés en 2017

- ▶ « **Nouveau Coursus à l'Université (NCU)** » : pour soutenir les universités, les écoles et les regroupements d'établissements souhaitant diversifier leur offre de formation.
- ▶ « **École Universitaire de Recherche (EUR)** » : afin d'offrir à chaque site universitaire la possibilité de renforcer l'impact et l'attractivité internationale de sa recherche et de ses formations dans un ou plusieurs domaine(s) scientifique(s).

- ▶ « **Instituts Hospitalo-Universitaires (IHU2)** » : dans la continuité du premier appel à projets IHU, cette action permettra de créer jusqu'à deux pôles d'excellence en termes de recherche, de soin, de formation, et de transfert de technologies dans le domaine de la santé, et ce grâce à une dotation de 100 millions d'euros. Le premier appel à projets IHU en 2010 a permis de faire émerger 6 IHU.
- ▶ **Programmes prioritaires de recherche (PPR) « Make Our Planet Great Again » (MOPGA)** : lancé par le président de la République le 1<sup>er</sup> juin 2017, cet appel s'adresse aux chercheurs, invités à rejoindre la France pour mener des travaux visant à lutter contre le réchauffement climatique. Les 18 premiers chercheurs lauréats de MOPGA ont été annoncés à l'occasion du *One Planet Summit*. Ce programme prioritaire de recherche est coordonné par le ministère chargé de la Recherche et son pilotage scientifique est assuré par le CNRS en lien avec l'ANR.

(1) <http://www.agence-nationale-recherche.fr/investissements-d-avenir/suivi/>



## UNE PROGRAMMATION CONCERTÉE

– L'ANR s'attache à définir sa programmation en cohérence avec les évolutions du monde de la recherche et les priorités des parties prenantes. Elle élabore ainsi, en concertation avec les acteurs de la recherche, un Plan d'action qui décrit les actions et les dispositifs de financement proposés pour l'année, dans le cadre des orientations nationales et des initiatives européennes de financement de la recherche.

Feuille de route de l'Agence, le Plan d'action 2017 est construit en adéquation avec les orientations définies dans la Stratégie nationale de recherche (SNR), et s'inscrit dans le cadre fixé par l'Agenda stratégique pour la recherche et l'innovation « France Europe 2020 ».

Afin de tenir compte des priorités et besoins des parties prenantes, l'ANR a travaillé de concert avec les cinq Alliances de recherche (Allenvi, Allistene, Ancre, Athena, Aviesan) et le CNRS, de septembre 2015 à juin 2016 pour élaborer le Plan d'action 2017 sous l'égide du ministère chargé de la Recherche. Elle s'est également appuyée sur neuf Comités de Pilotage Scientifique de Défis (CPSD) pour recueillir les retours d'expériences sur les soumissions et sélections antérieures et adapter le contenu du Plan d'action 2017.

Organisé en quatre composantes disposant chacune d'instruments de financement, d'appels à projets et de programmes particuliers, le Plan d'action 2017 vise à offrir aux communautés scientifiques, des secteurs public et privé, une vue globale sur l'offre de financement de l'Agence. Ce document a été adopté le 29 juin 2016 par le conseil d'administration de l'ANR.

### DEUX ÉVOLUTIONS MAJEURES EN 2017

L'édition 2017 a fait l'objet de deux principales améliorations :

- ▶ **La création d'un nouvel instrument de financement baptisé Tremplin-ERC (T-ERC)** visant à renforcer la participation française et à améliorer le taux de réussite de la recherche française aux appels de l'*European Research Council* (ERC).
- ▶ **Le renforcement de la place de la recherche fondamentale** au sein de chaque défi du Plan d'action 2017 par l'affichage d'un axe ou d'un sous-axe dédié. Les objectifs et disciplines relevant du défi des autres savoirs, qui pouvait être perçu comme dédié à la recherche fondamentale, ont de plus été clarifiés pour faciliter la compréhension de ce défi complémentaire aux défis de société définis dans la Stratégie nationale de recherche.

### LA PRÉPARATION DU PLAN D'ACTION 2018

L'ANR s'est appuyée d'une part sur des échanges avec la tutelle, les alliances de recherche et le CNRS, et d'autre part sur les retours d'expérience des comités d'évaluation scientifiques (CES), des porteurs, et des équipes scientifiques de l'Agence, pour rendre son cadre d'action plus lisible.

**L'AAPG 2018 désormais structuré par axes de recherche disciplinaires**  
L'appel générique 2018 a été structuré par axes de recherche pour permettre aux coordinateurs de soumettre directement leur projet au comité dédié, et ce sans passer par les défis de société. Cette nouvelle structuration offre ainsi une meilleure visibilité par champs disciplinaires, en adéquation avec les défis de société qui constituent dorénavant la toile de fond de l'appel.

## DÉVELOPPER LA PARTICIPATION DES ÉQUIPES FRANÇAISES SUR LE PLAN EUROPÉEN ET INTERNATIONAL



© Thinkstock, NicoElNino

– Les actions européennes et internationales font partie intégrante de la programmation de l'Agence et sont dès lors articulées avec ses actions nationales et ses dispositifs de financement, en cohérence avec les programmes des acteurs nationaux et internationaux. Ces actions visent à contribuer à la mise en place de l'Espace européen de la recherche et à développer des partenariats pour favoriser les coopérations des équipes françaises avec des équipes internationales.

### ENCOURAGER LA PARTICIPATION DES ÉQUIPES FRANÇAISES À H2020, LE PROGRAMME-CADRE DE RECHERCHE ET INNOVATION (PCRI) DE L'UNION EUROPÉENNE

L'ANR s'attache à articuler sa programmation nationale en cohérence avec Horizon 2020 et a aussi mis en place plusieurs dispositifs de soutien afin d'encourager la participation des chercheurs français au PCRI.

Le dispositif de financement « **MRSEI** » aide les chercheurs à monter et coordonner des projets européens ou internationaux. Le dispositif **Tremplin-ERC** a été créé pour aider les chercheurs à accéder au financement sélectif du Conseil européen de la recherche. Il bénéficie en particulier aux jeunes chercheurs classés mais non retenus par l'ERC, leur permettant ainsi de développer leur projet et de postuler de nouveau (voir p. 21).

L'ANR a par ailleurs mis en place des accords de collaboration de type « *Lead agency* <sup>(1)</sup> » non thématiques avec certains partenaires européens (Allemagne, Suisse, Autriche, Luxembourg) ou encore des appels non thématiques multilatéraux « *Open Research Area* » (Allemagne, Royaume-Uni, Pays-Bas) pour créer des communautés scientifiques sans frontière.

L'ANR participe aux réseaux **ERA-NET, ERA-NET Cofund** ou **initiatives de programmation conjointe (JPI)** pour coordonner à l'échelle européenne les actions pour répondre aux grands défis scientifiques et sociétaux. Elle cofinance, dans le cadre des appels à projets de ces réseaux, la participation des équipes françaises dans les projets transnationaux (européens et internationaux).

**EUROPE**

**81% DES PROJETS TRANSNATIONAUX SONT COFINANCÉS AVEC DES AGENCES EUROPÉENNES**

**16 APPELS ERA-NET COFUND**

**3 APPELS ERA-NET**

### L'ALLEMAGNE, PREMIER PARTENAIRE EUROPÉEN DE L'ANR

L'ANR entretient des liens forts avec l'Allemagne. Elle collabore avec le ministère de la Recherche allemand (BMBF) sur des appels à projets bilatéraux spécifiques aux thématiques stratégiques telles que la sécurité civile, les matériaux stratégiques et l'énergie. Avec son homologue la DFG (Fondation allemande pour la recherche – *Deutsche Forschungsgemeinschaft*), l'Agence lance chaque année un appel ouvert à tous les champs des sciences humaines et sociales (SHS) et offre des possibilités de collaboration non thématique en « *Lead agency* » couvrant tous les autres champs scientifiques.

Sur 268 projets financés en 2017 avec d'autres agences étrangères, 125 impliquent de manière multilatérale ou bilatérale les partenaires allemands.

### ENCOURAGER LES COOPÉRATIONS INTERNATIONALES POUR SOUTENIR LES ÉQUIPES FRANÇAISES

L'ANR développe également des programmes conjoints avec des Agences de financement hors Union européenne (UE) par des accords bilatéraux. Ces collaborations bilatérales sont mises en œuvre au moyen de deux dispositifs de financement :

- ▶ **L'instrument PRCI** (voir p. 21) dans le cadre de l'Appel à projet générique, qui permet le cofinancement de projets bilatéraux avec des Agences étrangères. Des **appels à projets bilatéraux spécifiques** sur des thématiques ciblées.
- ▶ Une partie des collaborations hors UE se fait aussi via une approche régionale et multilatérale comme par exemple pour la Méditerranée, l'Afrique, ou encore en incluant des partenaires de pays tiers hors UE dans les appels multilatéraux européens de type **ERA-NET, JPI**, etc.

### PARTENARIAT ET COFINANCEMENT AVEC L'AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT (AFD)

L'Agence coordonne également l'**ERA-NET Leap Agri** avec des pays européens et d'Afrique subsaharienne sur les thèmes de l'agriculture et l'aquaculture durables, ainsi que sur la sécurité alimentaire dont le 1<sup>er</sup> appel a été lancé en 2017. L'ANR et l'AFD cofinancent la participation des équipes françaises et l'ANR y représente les deux agences.

### NORD-SUD : RECHERCHE ET INNOVATION SUR L'EAU, L'AGRICULTURE ET L'ALIMENTATION

La Méditerranée et l'Afrique sont les deux régions du monde faisant l'objet d'une programmation spécifique multilatérale régionale au sein de l'ANR en cohérence avec la politique nationale de recherche et d'innovation du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI) et du ministère des Affaires étrangères et du Développement international (MAEDI). Les programmes sont coconstruits et cofinancés entre financeurs

Nord et Sud. Ils traduisent une forte volonté d'encourager les recherches interdisciplinaires et les approches systémiques autour de défis communs, en particulier la production alimentaire durable et la sécurité alimentaire ainsi que celle des ressources en eau. L'ANR participe ainsi au développement de l'espace euro-méditerranéen de la recherche à travers le **programme « PRIMA »** (*Partnership on Research and Innovation in the Mediterranean*

*Area*) qui mobilisera plus de 400 M€ de financement au travers de ces appels à projets annuels sur une durée de 10 ans (2018-2028). Il fait suite à une série de programmes et 6 appels transnationaux dédiés aux problématiques de la méditerranée dont le dernier appel de l'ERA-NET **ARIMNET 2** (*Agricultural Research in the Mediterranean Network*) dédié aux projets des jeunes chercheurs.

(1) Dans ce cadre, un projet commun préparé par les équipes des deux pays est évalué par une seule agence, la « *Lead Agency* », laquelle prend en charge la soumission et l'évaluation des projets.

## UNE OFFRE DE FINANCEMENT ADAPTÉE AUX ÉVOLUTIONS ET BESOINS DE LA RECHERCHE

– L'ANR propose une offre de financement qui s'adresse à l'ensemble des communautés scientifiques, notamment les jeunes chercheuses et chercheurs, ainsi qu'à tous les acteurs publics ou privés impliqués dans la recherche française, y compris les petites et moyennes entreprises (TPE, ETI, PME). Chaque instrument de financement a des effets attendus et présente des caractéristiques qui lui sont propres. Au moment de soumettre un projet, les chercheurs choisissent l'instrument de financement qui servira au mieux les objectifs scientifiques et les besoins de leur projet.

### RENFORCER LES RECHERCHES COLLABORATIVES ET TRANSDISCIPLINAIRES (PRC)

Principal instrument de financement de l'ANR avec 51 % du budget alloué aux appels à projets en 2017, les « Projets de recherche collaborative » (PRC) favorisent la mise en commun de compétences pour atteindre les objectifs d'un projet de recherche. Ayant pour objectif de susciter des approches transversales et pluridisciplinaires académiques, il permet toutes les formes de collaboration, autres que celles concernées par les projets de recherche collaborative avec des entreprises ou à l'international (PRCE, PRCI). Ainsi, des équipes ou groupes multidisciplinaires du même organisme ou laboratoires de recherche publics peuvent proposer des projets qui seront considérés comme collaboratifs.

89 % des projets PRC financés en 2017 sont des projets de recherche fondamentale

### FAVORISER L'ÉMERGENCE DE JEUNES SCIENTIFIQUES ET DE NOUVELLES ÉQUIPES (JCJC)

Le soutien, la préparation et l'accompagnement de la nouvelle génération de chercheuses et de chercheurs sont des enjeux pour l'ANR qui a mis en place un instrument de financement dédié « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs » (JCJC) dont l'objectif est de favoriser la prise de responsabilité et d'encourager les approches novatrices et originales. Destiné aux porteurs de projets ayant obtenu leur thèse de doctorat depuis moins de dix ans au moment de la soumission, cet instrument doit leur permettre de développer, de façon autonome, des

travaux sur une thématique qui leur est propre, de constituer une équipe ou d'en consolider une et d'exprimer rapidement leurs capacités d'innovation. L'instrument est également un tremplin pour les jeunes chercheuses et chercheurs français qui, grâce à une première aide de l'ANR, pourront plus facilement envisager de soumettre un projet aux appels du Conseil européen de la Recherche (*European Research Council*, ERC), et ce avec de meilleures chances de succès.

14 % du budget alloué aux appels à projets en 2017. En 2017, le budget alloué au JCJC est en augmentation de 12 % par rapport à 2016, permettant ainsi de soutenir 39 jeunes scientifiques supplémentaires.

### L'OFFRE DE FINANCEMENT DE L'ANR

11 instruments pour financer des projets de recherche via des appels à projets:

- ▶ 4 instruments dans le cadre de l'Appel à projets générique (AAPG) : PRC, PRCI, PRCE, JCJC. Principal appel de l'ANR, il représente 88 % de la soumission, 77 % des projets sélectionnés et 85 % du budget alloué aux appels à projets.
- ▶ 7 instruments font l'objet d'appels à projets dits « spécifiques » car ils répondent à des objectifs particuliers : soutenir la participation des équipes françaises aux projets européens, favoriser la recherche partenariale et l'innovation. Ils concernent les laboratoires communs Labcom, les Chaires industrielles, MRSEI, Tremplin-ERC, les appels internationaux, les Flash et Challenges.

1 programme Carnot pour financer les Instituts Carnot labellisés à l'issue d'un appel à candidatures

### RENFORCER LES COOPÉRATIONS SCIENTIFIQUES EN EUROPE ET À L'INTERNATIONAL

SOUTENIR LA PARTICIPATION AUX PROJETS EUROPÉENS : DES INSTRUMENTS DÉDIÉS (CRÉATION TREMP-LIN-ERC, MRSEI)

En matière de coopération européenne et internationale, l'ANR agit pour aider les chercheurs français à monter des projets européens. Malgré un bon taux de succès aux programmes-cadres européens, ce sont les moins nombreux à postuler. Ainsi, l'instrument « Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux » (MRSEI) a été mis en place en 2015. Destiné à soutenir le montage de réseaux transnationaux coordonnés par des chercheurs français, il doit en particulier leur faciliter l'accès aux appels à projets d'Horizon 2020.

En 2017, les 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> (1) éditions ont permis de financer 50 projets de réseau. Fort d'un taux de sélection de 54 %, le dispositif permet d'accroître la visibilité et le rayonnement de la recherche nationale.

Autre dispositif de soutien proposé par l'Agence : Tremplin-ERC (T-ERC). Nouvel instrument du Plan d'action 2017, il vise à renforcer la participation de la France et à offrir une nouvelle chance de succès à des jeunes chercheuses et chercheurs aux appels lancés par le Conseil européen de la Recherche. Dans ce cadre, l'ANR accompagne les candidats n'ayant pas obtenu de financement par l'ERC, malgré des dossiers de haut niveau très bien notés, en les aidant à améliorer leur proposition afin de renouveler leur candidature.

Deux appels ont été lancés en 2017 : le premier visait l'appel « Starting grant » et le second, l'appel « Consolidator grant » de l'ERC

FAVORISER LES COLLABORATIONS BILATÉRALES ET MULTILATÉRALES : PRCI, APPELS BILATÉRAUX ET MULTILATÉRAUX : ERA-NET, JPI

Afin d'accélérer et d'étendre les coopérations des chercheurs français avec les meilleures équipes européennes et internationales sur des sujets clés, de promouvoir les partenariats avec les pays

émergents sur la scène scientifique mondiale, ou encore de créer des équipes transnationales d'excellence, l'ANR favorise les partenariats bilatéraux grâce à l'instrument « Projets de recherche collaborative - International » (PRCI) et des appels à projets spécifiques. PRCI permet aux équipes françaises de soumettre à l'AAPG un projet impliquant une ou plusieurs équipes étrangères. En complément, l'Agence propose des collaborations bilatérales via des appels à projets spécifiques. Ces appels, ponctuels, correspondent à des thèmes de collaboration identifiés comme prioritaires par l'ANR, le ministère et l'agence du pays partenaire.

En 2017, l'ANR a financé 98 projets PRCI soit 10 de plus qu'en 2016.

L'ANR finance également les équipes françaises via des partenariats multilatéraux. Dans le cadre de sa participation à la construction de l'espace européen de la recherche, elle agit par le biais de programmes multilatéraux avec des agences européennes dans le cadre de dispositifs de type ERA-NET et ERA-NET Cofund ou encore d'appels multilatéraux liés aux initiatives de programmation conjointe (JPI). L'Agence noue également des partenariats multilatéraux spécifiques internationaux avec des agences de financement étrangères dans le cadre du Belmont Forum par exemple.

En 2017, l'ANR a financé 152 projets impliquant des équipes françaises, soit 20 % de plus qu'en 2016.

### ENCOURAGER DES APPROCHES NOVATRICES ET ORIGINALES, FAVORISER L'INNOVATION ET LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES GRÂCE À DES DISPOSITIFS DE COMPÉTITIVITÉ : PRCE, LABCOM, CHAIRES INDUSTRIELLES, LE PROGRAMME CARNOT

Dans le cadre de l'Appel à projets générique (AAPG), les « Projets de recherche collaborative - Entreprises » (PRCE) recentrés depuis le Plan d'action 2017 sur les sociétés commerciales réalisant des travaux de R&D, sont un instrument

(1) Les projets financés dans le cadre de la cinquième édition sont imputés sur le budget 2018.

dédié aux collaborations entre laboratoire(s) de recherche académique(s) ou public(s) et une entreprise. Ils visent à atteindre des résultats de recherche profitables aux deux parties : permettre notamment aux laboratoires publics de développer de nouvelles questions de recherche ou de les aborder autrement, mieux prendre en compte les besoins industriels dans les travaux académiques ; renforcer le transfert de résultats et de savoir-faire de la recherche publique vers les entreprises et favoriser leurs capacités d'innovation. Dans le cadre de leur collaboration autour d'un projet commun, les entités sont solidaires et partagent ainsi risques financiers, technologiques, scientifiques et résultats.

14 % du budget alloué aux appels à projets en 2017. 126 PRCE ont été financés en 2017.

En complément des projets collaboratifs en relation avec l'entreprise, l'ANR a mis en place plusieurs instruments spécifiques et des programmes afin d'encourager les partenariats entre secteurs public et privé. **Le programme de soutien à la création de laboratoires communs (Labcom)** entre organismes de recherche publics et entreprises de type PME ou ETI en particulier, a pour objectif de

développer le potentiel de partenariat industriel et de transfert existant chez les acteurs de la recherche académique.

Avec 99 Labcom financés entre 2013 et 2016, le programme a été reconduit en 2017 et 19 nouveaux Labcom ont été financés. Fort de ce succès, un nouveau dispositif « Labcom consolidation » a été mis en place pour pérenniser certains partenariats et garantir leur autonomie financière dans les 18 mois suivant la fin du projet initial.

Autre instrument au bénéfice de la recherche partenariale, les « **Chaires industrielles** » sont conçues pour renforcer le potentiel de recherches novatrices et stratégiques dans des domaines prioritaires pour l'industrie française. Ancrées dans des établissements de recherche, les Chaires industrielles sont cofinancées par l'ANR et les entreprises partenaires.

5 Chaires industrielles ont été cofinancées en 2017 <sup>(1)</sup> pour un taux de sélection de 55,6 % représentant un montant de 3,6 M€ de financement ANR.

## RÉPONDRE À DES BESOINS URGENTS ET SPÉCIFIQUES DE RECHERCHES

Dans le cadre de son Plan d'action, l'Agence prévoit par ailleurs deux dispositifs pour répondre à des actions ponctuelles et spécifiques : **Flash** et **Challenges**.

Le dispositif **Flash** (ou appel accéléré) est activé pour soutenir un besoin urgent de recherches dont la pertinence scientifique est en lien avec un évènement ou une catastrophe naturelle d'une ampleur exceptionnelle. Il permet la mise en place d'une procédure accélérée particulièrement adaptée aux situations de catastrophes naturelles nécessitant une forte réactivité sur des thématiques ciblées.

En 2017, l'ANR a lancé avec le ministère chargé de la Recherche l'appel « Ouragans 2017 : Catastrophe, Risque et Résilience », à la suite de l'épisode météorologique extrême sur les petites Antilles et le golfe du Mexique (Irma, José, Maria, Harvey).



© Thinkstock, Tomas Griger

## L'INSTRUMENT CHALLENGES

En 2017, l'ANR a initié l'ouverture disciplinaire et partenariale de son instrument de financement **Challenges** afin de renforcer ses capacités de financement toutes disciplines scientifiques confondues. Historiquement, les 8 précédents Challenges étaient principalement dédiés au numérique et à la robotique. Les grands acteurs impliqués dans la recherche française se voient donc offrir des opportunités de partenariats, qui peuvent être spontanées ou en réponse à un appel ciblé, afin d'initier des programmes de financement de recherches ajustés aux problématiques qu'ils rencontrent, et d'établir un suivi comparatif des évolutions et résultats des différents travaux produits par ces programmes.

### Spécificité des Challenges

Chaque Challenge de recherche ANR est un programme de financement de consortiums de recherche ciblé thématiquement, initié sur appel à projets unique. Ce dispositif encourage plusieurs équipes à travailler simultanément sur une même problématique en vue d'identifier des solutions nouvelles pour y répondre. Il s'agit de stimuler la créativité, d'inciter les chercheurs à confronter leurs idées et de favoriser l'établissement de standards pour comparer différentes approches. Sur une même question scientifique, plusieurs équipes sont ainsi sélectionnées et financées pour développer des solutions scientifiques et technologiques innovantes et les tester à intervalles réguliers lors de campagnes d'expérimentations conjointes, dans un esprit alliant coopération et compétition.

4,1 M€ de financement ANR alloué aux Challenges en 2017

Montés en 2016, 3 Challenges ont été lancés en 2017 :

- ▶ En partenariat avec la Direction générale de l'armement (DGA) : **MALIN** « MAîtrise de la Localisation Indoor » & **DEFALS** « Détection de falsifications dans des images ».
- ▶ En partenariat avec les ministères chargés de l'Agriculture et de la Transition écologique : le challenge **ROSE** « RObotique et capteurs au Service d'Ecophyto », dont l'objectif est de contribuer au développement de solutions technologiques innovantes, visant à réduire l'usage des pesticides dans le désherbage.



## LE PROGRAMME CARNOT

Créé en 2006 par le ministère chargé de la Recherche, le label « Institut Carnot » vise à reconnaître et soutenir les laboratoires français qui s'engagent à positionner la recherche partenariale et plus particulièrement la recherche contractuelle bilatérale au cœur de leur stratégie de recherche.

L'ANR, qui assure la gestion du programme, octroie chaque année aux instituts, labellisés par le ministère à l'issue d'un appel à candidatures, un abondement financier calculé en fonction de leurs recettes

partenariales. Cette dotation complémentaire leur permet à la fois de développer leurs compétences afin de conserver l'avance scientifique nécessaire à leur performance et l'attractivité à l'égard des entreprises, et de professionnaliser leurs pratiques contractuelles. Les résultats positifs des deux premières vagues de labellisation ont conduit au lancement d'une 3<sup>e</sup> vague en 2016. Elle comprenait deux composantes : le label Carnot lui-même et un dispositif dit « tremplin Carnot » <sup>(2)</sup>, phase préparatoire sur trois ans destinée aux unités de recherche prétendant au label mais

ne remplissant pas encore les critères de la charte Carnot. 29 laboratoires ou groupements de laboratoires ont ainsi été labellisés et 9 bénéficient du dispositif « tremplin Carnot ».

**En 2017, les 29 structures ont été auditées par l'ANR dans le cadre du suivi nécessaire pour le calcul de l'abondement et les 9 bénéficiaires du dispositif « tremplin Carnot » se sont vu attribuer une aide sur proposition du comité Carnot. Le programme Carnot représente 9,3 % du budget d'intervention global de l'Agence soit 57 M€.**

(1) Partenaires cofinanceurs des Chaires industrielles en 2017 : Thales Alenia Space, Total, Suez, Atos-bull, Transvalor, Aubert & Duval, Cefival, Areva NP, Arcelor Mittal, CMI, SAFRAN, Faurecia, Industeel, Lisi, Montupet et Sciences computers consultants.

(2) Le dispositif « tremplin Carnot » est financé dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir.

## UNE SÉLECTION COMPÉTITIVE ET INDÉPENDANTE AU SERVICE DE L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

– **Indépendance de l'expertise scientifique, équité de traitement, transparence, respect des règles et bonnes pratiques de déontologie et d'intégrité scientifique : tels sont les grands principes des processus d'évaluation et de sélection mis en œuvre par l'ANR.**

Pour organiser une sélection efficiente des projets déposés dans le cadre de l'Appel à projets générique (AAPG) et des appels à projets spécifiques, au regard des principes fondamentaux internationaux, l'ANR met en place un processus de sélection basé sur l'évaluation par les pairs. L'Agence sollicite deux types d'acteurs indépendants, appartenant aux communautés de recherche :

- ▶ **Les comités d'évaluation scientifique (CES)**, constitués de personnalités scientifiques qualifiées, françaises ou étrangères, qui évaluent individuellement plusieurs projets sur la base de critères stricts et spécifiques à l'appel, débattent en séance des projets examinés et déterminent de façon consensuelle la liste des projets qu'ils proposent au financement.
- ▶ **Les experts**, spécialistes français ou étrangers du domaine scientifique concerné par le projet. Sollicités par l'ANR sur propositions des membres du comité d'évaluation, ils évaluent en toute indépendance les projets selon des critères propres à l'appel et opèrent dans la confidentialité, sans échanges avec le comité.

### IMPARTIALITÉ ET TRANSPARENCE DE LA SÉLECTION : DES PROCÉDURES DÉDIÉES

Le respect des règles de déontologie et d'intégrité scientifique est une condition indispensable de la mise en œuvre d'une sélection impartiale, et de la transparence des processus opérés par l'ANR. Pour être éligibles, les évaluateurs s'engagent ainsi à respecter les dispositions fixées **dans la charte de déontologie de l'Agence**, les principes de sa politique en matière d'éthique et d'intégrité scientifique, et la confidentialité des informations, avant de consulter les dossiers des projets.

Ils sont également tenus de déclarer à chaque étape du processus d'évaluation tout lien susceptible de porter atteinte à leur impartialité ou indépendance, et qui pourrait constituer un conflit d'intérêts dans l'exercice de leur mission<sup>(1)</sup>. En cas de conflits d'intérêts potentiels, les membres doivent informer le comité et quitter la séance lors de l'examen du ou des projet(s) concerné(s).

Toute demande concernant un projet non sélectionné, effectuée dans un délai de deux mois suivant la réception de la notification de non-éligibilité ou de non-sélection, est analysée par l'Agence dans le cadre **d'une procédure dédiée à la gestion des recours**. Celle-ci sollicite le président-référent du comité d'évaluation concerné et l'ANR, avant d'émettre une décision finale qui sera adressée au coordinateur.



© Thinkstock

## L'APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE : UN PROCESSUS DE SÉLECTION EN DEUX TEMPS

– **Représentant environ 85 % des financements alloués aux appels à projets, l'Appel à projets générique de l'ANR se distingue par un processus de sélection en deux étapes.**

En 2017, afin de simplifier le processus d'évaluation et de limiter la sollicitation de la communauté, **la première étape du processus** est placée sous la responsabilité des comités d'évaluation, dont la composition a été adaptée pour couvrir l'ensemble des champs thématiques abordés au sein des projets déposés. Deux membres de comité, un rapporteur et un lecteur, examinent chaque projet, et le comité, après débat, détermine la liste des projets invités à soumettre une proposition détaillée en étape 2. Les expertises externes auparavant exigées pour tous les projets ne sont désormais demandées qu'à titre exceptionnel, notamment pour les projets interdisciplinaires. Environ 41 % des projets soumis en 2017 ont été sélectionnés pour la seconde étape.

**En seconde étape**, la taille et la composition du comité sont adaptées en fonction du périmètre scientifique des projets invités à soumettre. Chaque proposition détaillée est affectée à un binôme rapporteur-lecteur, généralement le binôme initial, qui propose une liste d'experts externes en vue d'obtenir *a minima* deux expertises par proposition, 3 ou 4 en cas de projets interdisciplinaires. Les expertises externes sont envoyées aux porteurs de projets pour une éventuelle réponse de leur part, afin d'éclairer les erreurs factuelles contenues dans ces expertises. Après avoir réalisé leur propre évaluation, les rapporteurs et lecteurs accèdent aux expertises externes et à l'éventuelle réponse du porteur, pour réaliser une synthèse présentée en comité. Après débat collégial, le comité classe les meilleurs projets au sein d'une liste principale, et établit une liste complémentaire de projets à financer en cas de cofinancements éventuels des partenaires de l'ANR aux projets, ou de réaffectations budgétaires dues aux annulations ou aux reports de programmes de financement tiers.

### DES CRITÈRES SPÉCIFIQUES SELON L'INSTRUMENT

Cette évaluation repose sur trois critères principaux explicités dans le texte de l'AAPG 2017 : **la qualité et l'originalité des recherches proposées, l'organisation du projet et les moyens mis en œuvre, et enfin l'impact et les retombées du projet**. Trois sous-critères différents selon l'instrument, et présentant un degré de détail adapté au format du document déposé (pré-proposition ou proposition détaillée), permettent de guider le déposant dans la constitution du dossier, et l'évaluateur dans la réalisation de l'expertise.

### UN TAUX DE SÉLECTION GLOBAL EN HAUSSE EN 2017

Le nombre de projets déposés dans le cadre de l'Appel à projets générique 2017, et le taux de sélection global aux deux étapes, enregistrent une augmentation par rapport à l'édition 2016. Sur les trois instruments de financements PRC, PRCE et JCJC, 7 259 pré-propositions déposées en étape 1 étaient ainsi éligibles en 2017, contre 6 446 en 2016. À l'issue de la première étape, 3 060 pré-propositions ont été invitées à soumettre une proposition détaillée en phase 2 (contre 2 845 en 2016).

Au total, **1 063 projets** ont été financés dans le cadre de l'Appel à projets générique 2017 ce qui représente 205 projets supplémentaires financés par rapport à 2016, soit **un taux de sélection global de 13,3 %** en 2017 contre 12,9 % en 2016.

Répartition des projets financés :

- ▶ **541 Projets de Recherche Collaborative (PRC)**, pour un taux moyen de sélection de 12,6 %
- ▶ **298 Projets de Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs (JCJC)**, pour un taux moyen de sélection de 14,4 %
- ▶ **126 Projets de Recherche Collaborative - Entreprise (PRCE)**, pour un taux moyen de sélection de 14,1 %
- ▶ **98 Projet de Recherche Collaborative - Internationale (PRCI)**, pour un taux de sélection de 12,6 %

(1) Collaborations antérieures, copublications, concurrence, relation hiérarchique, relations personnelles, etc.

Cette hausse s'inscrit dans un contexte d'évolution du budget initial alloué à l'appel générique 2017, grâce à des compléments budgétaires apportés par les cofinancements aux projets des partenaires de l'ANR, et à des réaffectations budgétaires en cours d'exercice. Initialement de 398,3 M€, le budget dédié à l'AAPG a été abondé jusqu'à hauteur de 420,9 M€ à la clôture de l'exercice budgétaire 2017.

Les premiers résultats de l'Appel à projets générique ont été communiqués le 13 juillet 2017 et finalisés en décembre 2017 par un bilan de financement d'une cinquantaine de projets supplémentaires sur les listes complémentaires.

**ACCROÎTRE LE SOUTIEN À LA RECHERCHE FONDAMENTALE, AUX SHS ET AUX JEUNES CHERCHEURS**

On note une augmentation du nombre de projets de recherche collaborative déposés à l'édition 2017 (+15,4 % par rapport à 2016) et de projets financés (+22,4 % par rapport à 2016). En accord avec le Plan ministériel de simplification de l'Enseignement supérieur et de la Recherche lancé en 2016, **la recherche fondamentale est très majoritairement soutenue puisqu'elle représente 89 % des PRC financés.**

Le soutien aux projets relevant des sciences humaines et sociales (SHS), priorité formulée par le ministère chargé de la Recherche dans le cadre d'un **plan de soutien aux SHS lancé en 2016**, a également été renforcé sur l'Appel à projets générique 2017. Grâce à un budget dédié de 8 M€, 23 projets supplémentaires en SHS ont ainsi été financés à l'édition 2017.

**39 projets « Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs »** supplémentaires ont de plus été financés en 2017 grâce à la priorité budgétaire (+12 % en 2017) mise en place suite à l'augmentation de la soumission de projets sur cet instrument. Ces résultats répondent à l'une des mesures de soutien aux jeunes chercheuses et chercheurs, souhaitées par le ministère chargé de la Recherche.

**LES CHIFFRES CLÉS DE L'ÉVALUATION DANS LE CADRE DE L'AAPG 2017**

**ÉTAPE 1:**

**7 259**  
PRÉ-PROPOSITIONS ÉLIGIBLES SUR 7 291 DÉPOSÉES

**41**  
COMITÉS D'ÉVALUATION SCIENTIFIQUE (CES)

**925**  
MEMBRES DE COMITÉ

**15**  
PROJETS EN MOYENNE AFFECTÉS À CHAQUE MEMBRE DE COMITÉ

**3 060**  
PRÉ-PROPOSITIONS INVITÉES À SOUMETTRE EN ÉTAPE 2

**ÉTAPE 2:**

**2 996**  
PROPOSITIONS DÉTAILLÉES ÉLIGIBLES SUR 3 001 DÉPOSÉES

**41**  
COMITÉS D'ÉVALUATION SCIENTIFIQUE (CES)

**917**  
MEMBRES DE COMITÉ

**9 797**  
EXPERTISES FINALISÉES PAR 8 368 EXPERTS

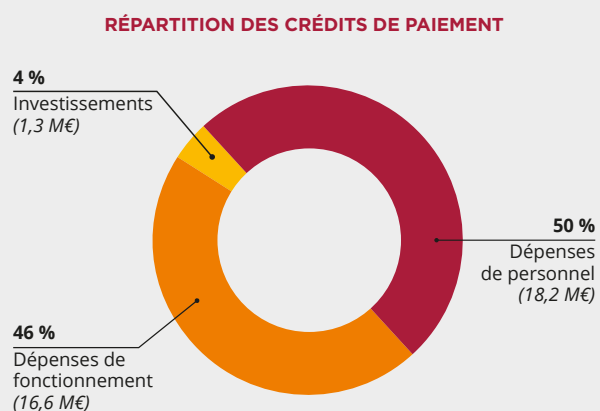
**58 %**  
DES EXPERTISES SCIENTIFIQUES EXTERNES RÉALISÉES PAR DES CHERCHEURS ÉTRANGERS

## LE BUDGET

— L'ANR dispose d'un budget composé d'un budget d'intervention dédié au financement de la recherche, et d'un budget de fonctionnement permettant d'assurer la bonne gestion de l'Agence et l'ensemble des processus d'évaluation.

### LE BUDGET DE FONCTIONNEMENT POUR LES DÉPENSES DE L'AGENCE

Il concerne les dépenses de personnel, de fonctionnement et des investissements. Il est de 34,6 M€ en autorisations d'engagement et de 36,1 M€ en crédits de paiement. Il se répartit en crédits de paiement comme suit :



Le budget de fonctionnement est principalement financé par la subvention pour charge de service public de 29,1 M€ et par d'autres ressources notamment :

- ▶ les frais de gestion perçus par l'ANR des organismes versant des cofinancements pour les projets de recherche (dont la Commission européenne) ;
- ▶ et la prise en charge par le SGPI des dépenses réalisées par l'ANR pour la gestion des Investissements d'avenir.

**BUDGET DE FONCTIONNEMENT 2017**  
**34,6 M€**

### LE BUDGET D'INTERVENTION POUR LE FINANCEMENT DE LA RECHERCHE

En 2017, l'ANR a financé des projets de recherche à hauteur de **624,5 M€ en autorisations d'engagement**.

Le budget d'intervention permet d'engager le montant des projets sélectionnés sur l'édition 2017 qui se réaliseront sur plusieurs années. Les ressources proviennent principalement de la subvention au titre de l'intervention allouée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation qui représente **603,8 M€ en 2017** après la mise

**BUDGET D'INTERVENTION 2017**  
**624,5 M€**

en réserve et une annulation des crédits de 15,5 M€ en juillet 2017. **Le budget d'intervention de l'Agence connaît depuis 2016 des augmentations significatives : + 63,9 M€ en 2016 et + 44,7 M€ en budget initial 2017.**

**Le financement des projets de l'AAPG 2017 est en hausse de + 38,9 M€ par rapport à 2016.**

Les cofinancements des organismes publics et des contributions de la Commission européenne représentent 20,6 M€ en 2017, soit 3,3 % du budget total d'intervention. Près de 73 % des cofinancements proviennent de la DGA, principal cofinancier de l'Agence, et près de 20 % de la Commission européenne.

Les décaissements 2017 représentent 615,6 M€, en augmentation de 26,1 M€ par rapport à 2016.

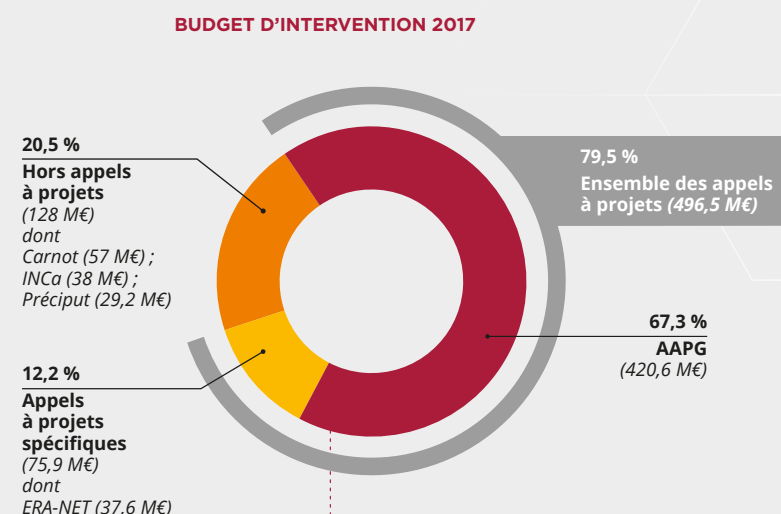
### RÉPARTITION DU BUDGET D'INTERVENTION

Le budget d'intervention 2017 se répartit entre :

- ▶ l'AAPG ;
- ▶ les appels à projets spécifiques ;
- ▶ le hors appels à projets.

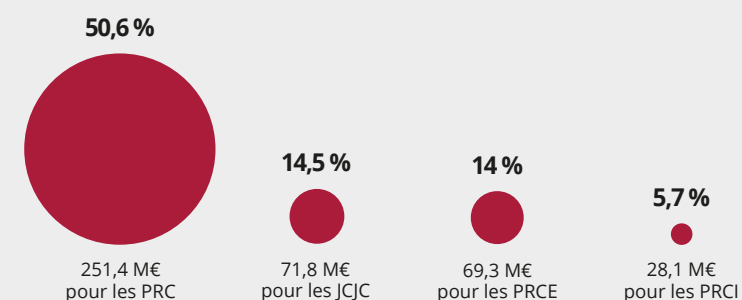
L'ensemble des appels à projets représente 496,5 M€ soit 79,5 %.

Le hors appels à projets représente 128 M€ soit 20,5 %.

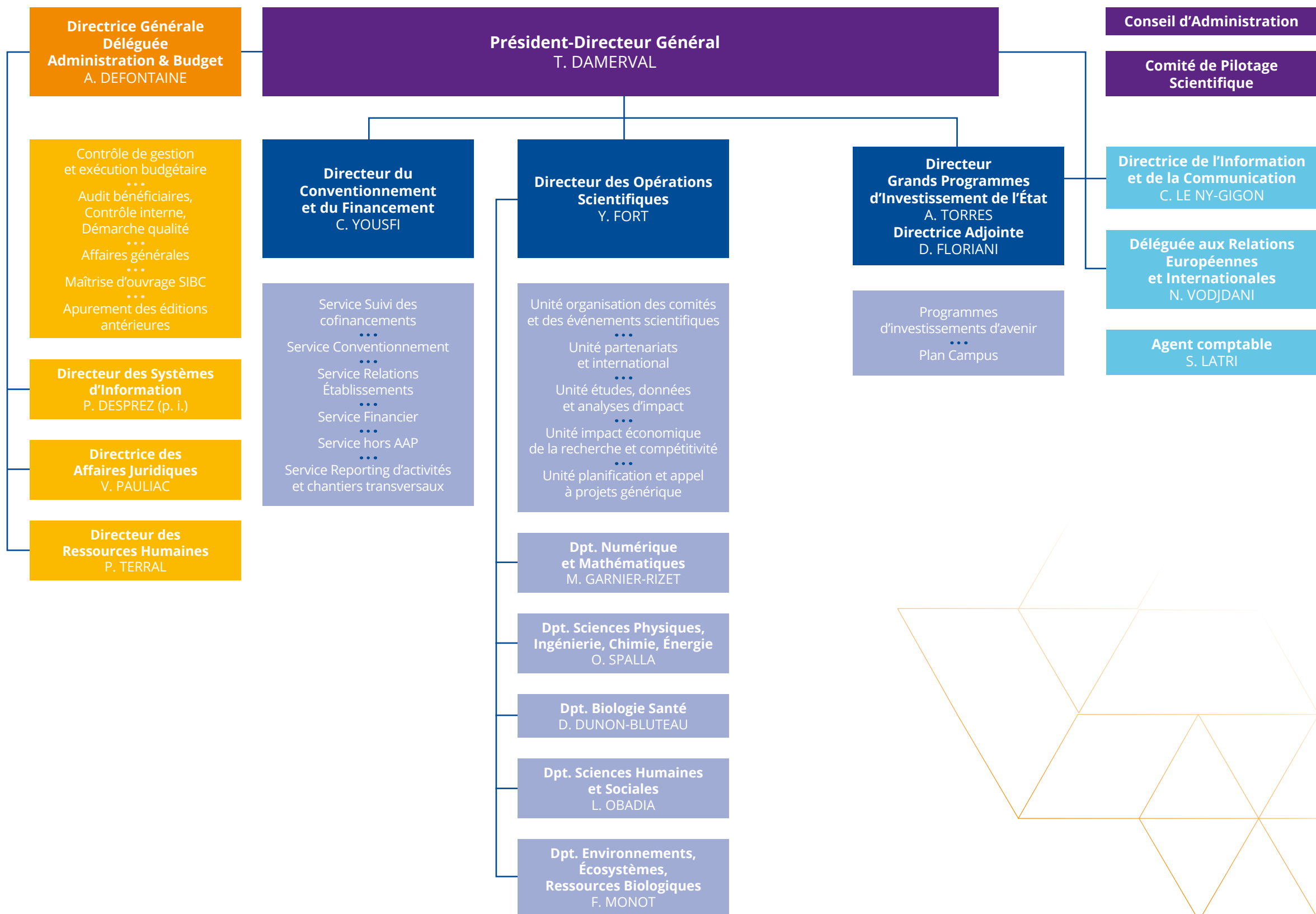


#### L'APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE (AAPG)

Les pourcentages se rapportent au budget de l'ensemble des appels à projets.



# LA GOUVERNANCE, AU 3 JUILLET 2018



## Les membres du conseil d'administration (CA)\* au 07/03/2018:

- Thierry DAMERVAL ;
- Alain BERETZ, titulaire ;
- Pierre VALLA, suppléant ;
- Guillaume GAUBERT, titulaire ;
- Guilhem DE ROBILLARD, suppléant ;
- Brigitte PLATEAU, titulaire ;
- François COURAUD, suppléant ;
- Pascal FAURE, titulaire ;
- Alain SCHMITT, suppléant ;
- Benoît LEGAIT, titulaire ;
- Jacques SERRIS, suppléant ;
- Arnaud JULLIAN, titulaire ;
- Nicolas HENGY, suppléant ;
- Jean-François BALAUDÉ, titulaire ;
- Lise DUMASY, suppléante ;
- Antoine PETIT, titulaire ;
- Stéphanie THIÉBAULT, suppléante ;
- François JACQ, titulaire ;
- Christine CHERBUT, suppléante ;
- Yves LEVY, titulaire ;
- Carine GIOVANNANGELI, suppléante ;
- François SILLION, titulaire ;
- Catherine GARBAY, suppléante ;
- Christophe GÉGOUT, titulaire ;
- Sophie AVRIL, suppléante ;
- Pascal COLOMBANI ;
- Stéphane CUEILLE ;
- Philippe TCHENG ;
- Marie-Noëlle SEMERIA ;
- Catherine TRUFFERT ;
- Jannatul MIA, titulaire ;
- Rémi GRODZKI, suppléant ;
- Angela SAMAAAN, titulaire ;
- Celestin BAKALA, suppléant.

\* La composition du conseil d'administration de l'ANR est fixée par le décret n°2006-963 du 1 août 2006 modifié portant organisation et fonctionnement de l'Agence nationale de la recherche.



## 2. OPTIMISER NOS PROCESSUS AU SERVICE DES COMMUNAUTÉS SCIENTIFIQUES

**OPTIMISER LES PROCESSUS DE L'AGENCE POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX DU FINANCEMENT DE LA RECHERCHE EN FRANCE**

P. 34

**UNE MEILLEURE LISIBILITÉ DES ACTIONS ET UN DIALOGUE APPROFONDI**

P. 36

**LE RENFORCEMENT DE LA TRANSPARENCE ET DE L'IMPARTIALITÉ DE LA SÉLECTION**

P. 37

**LA SIMPLIFICATION DES DOSSIERS DE SOUMISSION ET DU SUIVI ADMINISTRATIF ET FINANCIER**

P. 38

**LA MISE EN PLACE D'UN PLAN D'ACTION « GENRE »**

P. 40

**DES MESURES AU SERVICE DE L'EFFICIENCE DE L'ÉTABLISSEMENT ET DE SES ACTIVITÉS**

P. 42

**UNE ANNÉE CLÉ POUR L'AVANCÉE DE LA GPEC ET LA QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL**

P. 44

## OPTIMISER LES PROCESSUS DE L'AGENCE POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX DU FINANCEMENT DE LA RECHERCHE EN FRANCE

– En 2017, l'ANR a mis en place plusieurs démarches d'amélioration de ses procédures qui s'intègrent dans son contrat d'objectifs et de performance (COP) 2016-2019, et qui répondent aux mesures du plan ministériel de simplification de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Ces démarches visent à améliorer la lisibilité de ses actions, à renforcer le dialogue avec les communautés scientifiques, à alléger leur charge de travail, à renforcer la transparence et l'impartialité de ses processus de sélection, et à accroître l'efficacité de l'établissement.

### LE COP, UNE DÉMARCHÉ DE PROGRÈS ENGAGÉE AVEC L'ÉTAT

Dans le cadre du contrat d'objectifs et de performance (COP) 2016-2019 conclu avec l'État, l'ANR s'est engagée dans une démarche de progrès pour répondre aux enjeux actuels et futurs du financement de la recherche en France. Réaffirmant l'ambition de l'Agence comme principal financeur sur appels à projets compétitifs de la recherche en France, le contrat fixe 5 axes d'orientation prioritaires, déclinés en 18 objectifs comprenant 129 actions et 24 indicateurs, soit :

- ▶ **La garantie de l'excellence scientifique et la qualité de la sélection** des projets de recherche et d'innovation : assurer une sélection des projets en respectant les standards internationaux et la réglementation applicable ;
- ▶ **La priorisation et l'optimisation des actions de coopération européenne et internationale** : proposer les actions les plus adaptées à l'atteinte des objectifs de la politique nationale de recherche et à la consolidation de l'Espace européen de la recherche ;
- ▶ **L'analyse d'impact et l'ouverture des données** : développer et diffuser des analyses et des études d'impact pour décrire les effets de l'ANR dans le paysage scientifique et la société ;
- ▶ **La qualité du service rendu** : renforcer la qualité du service rendu, améliorer la satisfaction et les interactions avec les publics utilisateurs ;
- ▶ **L'efficacité de l'établissement et de ses activités** : renforcer l'efficacité de l'ANR par le perfectionnement des outils de pilotage, de suivi et des processus dans les fonctions support.



© Thinkstock

Une soixantaine d'actions ont ainsi été poursuivies et engagées en 2017 dans le cadre d'une logique d'optimisation continue des procédures de l'Agence. Concernant les processus de sélection : les retours d'expérience complets des comités d'évaluation ont été formalisés, des analyses des évaluations antérieures ont été réalisées, et des premiers travaux ont été menés en vue d'obtenir la certification du processus de sélection en 2018.

L'Agence a également renforcé la programmation de son activité internationale par l'élaboration d'un état des lieux prévisionnel des actions européennes et internationales à l'horizon 2020. Une analyse de la gestion de ses relations avec les communautés scientifiques a, par ailleurs, été menée en 2017, et la seconde édition de l'ANR Tour a été organisée afin d'informer les chercheurs sur les actions et appels de l'Agence, et d'accroître les échanges. Enfin, le renforcement du contrôle interne en 2017, et son articulation avec la démarche qualité, ont permis d'améliorer la maîtrise des risques.



**61** ACTIONS INSCRITES EN 2017

dont 23 intégralement réalisées et 19 en cours



**11** INDICATEURS DE SUIVI ET DE PERFORMANCE ATTEINTS

## UNE MEILLEURE LISIBILITÉ DES ACTIONS ET UN DIALOGUE APPROFONDI

– Afin de faciliter la compréhension de ses actions et appels à projets, l'ANR a repensé la structuration du Plan d'action, et a organisé plusieurs journées d'échanges avec les communautés scientifiques dans le cadre de l'ANR Tour.

Au cours du premier semestre 2017, une réflexion concertée avec les acteurs institutionnels de la recherche a été menée afin de renforcer la lisibilité du Plan d'action 2018 (voir p.16). Les quatre composantes du Plan d'action ont été redéfinies afin de consacrer une composante unique à l'AAPG 2018, et l'appel générique a été structuré par axes de recherche correspondant chacun à un comité d'évaluation scientifique (CES). Ces mesures visent à faciliter la compréhension de ces documents, et offrent une meilleure visibilité par champs disciplinaires, en adéquation avec les défis de société qui constituent la toile de fond de l'appel générique.

### L'ANR TOUR: INFORMER, ACCOMPAGNER ET FAVORISER LES ÉCHANGES

Fort du succès de la première édition de l'ANR Tour organisée en 2016, l'Agence a renouvelé en septembre 2017 une série de rendez-vous auprès des organismes de recherche, des universités et des écoles. Plus de vingt rencontres se sont ainsi tenues en région et à Paris pour présenter les évolutions du Plan d'action 2018 et les appels à projets, expliciter les modalités de soumission et les processus d'évaluation et de sélection, et répondre aux questions des communautés scientifiques.

Grâce à l'accueil et au soutien des délégations régionales du CNRS et des universités, cet événement a rassemblé plus de 2 500 personnes. Les échanges particulièrement nourris et constructifs entre les participants et les représentants des départements scientifiques de l'ANR ont fait l'objet d'une attention particulière, en vue d'enrichir la foire à question du site internet de l'Agence, et d'intégrer ces retours dans les démarches d'optimisation continue de ses procédures.



© Thinkstock, Thararait

### UN PREMIER GUIDE DU DÉPOSANT À L'AAPG 2018

Autre nouveauté 2017, un guide du déposant à l'AAPG 2018 a été proposé aux coordinateurs scientifiques pour faciliter la distinction entre les aspects scientifiques précisés dans le texte de l'appel, et les aspects opérationnels, juridiques et administratifs. Le guide explicite ainsi la nature des instruments de financement, les modalités de soumission, les conditions d'éligibilité et le processus de sélection.

## LE RENFORCEMENT DE LA TRANSPARENCE ET DE L'IMPARTIALITÉ DE LA SÉLECTION

– Dans le cadre de l'AAPG 2017, l'ANR a poursuivi et engagé deux mesures phares pour renforcer la transparence et l'impartialité de ses processus de sélection: la généralisation du modèle de « président-référent » et l'introduction d'un droit de réponse des coordinateurs scientifiques aux experts externes.

### LE PRÉSIDENT-RÉFÉRENT, GARANT D'UNE SÉLECTION INDÉPENDANTE ET IMPARTIALE

Expérimenté en 2016, le modèle de « président-référent » de comité d'évaluation scientifique a été généralisé par l'Agence dans le cadre de l'Appel à projets générique 2017. Nommé par l'ANR pour une année <sup>(1)</sup> à la suite d'un appel à candidature, il est garant de l'indépendance du processus de sélection et a pour mission de faire appliquer les principes des processus de sélection au sein du comité qu'il pilote. Tous les présidents-référents ont pu bénéficier en 2017 d'une formation préalable à cet exercice.

Dans un premier temps, chaque président-référent propose une liste de personnalités scientifiques pour la nomination, par l'ANR, de deux à trois vice-présidents, dans le cadre de la constitution d'un bureau <sup>(2)</sup>. Afin de constituer le comité d'évaluation, le bureau propose alors une liste de personnalités scientifiques françaises et internationales, sollicitées ensuite par l'Agence (35 membres maximum).

Indépendant scientifiquement de l'ANR, le président-référent veille au respect des principes de déontologie fixés dans la charte de l'Agence, au respect des règles d'éthique et d'intégrité scientifique, et à la confidentialité des dossiers, conditions essentielles de l'organisation d'une sélection impartiale. Il est également appuyé par les chargés de projets scientifiques de l'Agence pour garantir une gestion efficace des conflits d'intérêts.

### L'INTRODUCTION D'UN DROIT DE RÉPONSE AUX EXPERTS EXTERNES

Afin d'améliorer la transparence de ses processus d'évaluation et de sélection (voir p.25) l'Agence a instauré une phase de droit de réponse aux experts, dans le cadre de l'AAPG 2017. Ce dispositif vise à offrir aux coordinateurs des projets déposés en phase 2 de l'appel, la possibilité de transmettre leurs commentaires aux expertises externes reçues, et d'informer le comité d'évaluation scientifique en cas d'éventuelle inexactitude constatée dans les rapports. L'examen des réponses des coordinateurs en séance de comité d'évaluation, et leur prise en compte dans l'évaluation finale, permet alors de relativiser les expertises externes.

(1) Mandat d'un an renouvelable deux fois

(2) Affectation des projets aux membres du comité, animation des débats, validation des comptes rendus, etc.

## LA SIMPLIFICATION DES DOSSIERS DE SOUMISSION ET DU SUIVI ADMINISTRATIF ET FINANCIER

– L'année 2017 a été marquée par le déploiement de mesures visant à faciliter la soumission de projets dans le cadre de l'appel générique, et à accélérer le processus de conventionnement et le suivi administratif et financier, pour réduire ainsi le temps consacré par les chercheurs à ces démarches.

### L'ALLÈGEMENT DES DOCUMENTS DEMANDÉS LORS DE LA SOUMISSION DE PROJETS

Afin d'accompagner les chercheurs dans la préparation des dossiers scientifiques en réponse à l'appel générique, et diminuer cette charge de travail, l'ANR a allégé le format du dossier de soumission demandé et a proposé des trames de rédaction.

De plus, la signature d'un document administratif et financier par le représentant légal de chaque partenaire n'est plus exigée lors de la soumission d'un projet en phase 2 de l'appel générique, mais lors du conventionnement des projets financés. L'Agence adresse également la liste des dossiers déposés aux établissements concernés pour leur permettre un suivi rigoureux des projets.

### L'AMÉLIORATION DU PROCESSUS DE CONVENTIONNEMENT

En parallèle, des actions ont été engagées pour optimiser le processus de conventionnement des projets sélectionnés. Le conventionnement relatif à un même projet est désormais effectué par l'ANR de manière individuelle, au fur et à mesure que les bénéficiaires adressent leurs conventions et annexes financières signées. Le versement de la première avance s'effectue ainsi dès réception de la convention signée, indépendamment de l'état du conventionnement avec les autres partenaires du projet.



© Thinkstock

### LA REFORME DU RÈGLEMENT FINANCIER 2017

L'Agence a également revu son règlement financier 2017 afin d'en faciliter la compréhension et d'alléger les formalités relatives au suivi administratif et financier des projets financés. Ces évolutions portent sur :

- ▶ La mise en cohérence des catégories de dépenses éligibles avec les coûts admissibles de l'Encadrement des aides d'État à la recherche, au développement et à l'innovation, de l'Union européenne, afin de disposer d'un cadre de référence commun à l'ensemble des partenaires ;
- ▶ La mise en place d'un forfait de frais d'environnement à hauteur de 8 % des dépenses éligibles dans la limite du plafond d'aide accordé, pour les bénéficiaires de droit public à coût marginal ;
- ▶ L'éligibilité des dépenses entre les partenaires d'un même projet, dès lors qu'elles sont liées et proportionnées au projet, et notamment justifiées par une facturation ;
- ▶ L'éligibilité des dépenses liées aux systèmes d'auto-assurance chômage versées aux personnels recrutés sur contrats temporaires et affectés à la réalisation du projet, pour les bénéficiaires de droit public à coût marginal ;
- ▶ La livraison d'un seul compte rendu scientifique intermédiaire à mi-parcours du projet, et l'allègement des relevés de justificatifs de dépenses intermédiaires pour les bénéficiaires de droit privé à coût complet, avec la demande d'un seul montant global par catégorie de dépenses ;
- ▶ L'évolution du processus d'accord de consortium, obligatoire pour les projets associant organismes de recherche et entreprises. Il ne conditionne dorénavant le deuxième versement que pour les bénéficiaires entreprises. L'analyse des accords est circonscrite à la vérification de l'absence d'aide indirecte par rapport aux principes généraux de l'Encadrement des aides d'État et à la validité du contrat.

Afin d'explicitier les nouvelles modalités, susciter des échanges, et mettre en place ces mesures de façon adaptée, dix rencontres ont été organisées en mars 2017 auprès des bénéficiaires (organismes de recherche, fondations, associations, entreprises). Ces journées ont aussi été l'occasion de recueillir leurs attentes dans la perspective de l'évolution du règlement financier prévue en 2018, et ce, afin d'apporter des améliorations en tenant compte de leurs contraintes et de leurs difficultés opérationnelles.

La simplification du règlement financier, de par l'étendue de ses évolutions juridiques, administratives et financières, a impulsé une collaboration importante avec les services des bénéficiaires concernés, et a contribué à l'optimisation des processus de l'Agence.



## LA MISE EN PLACE D'UN PLAN D'ACTION « GENRE »

– Les inégalités entre les femmes et les hommes existent et perdurent aussi dans l'Enseignement supérieur et la Recherche, c'est pourquoi l'ANR contribue au déploiement d'une politique en faveur de l'égalité entre les femmes et les hommes, et à l'évolution de la culture scientifique vers une prise en compte systématique de la dimension sexe et/ou genre dans les recherches quel que soit le domaine scientifique.

En lien avec la politique menée par le ministère chargé de la Recherche et à la suite de la 9<sup>e</sup> conférence européenne sur l'égalité entre les femmes et les hommes, l'Agence a élaboré un Plan d'action afin de prendre en compte le sexe et le genre dans sa feuille de route annuelle<sup>(1)</sup>.

### 5 AXES PRINCIPAUX

- ▲ **Renforcer** l'équilibre femmes/hommes dans les comités d'évaluation scientifique ;
- ▲ **Contribuer** à l'intégration d'une perspective sexe et/ou genre dans les projets de recherche ;
- ▲ **Sensibiliser** par la formation, l'ensemble des acteurs concernés par la sélection ;
- ▲ **S'appuyer** sur l'analyse des soumissions/sélections des différents programmes ;
- ▲ **Valoriser** la présence et l'activité des femmes en science ;

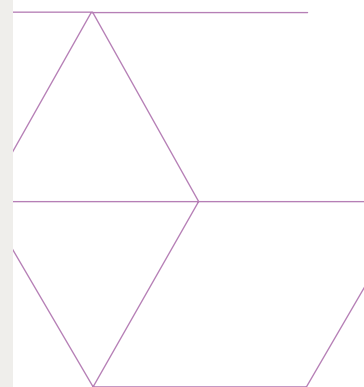
### C'EST QUOI LE GENRE ?

#### DÉFINITIONS

Sexe : anatomiquement et physiologiquement déterminé  
Genre : socialement et culturellement déterminé

Chaque société élabore des manières d'être et d'agir qui sont autant de **normes** que les individus **intériorisent** par l'éducation reçue au sein de la famille et de l'école. Ces normes sont différenciées selon que l'on est un homme ou une femme. **Le genre est la construction sociale et culturelle de la féminité et de la masculinité** et renvoie aux rôles et responsabilités des hommes et des femmes que construit une société au sein d'une culture. Les représentations que tout un chacun a de ce que « doit être » un homme ou une femme constituent autant de **biais inconscients de genre**.

Le **genre est un concept** qui permet de remettre en cause l'idée de différences naturelles, fondées sur le sexe biologique, et qui légitimeraient les inégalités entre les femmes et les hommes. **Le genre est un outil** d'analyse qui doit être utilisé dans tous les contextes disciplinaires afin de prendre garde à ne pas perpétuer ou renforcer les inégalités.

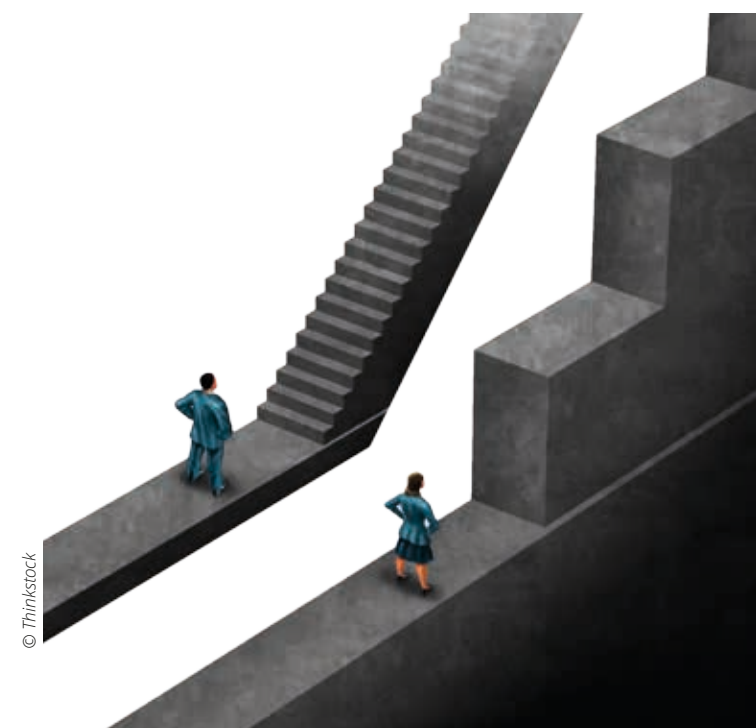


### PREMIERS TRAVAUX ET VALORISATIONS RÉALISÉS EN 2017

- ▶ **Des premières analyses des données de l'Appel à projets générique 2014-2016, par défi et instruments de financement**, ont été réalisées. Les résultats ont révélé que la part des projets coordonnés par les femmes (lors de la phase de soumission et de sélection) est proportionnelle à la part des femmes parmi les chercheuses et enseignantes-chercheuses, et présente une relative stabilité sur l'ensemble des éditions de l'Appel à projets générique. Cette représentation reste toutefois fragile et inégale selon les champs disciplinaires et les instruments. Ces premiers résultats ont été rendus publics à l'occasion de la journée des droits des femmes du 8 mars 2017.
- ▶ **Une étude exploratoire portant sur la question du genre dans les biais de sélection et une revue de littérature de travaux sur l'évaluation et les recherches en sociologie et en anthropologie** ont été menées. Cette première approche, confrontée à des analyses statistiques de l'AAPG 2017, a permis de montrer que veiller à la parité dans les comités d'évaluation scientifiques ne constitue pas une condition suffisante pour réduire les biais relatifs au genre dans les processus de sélection.
- ▶ À l'occasion de la journée internationale des filles et femmes de science le 11 février 2017, l'ANR a souhaité valoriser la place et l'activité des femmes dans la recherche et a recueilli **3 témoignages de chercheuses financées par l'ANR ou impliquées dans un comité scientifique**<sup>(2)</sup>.

### UNE IMPLICATION RENFORCÉE AU NIVEAU NATIONAL ET EUROPÉEN

- ▶ L'Agence est membre du groupe de travail sur « **Les freins dans la carrière des femmes de l'ESR** » aux côtés du CNRS, de l'INSERM, de la CPU, du HCERES, de la DGESIP et de la DGRI. L'objectif visé par ce groupe est d'établir des recommandations pour davantage d'égalité professionnelle.
- ▶ L'ANR est partenaire de l'**ERA-NET Gender Plus** dont l'objectif est de financer des projets de recherche sur le genre dans le cadre d'un appel à projets européens pour une contribution de la France à hauteur de 300 k€.
- ▶ L'ANR a répondu, avec 8 partenaires européens, à un appel à projets H2020 en déposant un projet « **Gender-Smart** » visant à enrichir le Plan d'action genre d'outils pédagogiques et d'analyses mutualisées et comparatives.



(1) Plan d'action 2017

(2) <http://www.agence-nationale-recherche.fr/informations/agenda/femmes-et-filles-de-science-2017/>

## DES MESURES AU SERVICE DE L'EFFICIENCE DE L'ÉTABLISSEMENT ET DE SES ACTIVITÉS

– Dans une perspective conjointe de la certification comptable des comptes de H2020 et de la certification qualité des processus de sélection et de la relation publics utilisateurs, conformément aux objectifs définis dans le COP 2016-2019, l'ANR a réalisé en 2017 une première évaluation des risques.

Un premier chantier mené en 2017 a consisté à réaliser une cartographie des risques majeurs et à définir un Plan d'action associé, au regard des missions de l'ANR, à savoir :

- ▶ La politique nationale de la recherche ;
- ▶ La consolidation de l'Espace Européen de la Recherche ;
- ▶ La sélection des projets ;
- ▶ Les Grands programmes d'investissement de l'État ;
- ▶ L'analyse de l'offre de l'évolution de la recherche ;
- ▶ L'impact des financements ;
- ▶ La mesure de la qualité du service rendu.

### UNE CARTOGRAPHIE POUR UNE MEILLEURE MAÎTRISE DES RISQUES

Selon cette première cartographie, 13 risques classés en Risques de pilotage et gouvernance, Risques externes, et Risques opérationnels ont été identifiés. Pour chacun d'entre eux, des étapes nécessaires aux actions correctrices ont été identifiées, favorisant ainsi la mise en place de procédures de contrôle, d'indicateurs de performance et d'outils pour le suivi des risques spécifiques. En cotant les risques selon leur criticité (impact et probabilité d'occurrence) combiné à un niveau de maîtrise, **six risques majeurs ont été identifiés dans la zone de risques à traiter prioritairement, et font l'objet d'un Plan d'action associé.**

### 6 RISQUES MAJEURS :

- ▲ Difficulté à répondre aux attentes des bénéficiaires ;
- ▲ Insuffisance d'anticipation des évolutions de l'Agence (en termes de programmation et de gestion) liées à des changements d'orientations stratégiques de la recherche ;
- ▲ Insuffisance d'analyse des coûts et des indicateurs d'activités ;
- ▲ Difficulté à intégrer les différents systèmes d'information métiers de l'Agence, et à produire et fiabiliser les données ;
- ▲ Difficulté à répondre en termes humains, financiers et opérationnels aux changements d'orientations stratégiques ou évolutions spécifiques ;
- ▲ Insuffisance du contrôle interne (conformément au décret GBCP).

Le Plan d'action associé à la cartographie des risques consiste à articuler les démarches de contrôle interne et de qualité. Le contrôle interne est chargé de mettre en œuvre l'ensemble des moyens (procédures de diffusion d'informations internes, systèmes d'information visant à recenser et analyser les principaux risques, outils et contrôles proportionnés aux enjeux, etc.) destinés à assurer le respect des règlements, l'application des instructions et des orientations fixées et de proposer des axes d'amélioration.

La démarche qualité intervient de manière transversale dans l'Agence en lien avec les axes définis dans le COP : la certification ISO 9 001 des processus de sélection, la relation publics utilisateurs, la mise en place d'une charte permettant d'homogénéiser les retours et d'améliorer la qualité des réponses de l'Agence vis-à-vis des interlocuteurs externes, ou encore la traçabilité des opérations et la capitalisation des connaissances.

### APUREMENT DES ÉDITIONS 2006 À 2010 : UN CHANTIER BIEN ÉTABLI

Entériné par le conseil d'administration du 27 septembre 2016, le chantier d'apurement des éditions antérieures concerne les projets financés de 2006 à 2010 restant à ce jour non soldés en l'absence de pièces justificatives. En simplifiant les démarches administratives, le paiement du solde de nombreux projets a pu être réalisé.



© Thinkstock

 <p><b>+ de 5 000</b> DOSSIERS CONCERNÉS SUR LA PÉRIODE</p>	 <p><b>42,8 M€</b> D'ENCOURS VERSÉS DEPUIS LE DÉMARRAGE DU PLAN</p>
 <p><b>+ de 2 800</b> PROJETS CLÔTURÉS EN 2017</p>	 <p>L'ÉDITION 2006 CLÔTURÉE</p>

## UNE ANNÉE CLÉ POUR L'AVANCÉE DE LA GPEC ET LA QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL

– Pour accompagner l'ANR dans l'évolution de ses missions, l'Agence s'est engagée depuis 2016 dans une démarche de clarification de son modèle de Ressources Humaines en prenant en compte les évolutions prévisibles de son périmètre d'activité et l'amélioration de la qualité de vie au travail.

### GPEC, UN ACCORD PRÉPARÉ ET PARTAGÉ

En 2017, l'ANR s'est engagée dans une démarche de négociation de la gestion prévisionnelle de l'emploi et des compétences (GPEC). Au cours de l'année, plusieurs réunions se sont tenues avec les organisations syndicales. Cette concertation engagée permettra d'aboutir à un accord en 2018.

Plusieurs ateliers ont été mis en place pour travailler sur le futur accord qui portera sur des mesures d'accompagnement en matière de formation, la mise en place d'entretiens de carrière, l'accompagnement de la mobilité professionnelle des agents, et l'égalité homme-femme. Les principales avancées de cette négociation concernent :

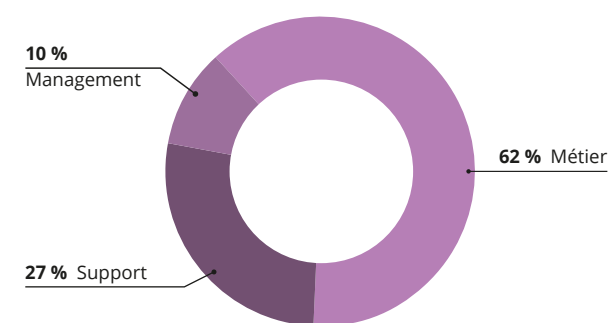
- ▶ L'instauration d'entretiens de carrière ainsi que la création d'un comité de gestion prévisionnelle des carrières, instance de réflexion prospective sur l'évolution des métiers et des emplois ;
- ▶ La promotion des femmes à des postes à responsabilités ;

- ▶ Des mesures d'accompagnement pour les emplois qui seraient identifiés sensibles avec un accès prioritaire à la formation et un accompagnement à la mobilité interne ou externe ;
- ▶ Le processus d'accueil et d'intégration des nouveaux entrants a aussi été repensé, capitalisant sur les connaissances et les compétences d'un réseau de formateurs internes à l'Agence dans l'optique d'un parcours de formation centré sur les spécificités des métiers de l'Agence.

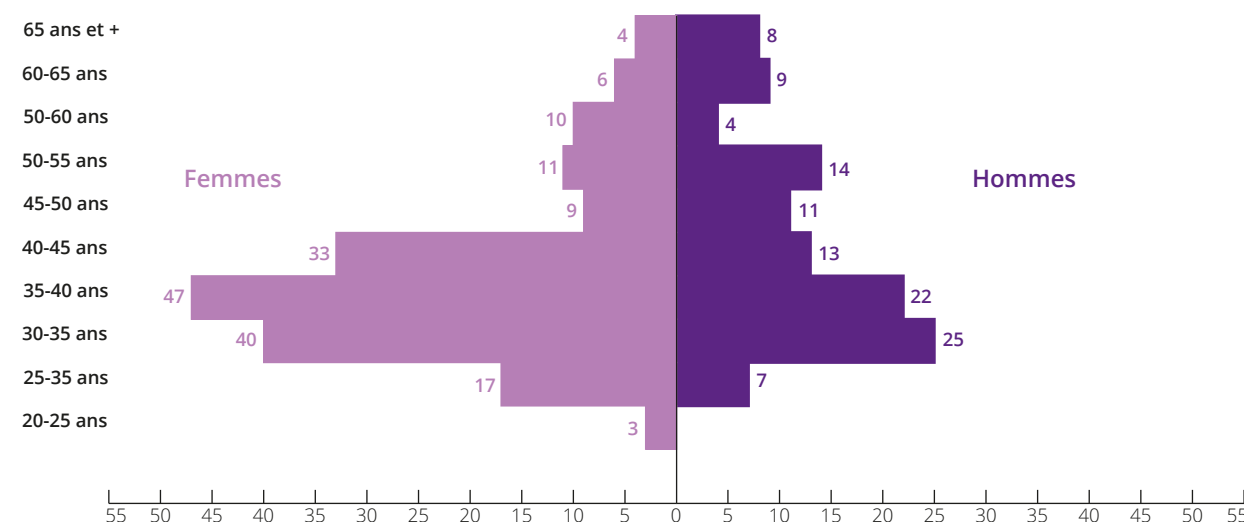
### DÉVELOPPEMENT DU PLAN QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL

Engagée depuis 2015 dans une démarche de qualité de vie au travail, l'Agence a poursuivi son action en 2017 avec la prise en compte des risques psychosociaux. En particulier, une procédure de signalement des risques psychosociaux a été mise en place. Elle s'appuie sur un réseau interne de personnes relais et met en œuvre un processus de médiation entre les parties prenantes. L'Agence propose par ailleurs à ces agents la possibilité de consulter un psychologue.

RÉPARTITION DE L'EFFECTIF GLOBAL PAR FILLIÈRE AU 31/12/2017 (ETP)



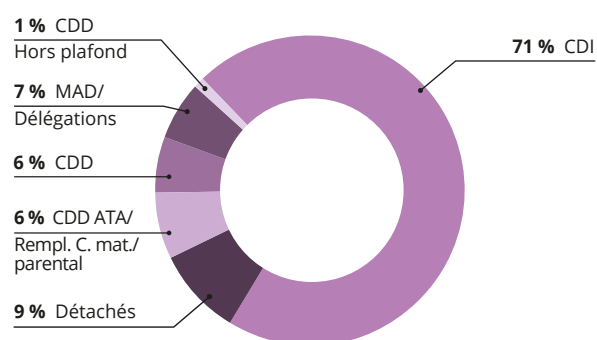
EFFECTIF GLOBAL



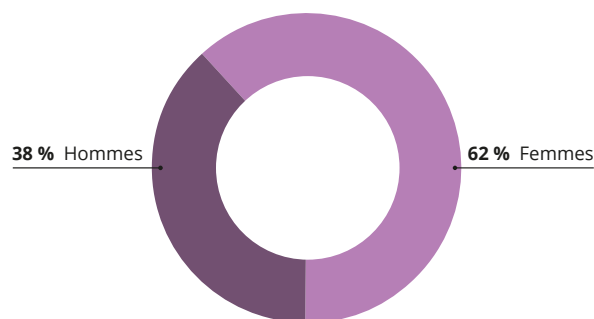
La population est aux deux tiers féminine (62 % contre 38 % pour les hommes). L'âge moyen est de 41,7 ans. 62 % des effectifs correspondent à la filière métier (scientifiques et financement), 27 % aux services support et 10 % au management.

En 2017, l'effectif total de l'ANR s'élève à 265,3 ETPT<sup>(1)</sup> contre 260 en 2016. Cet effectif comprend 245,8 ETPT directement rémunérés par l'ANR et 19,5 ETPT correspondant à des personnels mis à disposition ou en délégation.

RÉPARTITION DE L'EFFECTIF PAR STATUT AU 31/12/2017 (ETP)



RÉPARTITION DE L'EFFECTIF GLOBAL PAR GENRE AU 31/12/2017 (ETP)



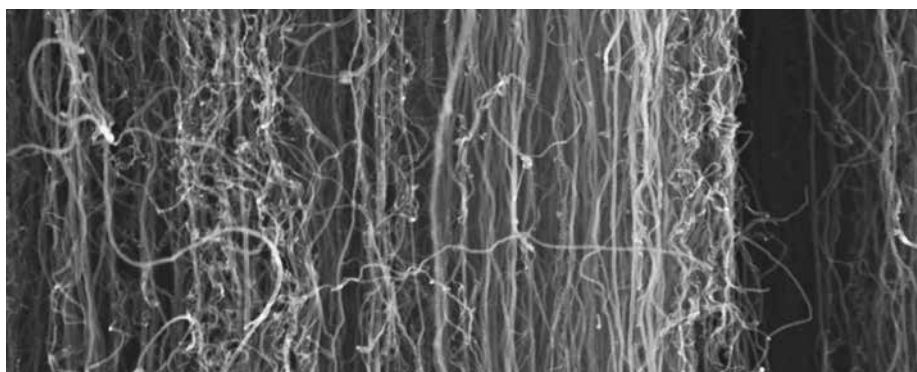
(1) ETPT : équivalent temps plein travaillé.



# 3. SOUTENIR DES PROJETS D'EXCELLENCE

PROJETS COLLABORATIFS NATIONAUX	P. 48
PROJETS « JEUNES CHERCHEUSES, JEUNES CHERCHEURS »	P. 58
PROJETS COLLABORATIFS PUBLIC/PRIVÉ	P. 61
PROJETS COLLABORATIFS INTERNATIONAUX	P. 66
INVESTISSEMENTS D'AVENIR	P. 69





Tapis de nanotubes de carbone alignés longs et denses formés sur feuille de collecteur de courant aluminium.

© CEA, NIMBE/LEDNA, Mathieu Pinault

## Élaboration d'électrodes de supercondensateurs innovantes à base de nanotubes de carbone alignés et modifiés par des polymères conducteurs électroniques et de l'oxyde de manganèse

– Dans le cadre du programme ASTRID<sup>1</sup>, le projet H2E-CAP a pour but de développer des matériaux d'électrode innovants à base de nanotubes de carbone alignés verticalement (VACNT) pour être inclus dans les supercondensateurs. Les matériaux proposés sont différents des matériaux actuellement utilisés dans les produits commerciaux (charbons actifs) afin de répondre à la demande d'une meilleure densité d'énergie et de puissance dans les dispositifs de stockage de l'énergie. Des matériaux nanocomposites à base de VACNT ont ainsi pu être obtenus directement sur collecteur en Al flexible.

Dans le cadre du projet H2E-CAP, de nouveaux matériaux d'électrode à base de VACNT modifiés par des polymères conducteurs électroniques (PCE), de l'oxyde de manganèse déposés de manière contrôlée ou bien des traitements de surface, ont été développés. Les avancées scientifiques et techniques du projet H2E-CAP ont d'abord permis le développement de la croissance directe de VACNT sur supports d'Al flexibles par abaissement de la température de croissance (dépôt d'un brevet licencié à la start-up NAWATechnologies). Les vitesses de formation des NTC sont au niveau de l'état de l'art mondial et les très faibles diamètres mesurés associés aux densités en nanotubes importantes obtenues permettent d'atteindre des capacités d'électrodes très supérieures à celles obtenues sur inox pour des NTC seuls. Cette avancée majeure sur la croissance de VACNT denses sur des substrats

métalliques à faible coût et d'intérêt pour une utilisation en tant qu'électrode de supercondensateur a ouvert la voie au développement d'associations innovantes VACNT/PCE et oxydes métalliques dans les tâches en aval du projet en adaptant les conditions conduisant à un dépôt homogène dans les VACNT (2 brevets). Les voies de modification des VACNT les plus performantes conduisent à des électrodes possédant des capacités élevées. Ces électrodes sont destinées à une utilisation dans des systèmes supercondensateurs symétriques et hybrides.

(1) Accompagnement spécifique des travaux d'intérêt Défense, financé intégralement par la Direction générale de l'armement.

### Des pistes pour demain...

La réussite de la démonstration de faisabilité de développement en grande surface de certaines associations de matériaux jusqu'à des prototypes industriels (jusqu'à 10\*10 cm<sup>2</sup>) a permis d'atteindre des hauts niveaux de maturité technologiques (TRL>5). Le succès scientifique et technique de ce projet ANR ASTRID initial incite le consortium H2E-CAP, mêlant laboratoires universitaires et partenaire industriel, à poursuivre des efforts de développement et de maturation des approches (ASTRID Maturation, également financé intégralement par la DGA) ce qui constituerait le point de départ de la valorisation des recherches et technologies à caractère dual résultant de H2E-CAP dans le domaine de l'énergie.

## H2E-CAP

**Supercondensateurs Hybrides de Haute Énergie à base de nanotubes de carbone alignés**

PROGRAMME ANR:  
ASTRID

ÉDITION, DURÉE  
DU PROJET:  
2013 ; 3 ans + 6 mois

PARTENAIRES:



(DRF-IRAMIS-NIMBE-LEDNA) ; LPPI-Université Cergy-Pontoise, PCM2E-Université de Tours, NAWATechnologies

SUBVENTION ANR:  
286 k€

CONTACT:  
Mathieu Pinault,  
mathieu.pinault@cea.fr

SITE WEB:  
http://iramis.cea.fr/nimbe/ledna/

## ECCHYMOSE

**Études d'hydrogénases « à fer » par électrochimie : mécanisme et optimisation pour la photoproduction d'hydrogène**

PROGRAMME ANR:  
Chimie du solide, colloïdes, physicochimie (Blanc - SIMI 8)

ÉDITION, DURÉE  
DU PROJET:  
2012 ; 48 mois

PARTENAIRES:  
Laboratoire de Bioénergétique et ingénierie des Protéines, CNRS/AMU, Marseille  
Laboratoire de photocatalyse et biohydrogène (LPB), CEA, Gif-sur-Yvette  
Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés, INSA-CNRS, Toulouse  
Department of Biotechnology and Biosciences, Université de Milan-Bicocca, Italie  
Department of Physics and Astronomy, University College, London, UK

SUBVENTION ANR:  
544 k€ pour un coût global de l'ordre de 2 300 k€ (partenaires français uniquement).

CONTACT:  
Christophe Léger,  
leger@imm.cnrs.fr

SITE WEB:  
www.bip06.fr  
https://anrecchymose.wordpress.com/

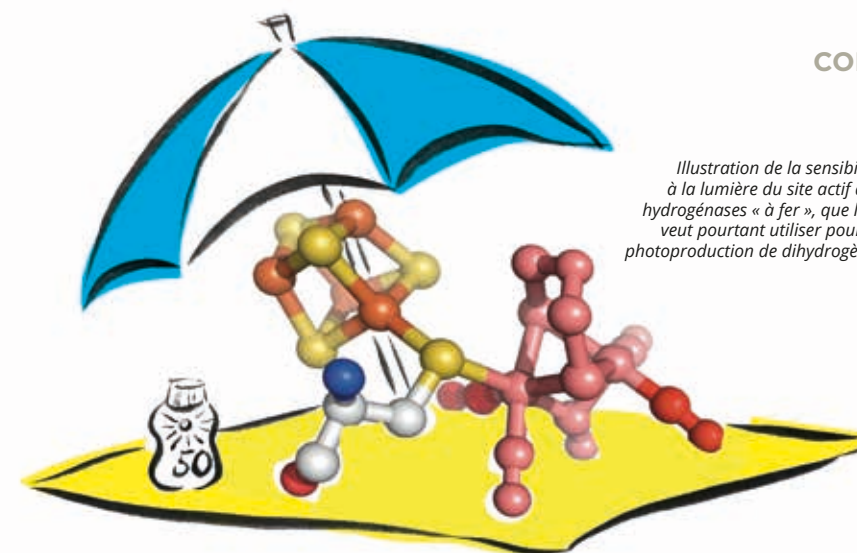


Illustration de la sensibilité à la lumière du site actif des hydrogénases « à fer », que l'on veut pourtant utiliser pour la photoproduction de dihydrogène.

©American Chemical Society, 2018

## Comprendre l'inactivation des métalloenzymes qui produisent les solar-fuels

– Grâce à de nouvelles méthodes pluridisciplinaires, combinant biochimie, électrochimie et chimie théorique, le projet ECCHYMOSE a permis d'étudier les aspects fondamentaux de la réactivité de métalloenzymes qui catalysent des réactions importantes dans le domaine de l'énergie : la production et l'oxydation du dihydrogène.

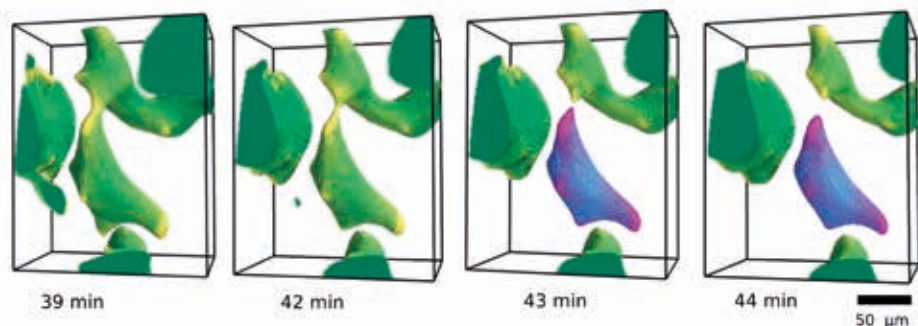
Les hydrogénases sont des enzymes complexes qui catalysent l'oxydation et la formation du dihydrogène grâce à un site actif inorganique appelé le « cluster-H ». Elles sont étudiées dans des contextes variés, de la bioénergétique à la chimie inorganique, mais la motivation principale est probablement que ces enzymes et les connaissances acquises en les étudiant seront utiles pour synthétiser les catalyseurs nécessaires au stockage des énergies renouvelables. Les tentatives actuelles d'utilisation d'hydrogénases isolées ou d'algues photosynthétiques pour produire de l'hydrogène à partir d'eau

et de lumière sont entravées par le fait que l'hydrogénase de cet organisme est inactivée par l'oxygène produit par l'oxydation photosynthétique de l'eau, et que son cluster-H est endommagé par la lumière dans le domaine UV-visible.

Les chercheurs ont étudié, par électrochimie et photoélectrochimie, plusieurs hydrogénases pour comprendre le mécanisme et les déterminants moléculaires de leur inactivation par les conditions rédox extrêmes, l'oxygène et la lumière, en étroite collaboration avec des chimistes théoriciens. Les biologistes associés au projet ont pu produire un certain nombre d'hydrogénases homologues mais dont les propriétés catalytiques sont distinctes, tandis que les électrochimistes mettaient au point et utilisaient des méthodes permettant de caractériser précisément les propriétés cinétiques de ces enzymes (y compris leur inactivation dans des conditions variées). Les chercheurs ont mis en évidence des différences significatives entre les propriétés d'enzymes homologues, dont le site actif et son environnement immédiat sont pourtant identiques, et ainsi contribué à étudier comment certains éléments structuraux distants du site actif peuvent déterminer en partie les propriétés catalytiques de ces métalloenzymes complexes. Le projet est labélisé par le pôle de compétitivité Capénergies (www.capenergies.fr).

### Des pistes pour demain...

Un développement méthodologique majeur a été la combinaison des résultats expérimentaux à des calculs de chimie théoriques, par des techniques variées (DFT, TDDFT, QMMM, MD), pour étudier différents aspects de la réactivité des hydrogénases à l'échelle moléculaire. Cette approche pourra être mise en œuvre dans l'étude d'autres métalloenzymes.



Fragmentation lors de la séparation de phase de verre liquide, observée à haute température par microtomographie *in situ* [Bo15].

## Visualiser le comportement des matériaux en quatre dimensions, spatiales et temporelle, avec une très bonne résolution, lors de traitements thermiques et de déformations mécaniques

— Pour améliorer les propriétés des matériaux, une voie intéressante consiste à fabriquer des matériaux texturés ou composites, dont les propriétés dépendent fortement des détails de leur structure interne. Afin de pouvoir visualiser cette structure et son évolution lors de l'histoire thermique ou mécanique du matériau, EDDAM a développé des techniques de micro-tomographie X à l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) permettant de filmer *in situ*, en 3D, les différentes étapes du cycle de vie de matériaux amorphes micro-texturés.

Le développement de matériaux innovants vise souvent à concilier au sein d'un même matériau des propriétés différentes voire antagonistes. Une stratégie classique consiste à chercher à texturer un matériau composite en trois dimensions en développant, par exemple, des composites amorphes et cristallins aux propriétés mécaniques prometteuses.

EDDAM a développé des techniques d'imagerie et de traitement du signal permettant l'étude locale de la transformation de ces matériaux composites. Pour cela, le projet a couplé de façon innovante l'utilisation du rayonnement synchrotron de l'ESRF, le développement de dispositifs *in situ* comme des fours ou des machines d'essais mécaniques, ainsi que des algorithmes performants de traitement numérique des données et des images en 3D. En collaboration avec les équipes du synchrotron, le projet a ainsi permis la mise au point de la micro-tomographie X *in situ* ultrarapide pour la science des matériaux et d'observer des phénomènes d'évolution des matériaux dans des condi-

tions extrêmes, tel que le mécanisme de fusion d'un mélange de poudres d'oxydes donnant lieu au verre.

La micro-tomographie X *in situ* ultra-rapide a par exemple permis de filmer en 3D, avec une résolution spatio-temporelle remarquable (à l'échelle du micron et à celle de la seconde), différentes étapes du cycle de vie de matériaux amorphes, comme le verre ou des composites amorphes/cristallins architecturés : élaboration et transformation à haute température, déformation et endommagement sous chargement mécanique, rendant donc accessible la connaissance de la structure interne des matériaux et la compréhension de leurs propriétés thermiques et mécaniques. Un mécanisme original de fragmentation de liquides visqueux a notamment été mis en évidence dans un mélange de verres fondus, donnant lieux à la formation de cascades de gouttelettes. Les expériences du projet ont par ailleurs suscité le développement de nouveaux algorithmes, visant par exemple à reconstruire directement la cinématographie en 3D des déformations lors d'un chargement mécanique.

### Des pistes pour demain...

À la suite du projet EDDAM, la tomographie X ultra-rapide, pour observer des phénomènes d'évolution dans les matériaux, est passée au statut de technique maîtrisée et est utilisable par les chercheurs de plusieurs domaines scientifiques ayant un accès libre aux algorithmes de traitement d'image implémentés. Dans ce domaine, les futurs enjeux scientifiques concerneront notamment l'application de cette méthodologie à de nouvelles techniques d'imagerie comme la nano-tomographie synchrotron *in situ* qui permet de visualiser les matériaux avec une résolution bien inférieure au micron.

## EDDAM

### Filmer de l'intérieur les matériaux en transformation

**PROGRAMME ANR :** Sciences de l'ingénierie, matériaux, procédés, énergie (Blanc - SIMI 9)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :** 2011 ; 60 mois

**PARTENAIRES :** Emmanuelle Gouillart, SVI Unité mixte CNRS Saint-Gobain  
Luc Salvo, SIMaP INP Grenoble  
Éric Maire, MATEIS INSA Lyon  
Damien Vandembroucq, PMMH ESPCI Paris  
Stéphane Roux, LMT ENS Cachan

**SUBVENTION ANR :** 494 k€

**CONTACT :** Emmanuelle Gouillart, emmanuelle.gouillart@saint-gobain.com

## EXO-ATMOS

### Atmosphère et évaporation des exoplanètes

**PROGRAMME ANR :** Physique subatomique et théories associées, astrophysique, astronomie et planétologie (Blanc - SIMI 5)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :** 2012 ; 48 mois

**PARTENAIRES :** Alain Lecavelier, Institut d'astrophysique de Paris  
Bonfils Xavier, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble

**SUBVENTION ANR :** 454 246 €

**CONTACT :** Alain Lecavelier, lecaveli@iap.fr



Vue d'artiste de l'évaporation d'exocometes dans le système exoplanétaire jeune de Bêta Pictoris<sup>(1)</sup>. © ESO, L. Calçada

## De nouvelles connaissances sur les phénomènes atmosphériques et la diversité des exoplanètes

— Dans le cadre du projet EXO-Atmos, les observations spectroscopiques combinées avec des modélisations numériques avaient pour objectif d'apporter de nouvelles connaissances sur les atmosphères des exoplanètes, en particulier celles qui montrent des phénomènes d'évaporation. Si l'observation de la basse atmosphère et de l'exosphère se limitait jusqu'à présent à quelques exoplanètes, le projet EXO-Atmos a permis d'aller plus loin grâce à de nouvelles observations et découvertes contribuant ainsi à une meilleure compréhension de l'atmosphère et de l'évaporation des exoplanètes.

Le projet Exo-Atmos avait pour but d'étudier les exosphères étendues des planètes en évaporation ainsi que les atmosphères plus profondes d'une grande variété d'exoplanètes, en utilisant la spectroscopie d'absorption, lorsqu'elles transitent devant leur étoile. Pour ce faire, le projet a pu, à la fois :

- Disposer des meilleurs télescopes pour l'observation : *Very Large Telescope* (VLT), *Hubble Space Telescope* (HST), HARPS, GTC.
- Élargir l'échantillon de planètes pour lesquelles l'atmosphère est détectée et analysée.
- Développer des simulations numériques, indispensables pour l'analyse et l'interprétation des observations spectroscopiques, et la modélisation des atmosphères.

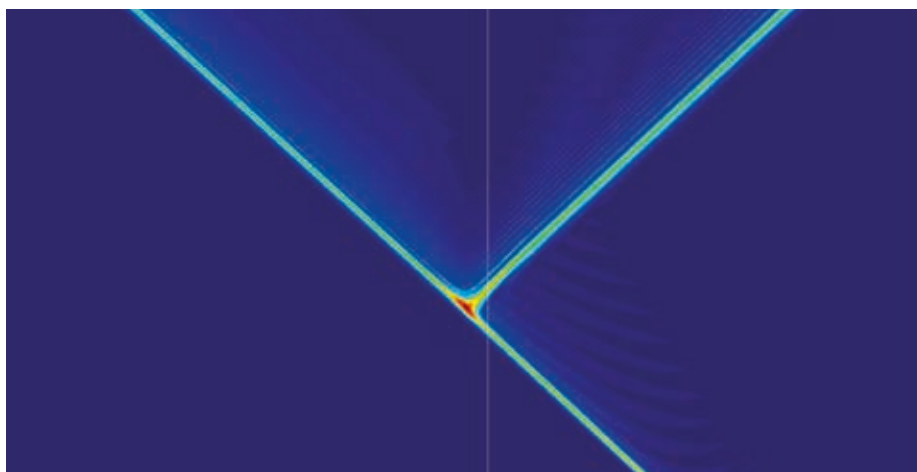
Les travaux menés dans le cadre d'EXO-Atmos ont souligné la diversité des exoplanètes et permis d'importantes avancées. Sur le plan théorique, le développement par l'équipe du code EVE (« *Evaporation of Exoplanets* »), permettant la modélisation

de l'échappement atmosphérique afin d'interpréter les observations obtenues dans l'ultraviolet avec le télescope spatial Hubble, a significativement fait progresser l'état de l'art sur la modélisation de l'évaporation des exoplanètes. Sur le plan observationnel, l'équipe a fait trois découvertes majeures : l'évaporation de deux familles d'exocometes dans le système planétaire jeune de Bêta Pictoris ; l'observation de variations temporelles dans l'atmosphère du Jupiter-chaud HD189733b caractérisant l'interaction entre la planète et son étoile hôte ; enfin, l'évaporation d'un Neptune-Chaud GJ436b détectée à un niveau tout à fait inattendu. Les progrès réalisés vont bien au-delà des attentes initiales : le nombre de planètes dont l'atmosphère a été détectée et caractérisée a crû de manière remarquable ; la diversité des éléments observés, avec en particulier la découverte par l'équipe de signatures nouvelles comme celle du magnésium, a permis d'observer les évaporations dans un plus grand nombre de systèmes.

(1) L'observation du gaz a révélé l'existence de deux familles de comètes : les comètes les plus jeunes provenant de la rupture d'un objet massif, alors que les comètes plus vieilles sont en résonance orbitale avec une planète géante (Kiefer, Lecavelier et al., *Nature* 2014).

### Des pistes pour demain...

Suite aux découvertes réalisées, de nouvelles observations ont été programmées avec le télescope Hubble. Un très grand programme de type « *Treasury Hubble* » pour le suivi de vingt nouvelles exoplanètes est notamment en cours de réalisation. Dans l'ensemble, ces travaux contribuent à une meilleure connaissance et compréhension de la physique des phénomènes atmosphériques dans des conditions extrêmes.


 Paquet d'onde superradiant au voisinage d'un trou noir sphérique chargé. © Image de simulation numérique sous Matlab<sup>®</sup>

## Étude des effets classiques et quantiques au voisinage de trous noirs et de leur influence à grande distance

– La plupart des problèmes irrésolus dans le domaine de la relativité, sont de nature asymptotique. Le projet AARG avait pour objectif de développer l'analyse asymptotique en relativité générale afin d'avancer dans la compréhension des phénomènes classiques et quantiques au voisinage de trous noirs. Le consortium a développé de nouvelles méthodes combinant analyse et géométrie, et a étendu des résultats importants à des cadres physiquement pertinents et radicalement nouveaux, concernant notamment l'effet Hawking (à l'origine de l'évaporation des trous noirs), la superradiance et la stabilité des solutions des équations d'Einstein.

La relativité générale permet de disposer de modèles extrêmement précis de l'univers à grande échelle et de systèmes isolés comme les trous noirs. L'accès aux phénomènes qu'elle décrit se fait de très loin, par l'observation astronomique. L'analyse asymptotique est donc l'outil fondamental de l'étude mathématique rigoureuse de ces phénomènes dans le but notamment de faire des prédictions détaillées pour de futures observations. Au cours des années 1960 et 1970, de nouvelles méthodes d'analyse asymptotique ont fait leur apparition : la méthode conforme de Roger Penrose et l'analyse microlocale de Lars Hörmander. Les années 1980 voient un grand essor de la théorie du scattering et le développement de la théorie quantique des champs en espace-temps courbe. L'objectif du projet AARG était de combiner ces techniques et de les pousser plus avant

dans 4 directions principales : scattering non stationnaire et conforme ; théorie quantique des champs en espace-temps courbes et en interaction ; stabilité linéaire et non linéaire des espaces-temps de la relativité générale ; enfin, scattering inverse pour les espaces-temps séparables et de type trou noir. D'un point de vue théorique, des avancées importantes ont été obtenues dans l'étude du comportement asymptotique des champs classiques dans des situations non stationnaires, de la décroissance des champs tests et la stabilité des solutions des équations d'Einstein. Des résultats également significatifs dans l'étude de l'effet Hawking pour un champ quantique en interaction avec son milieu et dans celle de la reconnaissance par scattering inverse de la géométrie d'un trou noir. Le consortium a par ailleurs initié une étude numérique de l'extraction d'énergie d'un trou noir par superradiance et du phénomène des bombes trous noirs et, développé un logiciel open source de calcul formel en relativité générale : SageManifolds.

(1) Tirée de l'article L. Di Menza, J.-P. Nicolas, *Superradiance on the Reissner-Nordström metric*, *Class. Quantum Grav.* 32 (2015), 145013 (28pp), arXiv:1411.3988=



### Des pistes pour demain...

Le projet a donné lieu à une publication sur le panorama des nouvelles méthodes en analyse asymptotique en relativité générale. Ce matériel, absent de la littérature scientifique, devrait ainsi fournir un outil de travail intéressant pour les chercheurs et étudiants dans le domaine. Plusieurs projets faisant d'ailleurs suite aux travaux réalisés par AARG sont actuellement développés, notamment le projet ANR16-CE40-0012 Horizons (JJC).

## AARG

### Analyse Asymptotique en Relativité Générale

**PROGRAMME ANR:**  
Mathématiques et interactions (Blanc - SIMI 1)

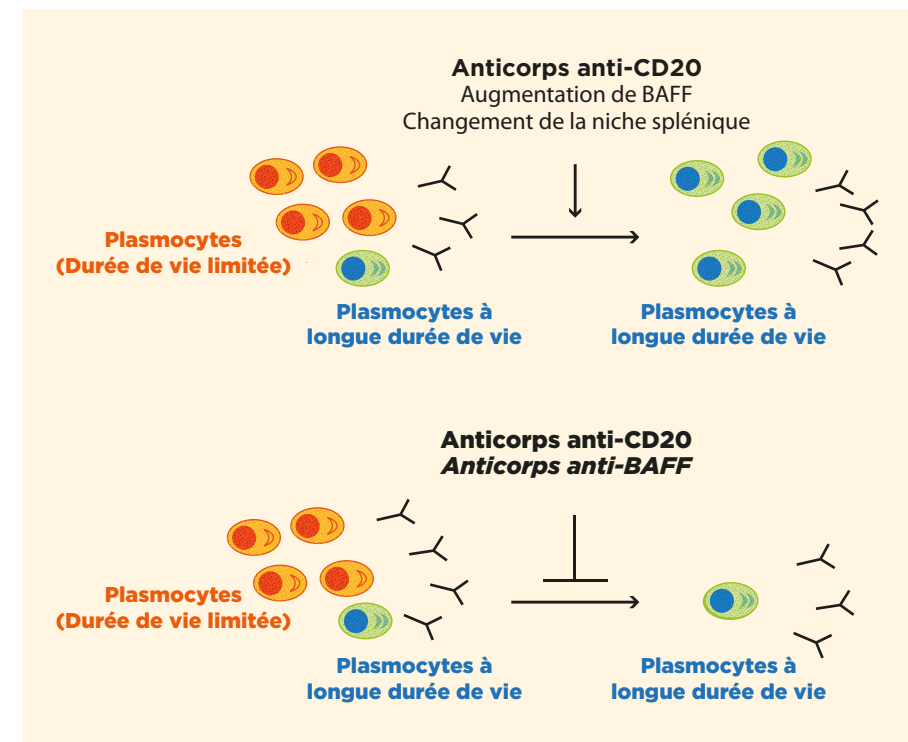
**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2012 ; 54 mois

**PARTENAIRES:**  
Jean-Philippe Nicolas, Laboratoire de Mathématiques de Bretagne Atlantique, UBO, France  
Thierry Daude, Laboratoire de Mathématiques, Analyse Géométrie et Modélisation, Université de Cergy-Pontoise, France  
Dietrich Häfner, Institut Fourier, Université Grenoble-Alpe

**SUBVENTION ANR:**  
218 920 €

**CONTACT:**  
Jean-Philippe Nicolas, jnicolas@univ-brest.fr

**SITE WEB:**  
[http://pageperso.univ-brest.fr/~jnicolas/ANRAARG/ANR\\_AARG.html](http://pageperso.univ-brest.fr/~jnicolas/ANRAARG/ANR_AARG.html)



## Les maladies auto-immunes médiées par les autoanticorps

– Le rituximab (anticorps anti-CD20) est un anticorps thérapeutique permettant d'éliminer les lymphocytes B de l'organisme. Ce médicament est utilisé dans le traitement des maladies auto-immunes, pour lesquelles des autoanticorps pathogènes ont été identifiés. Cependant, ce traitement n'est pas toujours efficace, et, dans le cas spécifique du purpura thrombopénique immunologique, une maladie auto-immune due à la destruction des plaquettes sanguines, son efficacité est de l'ordre de 50 à 60 %.

Un précédent travail, réalisé par le Docteur Mahévas (équipe du Pr Godeau à Créteil), dans le laboratoire de Claude-Agnès Reynaud et Jean-Claude Weill à l'Institut Necker-Enfants Malades, avait montré, par l'analyse de rates de patients atteints de purpura thrombopénique, que le rituximab (anti-CD20) pouvait favoriser l'émergence de cellules sécrétant des anticorps (plasmocytes) à longue durée de vie dans la rate, pérennisant ainsi la maladie. Cette même équipe a démontré cette année, dans la revue *Blood* (avril 2018), que l'anticorps anti-CD20 induisait bien une modification du micro-environnement de la rate favorisant l'émergence de plasmocytes à longue durée de vie. Elle a pu le faire grâce à un modèle original d'expérimenta-

tion animale sur un murin permettant de suivre les plasmocytes au cours du temps. L'équipe a ensuite identifié que la cytokine BAFF (substance sécrétée par le système immunitaire et qui régule la prolifération des cellules) produite par les polynucléaires neutrophiles ainsi que les cellules T-CD4+ au contact des plasmocytes de la rate, jouaient un rôle crucial dans ce mécanisme. L'équipe a pu montrer que bloquer la cytokine BAFF concomitamment à l'administration d'anticorps anti-CD20 permettait d'empêcher l'émergence de ces cellules dans la rate. Ces résultats ont été confirmés lors d'une expérimentation sur un modèle de souris auto-immunes (NZB/NZW).



### Des pistes pour demain...

Ces résultats ouvrent des possibilités thérapeutiques et ont, d'ores et déjà, abouti à un protocole thérapeutique combinant rituximab et belimumab (anticorps anti-BAFF), actuellement en cours à l'hôpital Henri-Mondor dans le centre de référence des cytopénies auto-immunes (RITUX-PLUS, Pr Godeau, Pr Michel, Dr Mahévas). Cette stratégie thérapeutique est à l'étude pour d'autres maladies auto-immunes comme le lupus systémique ou le syndrome de Gougerot-Sjögren.

## PC-RITUX

**Interférer avec la persistance des plasmocytes auto-immuns au cours des thérapies de déplétion des lymphocytes B**

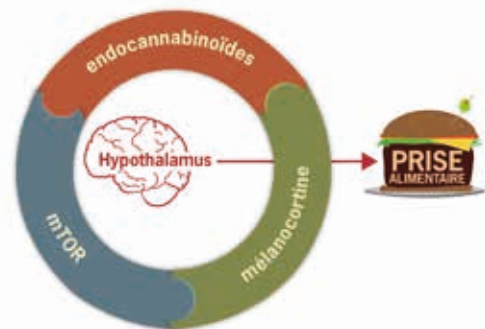
**PROGRAMME ANR:**  
Programme de Recherche Translationnelle en Santé (PRTS)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2013 ; 3 ans

**PARTENAIRES:**  
INEM - INSERM U1151/ CNRS UMR8253 - Université Paris Descartes  
EFS - Henri Mondor  
Université Paris Est Créteil  
Hôpital Henri Mondor - Service de Médecine Interne - AP-HP

**SUBVENTION ANR:**  
319 093 €

**CONTACT:**  
Dr Matthieu Mahévas, matthieu.mahevas@aphp.fr



## Comprendre comment la détection cellulaire d'énergie coordonne les circuits neuronaux réglant l'appétit

— L'obésité et les comorbidités qu'elle peut entraîner représentent des coûts de santé élevés avec un impact socio-économique majeur. Afin d'avoir des approches thérapeutiques plus efficaces, il est primordial de mieux comprendre les mécanismes neurobiologiques sous-tendant la régulation de la prise alimentaire et du poids. Le projet NeuroNutriSens a cherché à faire progresser les connaissances sur les mécanismes moléculaires qui jouent un rôle dans la régulation de la fonction du système de la mélanocortine hypothalamique, un circuit neuronal clé pour le contrôle de l'appétit représentant ainsi une possible cible thérapeutique.

L'obésité est devenue un problème majeur de santé publique dans le monde. Un nombre très limité de traitements est actuellement disponible, mettant en évidence la méconnaissance des mécanismes biologiques régissant la balance énergétique et, par conséquent, l'absence de cibles thérapeutiques pertinentes. Chez les mammifères, la balance énergétique est finement régulée par le système nerveux central. L'hypothalamus, en particulier, joue un rôle clé dans les échanges entre cerveau et périphérie qui orchestrent des réponses comportementales et métaboliques adéquates à la disponibilité d'énergie. Parmi les différents circuits neuronaux, celui du système de la mélanocortine joue un rôle majeur dans ces échanges et représente une cible thérapeutique potentielle.

Dans ce contexte, l'objectif du projet NeuroNutriSens était de comprendre le rôle des mécanismes biologiques fournissant des informations sur la disponibilité énergétique au niveau intracellulaire, comme la voie de mTOR, ou intercellulaire, comme

le système endocannabinoïde, et leurs effets sur la modulation du circuit mélanocortinergique hypothalamique. Les deux partenaires du projet ont utilisé plusieurs approches, incluant la transcriptomique, la pharmacologie, la génétique, l'électrophysiologie, la chémo-génétique (modulation de l'activité d'un type neuronal spécifique par des produits chimiques) et l'opto-génétique (modulation de l'activité d'un type neuronal spécifique par la lumière), pour manipuler l'activité des neurones du système mélanocortinergique et étudier les rôles de la voie de mTOR et des endocannabinoïdes dans la régulation de cette activité et, par conséquent, dans la régulation de la prise alimentaire. Les résultats obtenus au cours du projet ont permis d'identifier comment la disponibilité énergétique est détectée au niveau des circuits hypothalamiques régulant l'appétit et plus spécifiquement le rôle exact de la voie de mTOR et des endocannabinoïdes dans la modulation de l'activité et de la fonction des neurones à POMC du système mélanocortinergique en réponse à l'ingestion de nutriments.



### Des pistes pour demain...

Ces données ouvrent des perspectives pour mieux comprendre comment le système mélanocortinergique hypothalamique répond à la surcharge énergétique, due à la consommation de nourriture très riche en calories, et comment son dysfonctionnement favorise la prise de poids et le développement de l'obésité.

## NEURO NUTRISENS

**Dissection des mécanismes hypothalamiques impliqués dans la détection du statut nutritionnel et régulation de la prise alimentaire via les interactions entre mTORC1, les mélanocortines et les endocannabinoïdes**

**PROGRAMME ANR:**  
Neurosciences  
(Blanc - SVSE 4)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2013 ; 48 mois

**PARTENAIRES:**  
Dr Giovanni Marsicano,  
Neurocentre Magendie  
INSERM U1215

**SUBVENTION ANR:**  
492 960 €

**CONTACT:**  
Dr. Daniela Cota,  
daniela.cota@inserm.fr

**SITE WEB:**  
<http://www.neurocentre-magendie.fr/cota>

## BIPA

**Beauté idéalisée dans la publicité et accessibilité des pensées négatives**

**PROGRAMME ANR:**  
Développement humain et cognition, langage et communication  
(Blanc - SHS 2)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2013 ; 42 mois

**PARTENAIRES:**  
Leila Selimbegovic,  
Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage (CeRCA),  
France

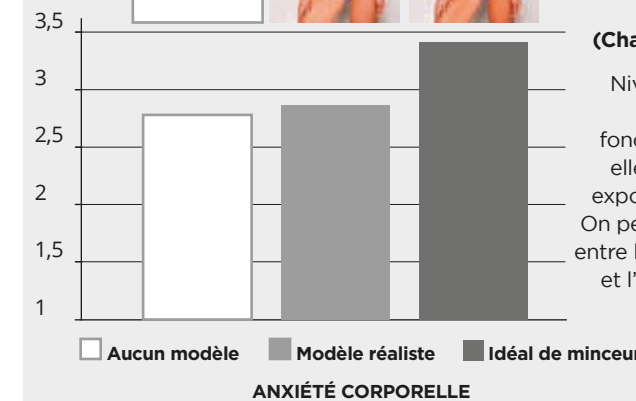
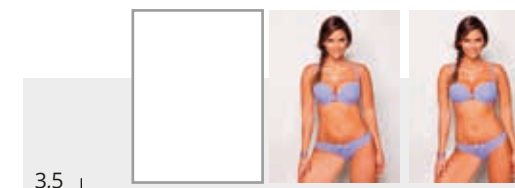
Sylvie Péron, Centre d'Écoute de Consultations et d'Activités Thérapeutiques (CECAT),  
France

Joël Billieux, *Laboratory of Experimental Psychopathology* (LEP),  
Belgique

**SUBVENTION ANR:**  
116 201 €

**CONTACT:**  
Leila Selimbegovic,  
leila.selimbegovic@univ-poitiers.fr

**SITE WEB:**  
<http://cerca.labo.univ-poitiers.fr/non-classe/leila-selimbegovic/>



## Conséquences de l'automatisme psychologique de la comparaison aux standards de beauté présents dans la publicité

— Dans les sociétés occidentales contemporaines, la conception de beauté féminine dans les médias s'appuie fortement sur ce que l'on appelle « l'idéal de minceur ». Cependant, l'exposition à ces standards a des conséquences psychologiques négatives, en particulier chez les femmes. L'objectif du projet BIPA était ainsi de déterminer le caractère automatique et inconscient de la comparaison à ces standards de beauté, et plus généralement de la comparaison sociale.

Alors que la plupart des publicités ou programmes télévisés valorisent des standards de beauté souvent irréalistes et inatteignables, en particulier pour les femmes, sujettes à un « idéal de minceur », le projet BIPA cherchait à savoir si les femmes tendent à se comparer à cet idéal de façon automatique, c'est-à-dire inconsciemment ou sans pouvoir s'en empêcher. L'objectif était double. Il s'agissait, en effet, de déterminer si les effets psychologiques négatifs résultant de cette comparaison étaient, de fait, eux aussi automatiques et inconscients, ce qui permettait ensuite de tester l'efficacité des stratégies de démenti qui précèdent par exemple qu'une image est retouchée.

Complétant et approfondissant la littérature scientifique sur l'automatisme de la comparaison sociale, le projet s'est appuyé sur une

démarche méthodologique à deux facettes. D'une part, l'équipe a réalisé plusieurs études expérimentales pour tester l'automatisme psychologique du processus de comparaison selon des critères d'automatisme d'un processus psychologique établis dans de précédents travaux. D'autre part, elle a utilisé des mesures dites « implicites », fondées sur les temps de réaction des participants pour lesquels l'objet de la mesure était inconnu. Ces deux choix méthodologiques ont permis d'examiner les réactions dont les individus n'ont pas conscience et/ou qu'il leur serait difficile de rapporter volontairement.

Dans l'ensemble, les études conduites dans le cadre de ce projet corroborent l'idée selon laquelle les femmes exposées à l'idéal de minceur s'y comparent automatiquement, ce qui engendre des conséquences négatives au niveau du vécu conscient (anxiété corporelle), mais aussi au niveau implicite (accessibilité des pensées négatives). Les résultats observés suggèrent ainsi que les jeunes femmes ont des difficultés à s'empêcher de se comparer aux standards de beauté inatteignables, omniprésents dans les médias. En effet, les études menées dans le cadre du projet sur l'efficacité de la stratégie du démenti montrent, dans leur ensemble, que cette stratégie est inefficace, voire qu'elle peut avoir des effets indésirables en augmentant l'accessibilité des pensées négatives.



### Des pistes pour demain...

Au regard des perspectives développées dans le cadre du projet BIPA, une des pistes de recherche qu'il serait intéressant d'explorer serait l'étude des stratégies de prévention fondées sur des processus associatifs moins explicites mais qui permettraient de s'affranchir des conséquences négatives de l'exposition à l'idéal de minceur.



Ouvrage et revue édités dans le cadre du programme GLOBALGENDER.

## Sociologie des circulations et des usages des normes en matière d'égalité des sexes et des sexualités promues par les organisations internationales

– Concept forgé dans les milieux féministes, le genre a été érigé en catégorie d'action publique dans les années 1990. Promu par les organismes internationaux, il circule dans la majorité des sociétés à travers des langages normatifs communs : égalité des sexes et des sexualités, lutte contre les violences faites aux femmes, droits humains des femmes, *gender mainstreaming*, *empowerment*. Le projet GLOBALGENDER a analysé les usages de ce référentiel et les acteurs qui s'en saisissent.

Appuyée par les organismes internationaux (ONU, Union européenne), la diffusion des répertoires du genre rend compte de la production de normes de gouvernement à visée universelle, de la transnationalisation des répertoires militants, de transferts multi-échelles et intersectoriels de références politiques, savantes, juridiques et économiques.

GLOBALGENDER en a abordé la dimension systémique et les effets locaux à travers des études de cas originales. Réunie au titre du projet, une équipe de quatorze chercheuses et chercheurs d'âges et de statuts variés a étudié pendant 4 ans les rapports entre groupes mobilisés, institutions étatiques et organismes internationaux engagés dans la production et la réception des ensembles normatifs rattachés à l'égalité des sexes et des sexualités dans des contextes nationaux contrastés. Montrant que les circulations internationales du genre sont coextensives des processus de globalisation, cette

approche originale permet également de révéler les résistances opposées localement à ces mêmes processus. Les circulations du genre ont été observées *in situ*, à divers niveaux, en privilégiant des actions sociales transnationales. Groupes d'acteurs, trajectoires biographiques et processus de subjectivation ont été analysés finement pour comprendre les modes, toujours localisés, d'appropriation des ressources dispensées par les organismes multilatéraux. Plusieurs champs sous-disciplinaires ont été ainsi conjugués : sociologie du militantisme et de l'action publique, anthropologie de la coopération internationale, histoire des mouvements féministes, droit et relations internationales. GLOBALGENDER apporte à la sociologie des processus d'internationalisation des perspectives originales sur les circulations des méthodes de gouvernement et des modes d'action militants. Puisque les droits des femmes et des minorités sexuelles font partie de nombreux programmes de coopération (développement et démocratisation, pacification, etc.), il s'agit là d'un angle privilégié pour analyser les rapports géopolitiques et les arrangements hégémoniques contemporains.



### Des pistes pour demain...

L'équipe a structuré une direction de recherche novatrice dans l'espace académique francophone et a contribué à développer une offre de formation (enseignement, encadrement de travaux étudiants) connectée aux évolutions sociétales les plus récentes. Des thèses de doctorat et des programmes de recherche s'en inspirent et donneront lieu à de futurs développements.

## GLOBALGENDER

**Regards croisés sur la globalisation du genre**

**PROGRAMME ANR:** Métamorphose des sociétés. Globalisation et gouvernance. (GLOB)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:** 2012 ; 36 mois

**PARTENAIRES:** MISHA Maison Internationale des Sciences de l'Homme en Alsace, Strasbourg Délégation Alsace du CNRS

**SUBVENTION ANR:** 318 000 €

**CONTACT:** Ioana Cirstocea, ioana.cirstocea@ehess.fr

**SITE WEB:** <http://www.globalgender.fr>

## CHANTER

**Chant Numérique avec contrôle Temps-Réel**

**PROGRAMME ANR:** Contenus numériques et interactions (CONTINT)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:** 2013 ; 48 mois

**PARTENAIRES:** LIMSI (Laboratoire d'Informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur); Ircam (Institut de Recherche et de Coordination Acoustique Musique); Acapela; Dualo

**SUBVENTION ANR:** 980 927 €

**CONTACT:** Christophe Dalessandro, christophe.dalessandro@sorbonne-universite.fr

**SITE WEB:** <https://chanter.lam.jussieu.fr/doku.php>



Le Chorus Digitalis en concert : chœur de voix de synthèse contrôlées par des gestes.

## La synthèse du chant entre science et création musicale

– L'objectif du projet ChaNTeR était la réalisation et la mise en situation musicale de systèmes de synthèse de voix chantée de haute qualité en envisageant deux modes de synthèses : un mode « chant à partir du texte », dans lequel l'utilisateur doit saisir le texte à chanter avec les notes de la partition que la machine transforme en son (en temps différé), et un mode « instrument chanteur » qui permet au musicien d'utiliser des interfaces en temps réel pour contrôler le synthétiseur de chant comme un instrument de musique.

La voix chantée pose des problèmes complexes à cause de son lien intrinsèque avec le langage et donc la parole. En plus des contraintes liées à l'exigence de qualité musicale (réalisme du timbre, justesse, précision temporelle), la voix chantée doit être réaliste du point de vue de la parole, c'est-à-dire de l'intelligible. Une difficulté supplémentaire provient du fait que la voix est un instrument interne, dont le fonctionnement est difficile à mesurer sur le sujet vivant, et impossible à isoler de l'instrumentiste.

Le projet ChaNTeR visait ainsi à réaliser et à évaluer des systèmes de synthèse expressive du chant permettant de calculer le signal correspondant à une partition et des paroles de haute qualité musicale. À la croisée entre acoustique musicale, traitement du signal vocal, interaction humain-machine et muséologie, deux types de systèmes de synthèse ont donc été développés. Pour les systèmes de « chant à partir du texte », l'utilisateur saisit le texte en français et la partition. Le signal sonore, avec des règles expressives,

est ensuite calculé en temps différé (logiciel Isis de l'Ircam, système Acapela). Pour les systèmes d'« instrument chanteur », le musicien utilise un instrument de synthèse vocale, c'est-à-dire une interface temps-réel pour contrôler un synthétiseur vocal. Le synthétiseur lui-même est soit un modèle de calcul du signal vocal, soit un système de concaténation et de modification d'échantillons vocaux préparés à l'avance sans limite linguistique (Cantor Digitalis et Vokinesis du LIMSI, Dualo). Les systèmes développés, de haute qualité sonore, permettent une véritable expression musicale. Cela est d'ailleurs attesté par leur utilisation musicale effective : en pratique amateur, lors de concerts, dans le cadre d'un opéra expérimental, par des résidences de recherche-création ; et l'obtention de plusieurs distinctions nationales et internationales. Dans le cadre de ce projet, une évaluation internationale de la synthèse de voix chantée a été organisée par le consortium, ainsi que des études de marché et d'usage de la synthèse de voix chantée.



### Des pistes pour demain...

En plus du développement de systèmes, et de leur distribution dans le milieu de la musique, les avancées scientifiques les plus marquantes du projet ChaNTeR ont porté sur le style vocal et les instruments de synthèse. L'analyse, la transformation du style vocal et le jeu temps-réel de voix synthétiques favorisent la créativité et offrent ainsi aux artistes de nombreuses perspectives musicales, depuis la recherche jusqu'au studio mais aussi pour la scène.



© OGHÉ, Gildas Merceron-Université de Poitiers

Le projet TRIDENT a misé sur l'expérimentation sur des brebis pour renforcer les connaissances de la relation entre l'alimentation et l'usure dentaire avant une application sur des antilopes fossiles sur les sites fossilifères de l'Omo dans le sud de l'Éthiopie.

## Étudier l'écologie des mammifères herbivores actuels et fossiles par l'analyse de leur usure dentaire

— Structuré autour d'une équipe pluridisciplinaire alliant agronomes, tribologues et paléontologues, le projet TRIDENT avait pour objectif d'identifier les paramètres contrôlant l'abrasion dentaire à partir de tests d'alimentation contrôlée sur des moutons domestiques. Le but était de confirmer l'utilisation de l'abrasion dentaire comme traceur des habitudes alimentaires des mammifères, et notamment des espèces fossiles. Le projet a attesté le rôle premier des aliments et non de la poussière comme moteur de l'abrasion dentaire. Son application à diverses antilopes fossiles a permis de caractériser les habitats qu'elles partageaient avec les ancêtres de l'humanité dans la corne de l'Afrique entre 4 et 1 millions d'années.

Le projet s'appuyait sur des collaborations interdisciplinaires. Le premier levier a été l'utilisation de données issues d'expérimentations animales acquises avec des agronomes, au moyen d'un test d'alimentation contrôlée sur 180 brebis, pour évaluer les relations entre aliments et abrasion dentaire. Les résultats ont permis d'attester le rôle premier des propriétés des aliments comme moteur de l'abrasion dentaire,

et non de la poussière comme le suggérait l'état de l'art depuis quelques années. TRIDENT a démontré que des régimes alimentaires différents (graminées, trèfle, maïs, orge, châtaignes...) généraient des micro-abrasions différentes sur les tissus dentaires. Les poussières exogènes, bien que contribuant à l'abrasion, n'affectent que marginalement les différences observées entre les catégories alimentaires. La mise en pratique de l'interdisciplinarité entre paléontologues et tribologues, spécialistes de l'usure des matériaux industriels, constituait le second levier du projet. En effet, cette interdisciplinarité a apporté un réel bénéfice méthodologique à l'exploration de l'écologie des mammifères actuels ou fossiles.

Ce projet a été l'occasion d'appliquer les modèles établis à des jeux de données fossiles, en l'occurrence plusieurs espèces d'antilopes africaines, qui partageaient leur habitat avec les ancêtres de l'humanité dans la corne de l'Afrique entre 4 et 1 millions d'années. Caractériser leurs ressources végétales arborées et herbacées, ainsi que leurs variations dans le temps, également potentiellement disponibles pour les hominidés fossiles, est essentiel pour comprendre le rôle des préférences alimentaires sur l'évolution des mammifères.

### Des pistes pour demain...

Le projet TRIDENT a généré des données inédites qui ont enrichi et nourri les débats actuels sur cette thématique tant au niveau national qu'international. Tremplin pour le développement de nouvelles études, il a permis de lancer des travaux sur les hominidés fossiles dans le cadre d'un nouveau projet ANR : DIET-Scratches, [http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx\\_lwmsuivibilan\\_pi2\[CODE\]=ANR-17-CE27-0002](http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-17-CE27-0002)

## TRIDENT

**TR**ibologie **DEN**Taire et **CON**trôles **ALI**mentaires : une combinaison innovante pour caractériser l'évolution des communautés de mammifères herbivores

**PROGRAMME ANR :** Biodiversité, évolution, écologie et agronomie (JCJC - SVSE 7)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :** 2013 ; 42 mois

**PARTENAIRES :** iPHEP (Institut de Paléontologie Humaine et Paléoprimateologie) désormais PALEVOPRIM (depuis 01/2018) UMR 7 262 CNRS Inee et Université de Poitiers

**SUBVENTION ANR :** 269 k€

**CONTACT :** Gildas Merceron, [gildas.merceron@univ-poitiers.fr](mailto:gildas.merceron@univ-poitiers.fr)

**SITE WEB :** <http://anr-trident.prd.fr/>



L'outil développé dans l'ANR Cinecitta est testé en conditions réelles.

## Une nouvelle façon de faire de la cinématographie virtuelle

— Le projet CineCitta a permis de contribuer au domaine de la cinématographie virtuelle en proposant un nouvel espace de représentation de la caméra qui réduit la dimensionnalité des problèmes de cadrage. La technologie qui en découle permet d'améliorer la collaboration créative entre un directeur de la photo et un outil automatique de planification de points de vue.

Le projet CineCitta s'est focalisé sur les problématiques liées à la cinématographie virtuelle, c'est-à-dire la transposition des techniques classiques du cinéma (cadrage, trajectoires de caméra, montage) à des environnements virtuels. Dans ce contexte, les chercheurs ont proposé un nouvel espace de représentation de la caméra, dit « espace torique », qui réduit la dimensionnalité des problèmes de cadrage, une modélisation des problèmes de montage dans un cadre unifié, et des modèles permettant l'apprentissage d'éléments de style à partir de films réels. Les applications visées sont des outils d'aide à la création pour les phases de prévisualisation au cinéma. Ces travaux ont ouvert la voie à une nouvelle perspective de recherche qui cherche à apprendre des données réelles (données extraites automatiquement ou annotées manuellement) pour nourrir des outils interactifs et innovants pour la création cinématographique en environnements 3D.



Le système de caméra virtuelle « M. Méliès », de la société SolidAnim, utilise les résultats de l'ANR Cinecitta.

### Des pistes pour demain...

Fort de ce nouvel espace de représentation, appelé espace torique, le projet CineCitta a contribué à faciliter le contrôle de caméras virtuelles par un langage proche d'une grammaire cinématographique. Le projet a ainsi permis des collaborations prestigieuses nouvelles, notamment avec les Universités de Stanford, de Jérusalem et de Shenzhen, sur le thème du contrôle des drones cinématographiques. Les résultats du projet ont également donné lieu à la réalisation d'un logiciel, SolidFrame, aujourd'hui exploité par SolidAnim qui a travaillé sur des longs métrages internationaux tels Avatar 2 et 3 ou Star Wars Rogue One.

## CINECITTA

**Cinématographie virtuelle interactive**

**PROGRAMME ANR :** Science informatique et applications (JCJC SIMI 2)

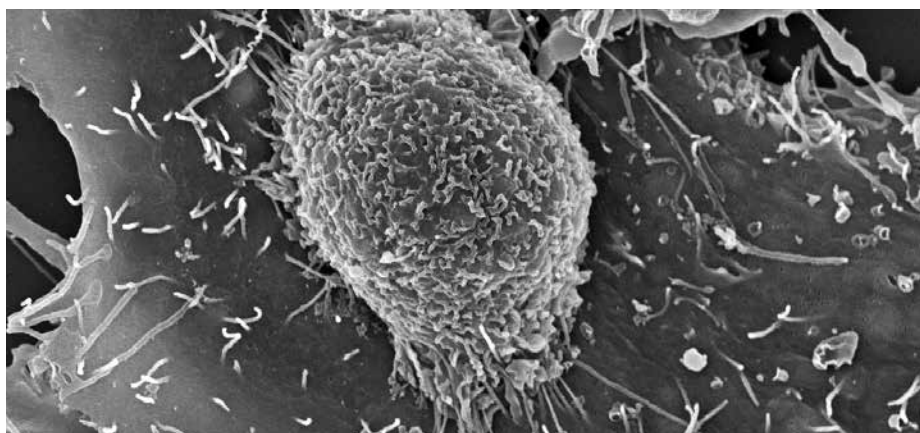
**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :** 2012 ; 42 mois

**PARTENAIRES :** Marc Christie, Université de Rennes 1, INRIA, IRISA UMR 6074

**SUBVENTION ANR :** 208 166 €

**CONTACT :** Marc Christie, [marc.christie@irisa.fr](mailto:marc.christie@irisa.fr)

**SITE WEB :** <https://cinecitta.inria.fr>



Observation par microscopie électronique des contacts entre une cellule infectée par le virus de la fièvre jaune et une cellule dendritique plasmacytoïde.

## Comprendre comment l'infection de virus pathogènes pour l'homme induit la réponse immunitaire innée

— En réponse à une infection virale, les cellules se défendent en déclenchant rapidement une réponse immunitaire dite « innée ». L'objectif de VIOPERO est de comprendre les mécanismes conduisant à la mise en place de cette réponse lors d'infection par un panel de virus pathogènes pour l'homme. Les travaux ont d'une part montré l'existence, jusqu'alors insoupçonnée, d'une voie de signalisation antivirale dans les cellules immunitaires effectrices de la réponse innée; d'autre part, que l'ampleur de la réponse antivirale dépend des mécanismes par lesquels les virus pénètrent dans les cellules. Enfin, ces travaux ont permis de caractériser la nature exacte des composants viraux qui stimulent les cellules immunitaires.

Les cellules se défendent des infections virales en déclenchant rapidement une réponse immunitaire innée. La mise en place de cette réponse commence par la reconnaissance des génomes viraux par des récepteurs protéiques. Cette reconnaissance entraîne le changement de conformation des récepteurs, puis leur interaction avec des protéines adaptatrices, qui une fois activées, permettent la stimulation de facteurs de transcription qui induisent la production d'interférons (IFNs). Les IFNs sont ensuite sécrétés par les cellules infectées et reconnus par des récepteurs exprimés à la surface des cellules avoisinantes, ce qui aboutit à l'expression de nombreux gènes, appelés « *Interferon Stimulated Genes* ». Ces gènes sont capables de bloquer différentes étapes de la réplication virale. L'objectif de VIOPERO était donc de comprendre les mécanismes conduisant à la mise en place

de la réponse immunitaire innée lors d'une infection par un panel de virus pathogènes pour l'homme : dengue, fièvre jaune, Zika par exemple. La sévérité des maladies provoquées par ces virus est liée à leur capacité à moduler la réponse immunitaire innée. Pour atteindre ces objectifs, les chercheurs ont travaillé avec des lignées cellulaires ainsi qu'avec des cellules immunitaires primaires qu'ils ont isolées du sang de patients volontaires sains. Ils ont utilisé des techniques classiques de biochimie et de virologie, ainsi que des techniques de microscopie électronique et optique. Des techniques innovantes ont également été utilisées, telles que le Flow-FISH, qui combine la cytométrie en flux avec des techniques de FISH et le séquençage profond pour identifier les segments des génomes viraux qui sont reconnus par les récepteurs cellulaires. Pour analyser ces données de séquençage, ils ont utilisé des outils bio-informatiques existants ou développé leurs propres outils. L'existence, jusqu'alors insoupçonnée, d'une voie de signalisation antivirale dans ces cellules a alors pu être révélée. Les travaux ont également montré que l'ampleur de la réponse antivirale dépend de la manière dont les virus pénètrent dans les cellules. Enfin, le projet a permis d'identifier quels motifs de certains génomes viraux sont reconnus par les récepteurs de la cellule hôte.

### Des pistes pour demain...

Ces résultats aident à mieux comprendre les stratégies moléculaires mises en place par les cellules infectées pour se défendre contre les virus. Ces connaissances pourraient être utiles au développement de nouvelles molécules antivirales qui agiraient en renforçant la réponse immunitaire innée.

## VIOPERO

Induction de la réponse antivirale par les cellules immunitaires

PROGRAMME ANR : Microbiologie, immunologie, infectiologie (JCJC - SVSE 3)

ÉDITION, DURÉE DU PROJET : 2012 ; 48 mois

SUBVENTION ANR : 309 442 k€

CONTACT : Nolwenn Jouvenet, [jouvenet@pasteur.fr](mailto:jouvenet@pasteur.fr)

SITE WEB : <https://research.pasteur.fr/en/member/nolwenn-jouvenet/>

© Institut Pasteur, Paris

## PHOTOFLEX

Films ré-inscriptibles sur supports souples pour photo-inscriptions colorées : de la nanostructuration aux modèles de prédiction de la couleur

PROGRAMME ANR : Nanotechnologies et Nanosystèmes (P2N)

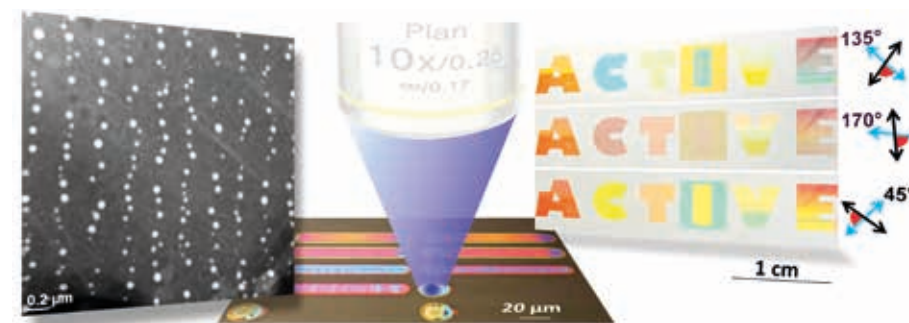
ÉDITION, DURÉE DU PROJET : 2012 ; 48 mois

PARTENAIRES : Laboratoire Hubert Curien Institut Pprime Laboratoire Génie des Procédés Papetiers Laboratoire Georges Friedel HEF-IREIS

SUBVENTION ANR : 1 157 827 €

CONTACT : Nathalie Destouches, [nathalie.destouches@univ-st-etienne.fr](mailto:nathalie.destouches@univ-st-etienne.fr)

SITE WEB : <https://sites.google.com/site/anrphotoflex/>



Technologie de marquage en couleurs des surfaces, développée par PHOTOFLEX.

© Zeming Liu/Nathalie Destouches

## Maîtriser l'interaction laser-matière pour former des nanostructures métalliques à grande échelle sur des surfaces souples ou rigides et en contrôler l'apparence visuelle

— Se servir d'un laser pour écrire, effacer, colorer et mieux encore, créer des « hypercouleurs » qu'aucune autre technologie ne peut produire sur du verre, du plastique ou du papier, était le premier enjeu du projet PHOTOFLEX. Pour ce faire, il a exploité le formidable pouvoir colorant des nanoparticules métalliques, utilisé les couches minces comme guides de lumière et a mis au jour des phénomènes d'auto-organisation qui donnent une signature optique unique aux films nanostructurés. Leur apparence visuelle lance de nouveaux défis à la colorimétrie et offre des opportunités d'innovation dans différents secteurs socio-économiques, en premier lieu celui de la sécurité.

Le marquage des surfaces par laser est apprécié dans divers secteurs industriels pour sa rapidité, sa flexibilité, sa précision et son adaptabilité aux grandes surfaces non planes. Il suscite cependant une forte attente pour l'inscription multicolore d'informations sur des supports variés. C'est en associant au revêtement des surfaces par des couches minces nanocomposites quasi-incolores mais contenant des précurseurs métalliques que le projet PHOTOFLEX a développé une technologie de marquage en couleur des surfaces.

Il a permis de transformer des supports transparents, tels que le verre ou le plastique, ou opaques comme le papier, en supports de données réinscriptibles en utilisant certaines longueurs d'onde de la lumière pour écrire et d'autres pour effa-

cer. Il a ensuite conduit à générer, avec un unique laser, une grande variété de nanostructures pérennes, protégées au sein de couches minces, présentant chacune non pas une seule couleur caractéristique, mais un ensemble de couleurs non diffractives sensibles aux conditions d'observation et d'illumination, appelé hypercouleur. Le projet PHOTOFLEX a amené à repenser la mesure de la couleur et les modèles associés et a contribué à faire émerger de nouveaux axes de recherche dans la communauté scientifique internationale associée.

La découverte de l'auto-organisation de nanoparticules métalliques a également drainé des études fondamentales tant théoriques qu'expérimentales visant à mieux comprendre et simuler les mécanismes optiques, physiques et chimiques à l'origine de ce phénomène. Des modèles originaux ont pu être proposés et confrontés pour certains à des résultats de caractérisations *in situ* réalisées sur deux synchrotrons différents.

### Des pistes pour demain...

Le contrôle de l'apparence colorée des surfaces par ce procédé de rupture permet aujourd'hui de réinventer l'impression en couleurs et d'aller vers l'inscription d'images multiplexées en couleurs qui se révèlent une par une en fonction des conditions d'éclairage et d'observation.



Démonstrateur implanté dans le simulateur dynamique SHERPA-LAMIH.

## Garantir l'utilisabilité et la sécurité des véhicules autonomes

– Le développement des véhicules autonomes, en modifiant l'activité des conducteurs, pose de nouveaux problèmes de coopération Homme-Machine dans l'habitacle. Le projet CoCoVeA a proposé une architecture multi-niveaux, intégrant des mécanismes de gestion des interactions entre le conducteur et les systèmes d'assistance du véhicule, afin de régler les problèmes de partage des tâches, d'autorité, de niveau d'automatisation, de priorisation des informations et de gestion du fonctionnement des différents systèmes.

Les différents partenaires du consortium (constructeurs, équipementiers, laboratoires de recherche publique) ont mis en commun leurs compétences pour définir une architecture modulaire de coopération multi-niveaux permettant la collaboration entre le conducteur et l'automate de conduite :

- Tant au niveau du contrôle du véhicule : guidage du véhicule sur une trajectoire définie ;
- Qu'au niveau tactique : choix de manœuvres possibles (changement de voie, insertion, dépassement...)

Des algorithmes ont été développés et implantés dans les différents modules de cette architecture pour résoudre les problématiques de partage du contrôle, de gestion de l'autorité et de résolution de conflits pour la prise de décision.

Les besoins informationnels du conducteur pour réaliser sa tâche, et ceci en fonction du degré d'automatisation (conduite parta-

gée, supervision de l'automate, délégation, reprise en main), ont été identifiés de façon à prototyper les interfaces Homme-machine (IHM). Ces IHM multimodales permettent de fournir des informations sur le fonctionnement du système et de recueillir les consignes du conducteur (IHM visuelles, manuelles, sonores, haptiques) en fonction du contexte et du mode de conduite engagé. En parallèle ont été menés des travaux sur le monitoring du conducteur (vigilance et attention) à la fois durant les phases de conduite manuelle et de conduite déléguée pour assurer la sécurité du véhicule.

Le projet CoCoVeA a débouché sur le développement de démonstrateurs, en simulateur de conduite dynamique et sur véhicule réel, intégrant des mécanismes de transition entre modes (manu-auto) et d'adaptation du système à l'état du conducteur et sur des IHM garantissant la compréhension de la situation et la résolution des conflits entre l'automate de conduite et le conducteur. Ces prototypes ont fait l'objet de tests fonctionnels et également d'une évaluation expérimentale, avec un panel de conducteurs aux profils variés.

### Des pistes pour demain...

Le projet CoCoVeA a démontré la nécessité d'une coopération étroite entre conducteur et système d'assistance de façon à garantir l'acceptabilité et la sécurité d'un véhicule autonome. La suite des travaux portera notamment sur l'extension à d'autres contextes de conduite et niveaux d'automatisation, le développement de modèles décrivant à la fois les mécanismes décisionnels et sensori-moteurs du conducteur et l'auto-adaptation de l'aide au conducteur.

## COCOVEA

**Coopération Conducteur - Véhicule Automatisé**

**PROGRAMME ANR:**  
Transport Durable et Mobilité (TDM)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2013 ; 42 mois

**PARTENAIRES:**  
Akka Technologies  
Continental  
INRIA  
LAMIH CNRS  
PSA Peugeot Citroën  
Spirops  
Université de Caen Basse-Normandie  
Valeo

**SUBVENTION ANR:**  
999 248 €

**CONTACT:**  
Jean-Christophe Popieul,  
jean-christophe.popieul@univ-valenciennes.fr

**SITE WEB:**  
<http://www.univ-valenciennes.fr/cocovea/>



© L. Stone, F. Fokkelman, L. Anaroli

## 1<sup>re</sup> étude de référence sur la teneur en contaminants chimiques des viandes « bio »

– Le conseil scientifique pour l'agriculture biologique souligne en 2011 que 95 % des consommateurs français citent la santé humaine et notamment les faibles teneurs en contaminants chimiques comme premier motif d'achat des produits « bio » alors qu'aucune étude scientifique ne démontre clairement le bien-fondé de ces allégations. En prenant la viande comme modèle, SOMEAT constitue la première étude de référence évaluant objectivement les risques et bénéfices éventuels des systèmes de production d'aliments bio et conventionnels en regard de leur teneur en contaminants chimiques.

Combinant recherches fondamentale et appliquée, le projet SOMEAT visait à quantifier les contaminants, à évaluer les risques chimiques pour le consommateur et à proposer des solutions pour tracer les contaminations dans les productions de viande bio ou conventionnelle. L'évaluation de la contamination des viandes a été réalisée à partir d'un échantillonnage représentatif des productions aviaires, bovines et porcines françaises. Afin de comparer les productions issues tant de l'agriculture biologique que conventionnelle, 256 contaminants chimiques (micropolluants organiques environnementaux, métaux lourds, mycotoxines, résidus de traitements phytosanitaires ou vétérinaires), susceptibles d'être retrouvés dans la viande, ont été quantifiés, en deçà des limites réglementaires, par des méthodes à haute sensibilité et haute sélectivité. En parallèle, la consommation nationale de viande bio a été caractérisée par des approches d'économie des filières et d'économie expérimentale. S'appuyant sur ces

données, l'évaluation du risque chimique a été réalisée grâce à une approche pluridisciplinaire, intégrant notamment l'incidence des processus de cuisson et de digestion étudiée dans le projet.

Le projet SOMEAT a montré que pour l'ensemble des contaminants chimiques recherchés, les niveaux de contamination sont inférieurs aux valeurs réglementaires européennes, que ce soit en bio ou en conventionnel. L'absence de certains résidus vétérinaires en bio confirme également le bon respect du cahier des charges par les éleveurs. En revanche, la mise en œuvre de méthodes analytiques suffisamment sensibles pour quantifier les contaminants même à des niveaux très inférieurs aux limites réglementaires a permis de révéler une contamination significativement plus élevée par certains polluants environnementaux dans les viandes biologiques issues des trois filières étudiées : bovine, porcine et aviaire. Cette plus forte contamination des animaux pourrait notamment s'expliquer par les durées d'élevage supérieures et l'accès systématique aux parcours extérieurs en systèmes d'élevage bio.

### Des pistes pour demain...

Les principales perspectives viseront à expliquer les différences de niveaux de contamination observées, à élargir le cadre du projet à d'autres filières ou d'autres contextes socio-économiques, ou à proposer des évolutions des cahiers des charges en agriculture biologique. SOMEAT ouvre également des pistes d'amélioration des dispositifs d'évaluation des risques et de développement d'outils de détection haut débit pour répondre à la demande de renforcement de la sécurité sanitaire des filières alimentaires.

## SOMEAT

**Sécurité sanitaire des viandes issues de l'agriculture biologique**

**PROGRAMME ANR:**  
Systèmes alimentaires durables

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2012 ; 48 mois

**PARTENAIRES:**  
SOMEAT implique 14 partenaires dont 11 unités de recherche publique de l'INRA, l'ANSES, Oniris et AgroParisTech et 3 instituts techniques de la filière viande, l'IFIP, l'ITAVI et l'IDELE

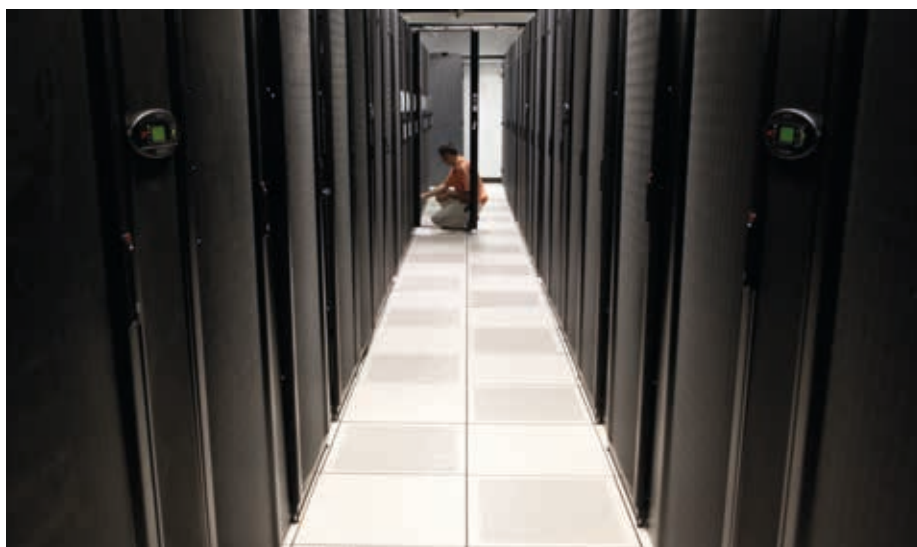
**SUBVENTION ANR:**  
1 253 294 €

**CONTACT:**  
Erwan Engel,  
erwan.engel@inra.fr

**SITE WEB:**  
<http://www.so-meat.fr>







© THALES, Capa Pictures, Étienne de Maligniève

## La virtualisation des réseaux pour plus de flexibilité et d'automatisation

– Issue du *cloud computing*, la virtualisation apporte de l'agilité dans la gestion des infrastructures et des services réseau tout en rationalisant les coûts. Plusieurs architectures réseau à base de logiciels sont en cours de standardisation. Le projet REFLEXION a cherché à apporter de la robustesse et de la flexibilité à ces nouvelles architectures, en particulier concernant les services critiques, ainsi que de la dynamique et de l'efficacité pour provisionner et chaîner des fonctions réseau virtualisées.

Les réseaux des opérateurs ont très fortement évolué ces dernières années. En effet, de nouvelles technologies de virtualisation réseau, issues du *cloud computing*, ont émergé. Elles apportent de l'agilité dans la gestion des infrastructures et des services tout en rationalisant les coûts. De plus, elles permettent aux opérateurs de renforcer la valeur-ajoutée de leurs réseaux et centres de données en offrant de nouveaux services. En complément de l'approche SDN (*Software-Defined Networking*), qui tend à rendre les réseaux davantage programmables, la virtualisation des fonctions réseau (*Network Functions Virtualization - NFV*) vise à implanter des fonctions réseau (ex : routeur, pare-feu, sonde) en logiciel uniquement afin de les déployer sur du matériel banalisé ou dans des *cloud*. La NFV bouleverse ainsi la façon dont les réseaux sont déployés et opérés.

Le projet REFLEXION a étudié le diagnostic et la gestion des pannes NFV dans le SDN afin d'assurer de façon transparente une continuité de service, ainsi que des techniques de distribution pour augmenter la robustesse des plans de contrôle et de gestion NFV. Le projet visait également le développement de méthodes qui, prenant en compte les menaces potentielles dans l'architecture et les actions possibles de mitigation, permettent le design de services virtuels robustes. Le projet a par ailleurs proposé des outils de métrologie innovants pour monitorer passivement et avec l'empreinte la plus basse des fonctions réseau virtualisées. Il est en effet crucial de mesurer l'utilisation des ressources par les VNF afin d'éviter les interférences et garantir la qualité de service. Enfin, REFLEXION a investigué, à l'échelle d'un réseau, des techniques d'optimisation permettant de (re-)déployer dynamiquement des fonctions réseau virtualisées ainsi que de les chaîner de façon à satisfaire le compromis entre les qualités de service et d'expérience et l'impact sur le réseau.

### Des pistes pour demain...

La virtualisation est l'un des principaux piliers technologiques des futurs réseaux 5G. Les avancées du projet REFLEXION permettent d'envisager une automatisation complète et rapide du provisionnement des services 5G avec des garanties en termes de performance et surtout de sécurité.

## REFLEXION

**REsilient and FLEXible Infrastructure for Open Networking** <sup>(1)</sup>

**PROGRAMME ANR:**  
Réseaux, technologies logicielles, cybersécurité et Sécurité globale (CE28)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2014 ; 36 mois

**PARTENAIRES:**  
Thales Communications & Security  
Inria  
ENS Lyon  
6wind  
Orange  
Sorbonne Université  
Telecom ParisTech

**SUBVENTION ANR:**  
799 617 €

**CONTACT:**  
Mathieu Bouet,  
mathieu.bouet@thalesgroup.com

**SITE WEB:**  
<http://anr-reflexion.telecom-paristech.fr/>

*(1) Infrastructure résiliente et flexible pour des réseaux ouverts*

## PASITHEA

**Traitement personnalisé et adaptatif par stimulation kinesthésique pour le syndrome d'apnées du sommeil, basé sur un moniteur Holter cardio-respiratoire**

**PROGRAMME ANR:**  
Technologies pour la santé et l'autonomie (TecSan)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:**  
2012 ; 4 ans

**PARTENAIRES:**  
LTSI - INSERM - Université de Rennes 1 UMR 1099 ; Sorin CRM SAS ; INSERM U1042-CHU de Grenoble ; CIC-IT - CHU de Rennes

**SUBVENTION ANR:**  
801 974,23 €

**CONTACT:**  
Alfredo Hernandez,  
Alfredo.Hernandez@inserm.fr

**SITE WEB:**  
[www.ltsi.univ-rennes1.fr/pasithea](http://www.ltsi.univ-rennes1.fr/pasithea)



Le système PASITHEA est constitué d'un dispositif d'enregistrement ambulatoire, d'un dispositif de stimulation kinesthésique et d'une application de traitement du signal et de contrôle temps-réel<sup>(1)</sup>.

© Alfredo Hernandez 2018

## Un nouveau dispositif de traitement personnalisé des apnées du sommeil

– Concernant plus de 15 % de la population générale en France, le syndrome d'apnées du sommeil est un problème majeur de santé publique qui touche près d'un milliard de personnes dans le monde. Le projet PASITHEA avait pour objectif de créer un nouveau dispositif de détection et de stimulation non-invasive pour le traitement du syndrome d'apnées du sommeil, plus facile à tolérer que les systèmes actuellement disponibles. Les études cliniques préliminaires réalisées ont montré la faisabilité technique du dispositif et sa capacité à réduire la durée des épisodes d'apnées et d'hypopnées.

Le syndrome d'apnées du sommeil (SAS) est caractérisé par la répétition d'épisodes de pauses respiratoires (apnées) ou de réduction significative de l'amplitude respiratoire (hypopnées) pendant le sommeil. Ces épisodes peuvent se répéter plusieurs centaines de fois dans la nuit, avec des durées allant de 10 secondes à une voire deux minutes. Problème majeur de santé publique, un SAS sévère et non-traité peut avoir de graves conséquences cardiovasculaires et métaboliques. Malgré ce contexte et les multiples approches diagnostiques et thérapeutiques déjà proposées, il reste encore sous-diagnostiqué et une part importante des patients n'est ainsi pas correctement traitée.

L'objectif du projet PASITHEA était de proposer un nouveau système de détection et de traitement du syndrome d'apnées du sommeil obstructives. Dans ce but, PASITHEA a mis en œuvre une méthodologie multidisciplinaire intégrant, la conception et le développement de nouvelles technologies,

des méthodes originales de traitement du signal, et l'évaluation clinique. Le dispositif conçu et développé était ainsi composé de trois éléments communiquant par une liaison sans-fils : un système d'enregistrement des signaux cardiaques et respiratoires, un système de stimulation kinesthésique (mécanique), enfin, une application de traitement du signal et de contrôle temps-réel qui délivre la stimulation de façon adaptative, spécifique au patient. La première évaluation clinique du dispositif PASITHEA (étude HYPNOS) a été réalisée dans 5 centres en France. Testée sur 46 patients, l'application du traitement a permis de réduire significativement la durée des apnées ou hypopnées pour 75 % d'entre eux démontrant la faisabilité technique du système, ainsi que des signes encourageants pour une potentielle efficacité thérapeutique. Ce projet a conduit au dépôt de 6 familles de brevets et à la publication de deux articles scientifiques.

*(1) Le système détecte les événements d'apnée ou d'hypopnée et délivre une stimulation adaptative et spécifique au patient.*

### Des pistes pour demain...

Les résultats du projet PASITHEA ont un fort potentiel sociétal et industriel. Il a en effet permis d'initier une seconde étude clinique dont les résultats seront bientôt disponibles. S'ils sont encourageants, une étude plus large sur l'efficacité thérapeutique du système devrait être réalisée, ainsi que les démarches permettant l'obtention du marquage CE. En parallèle, la maturation de l'instrumentation du système a été réalisée. Deux voies principales de valorisation sont envisagées : le transfert technologique de l'ensemble de la propriété intellectuelle vers le partenaire industriel ou la création d'une entreprise. Enfin, la meilleure compréhension de certains mécanismes physiopathologiques des syndromes d'apnées du sommeil apportée par le projet ouvre de nouvelles perspectives de recherche.


 © CHEAM, Pierre Aragon  
 Marché traditionnel de fruits et légumes au Maroc.

## Une approche économique et microbiologique de la sécurité sanitaire des aliments entre les pays du nord et du sud de la Méditerranée

– SAFEMED est l'un des premiers projets financés dans le cadre du programme transnational de coopération en agriculture des deux rives de la Méditerranée ARIMNet. Il est un exemple de coopération Nord-Sud sur la sécurité sanitaire des aliments.

L'objectif du projet SAFEMED était d'analyser les conditions d'une co-régulation internationale de la sécurité alimentaire entre le nord et le sud de la Méditerranée : Espagne, France et Italie au nord ; Algérie, Maroc et Tunisie au sud. Il s'est attaché notamment, à étudier la structure de la concurrence entre les chaînes d'approvisionnement des deux rives et à examiner les possibilités de coordination des stratégies de sécurité alimentaire publiques et privées. Le projet a développé une analyse multicritère permettant de concilier :

- L'impératif de sécurité sanitaire, pour assurer la santé des consommateurs européens via des produits importés plus sûrs, et celle des consommateurs sud-méditerranéens, qui doivent profiter de l'évolution des bonnes pratiques agricoles au niveau international.
- L'accès au marché européen des producteurs du Sud, les exportations agro-alimentaires représentant un facteur important du développement économique des pays du Sud.
- Une concurrence loyale et équitable entre les acteurs du Nord et du Sud pour éviter un « dumping sanitaire », dû à l'hétérogénéité des réglementations au Sud et au Nord.

L'accent a notamment été mis sur les caractéristiques économiques spécifiques et communes des deux rives. Les secteurs

de la commercialisation et de l'intermédiation dans les filières Nord-Sud de fruits et légumes ont été particulièrement étudiés à travers des travaux empiriques d'essence économique et microbiologique et des travaux de modélisation d'économie industrielle élaborés pour servir de base à des outils d'aide à la décision. Le partage de la valeur créée par les opérateurs du Nord et du Sud, dans le cadre de leur partenariat au sein des filières d'approvisionnement, a été par ailleurs analysé en tant qu'indicateur de l'équité des relations commerciales entre les deux rives de la Méditerranée. Le projet a montré l'existence de grandes disparités dans les capacités des filières domestiques et d'exportation des pays du Sud et du Nord à réduire le risque alimentaire. Il a en outre montré que la capacité des opérateurs à se conformer aux normes dépend non seulement des coûts d'adaptation, mais aussi de l'organisation des filières, de la logistique privée, des infrastructures locales et de la qualité des systèmes de contrôle nationaux.

### Des pistes pour demain...

Outre la réalisation d'un guide pour la mise en place d'une stratégie nationale de gestion des risques sanitaires sur les produits de la pêche par l'équipe marocaine, le projet SAFEMED a élaboré des modèles d'économie industrielle base de futurs logiciels d'aide à la décision. Il a permis aussi la formation d'un grand nombre de doctorants en économie co-encadrés par des partenaires du Nord et du Sud. Ces jeunes chercheurs ont reçu un financement de l'appel Jeunes Chercheurs d'ARIMNet2 afin de poursuivre leurs travaux dans le cadre du projet en cours « VALUETEAM ».

## SAFEMED

**Régulations de la sécurité sanitaire des aliments, accès au marché et concurrence internationale**

**PROGRAMME ANR :**  
ERA-NET Arimnet  
(Agricultural Research in the Mediterranean Network)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :**  
2011 ; 48 mois

**PARTENAIRES :**  
SAFEMED est coordonné par l'INRA, il implique les universités d'Almería (Espagne) et de Bologne (Italie), l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Maroc), l'Institut National Agronomique de Tunisie, l'École Nationale Supérieure d'Agronomie (Algérie) et l'Université de Béjaia (Algérie).

**SUBVENTION ANR :**  
127 000 €

**CONTACT :**  
Abdelhakim Hammoudi,  
abdelhakim.hammoudi@inra.fr



Le laboratoire d'expérimentation en économie GATE-LAB.

## Apports de la méthodologie expérimentale en macroéconomie et illustration sur des questions relatives à la communication des banques centrales

– Influencée par la montée en puissance des sciences cognitives et couronnée par un prix Nobel en 2002, l'économie expérimentale a désormais gagné ses lettres de noblesse. La méthodologie expérimentale a cependant été utilisée de façon relativement marginale en macroéconomie, où les hypothèses et prédictions des modèles macroéconomiques reposaient sur des tests utilisant des données réelles. Le caractère innovant du projet StabEX repose sur l'utilisation de la méthodologie expérimentale en macroéconomie, d'autant que ses résultats apportent des éclairages nouveaux pour l'état de l'art.

Depuis une vingtaine d'années, les banques centrales sont devenues de plus en plus transparentes dans la conduite de leur politique monétaire. Or, l'information publique est susceptible de générer de la sur-réaction de la part des participants au marché, suggérant qu'une plus grande transparence peut, dans certains cas, être contre-productive. Les banques centrales doivent ainsi tenir compte de l'interaction entre ces deux facettes de la politique monétaire. L'objectif du projet StabEX était donc d'étudier l'interaction entre politiques de communication et de stabilisation des banques centrales, en recourant à l'utilisation des outils théoriques standards des jeux de coordination et des modèles de politique monétaire, avec en outre comme spécificité principale l'utilisation d'expériences en laboratoire. StabEX a montré, par exemple, que

si une banque centrale cherche à stabiliser l'inflation et la production face aux chocs, communiquer sa cible d'inflation permet de réduire la volatilité de l'inflation, du taux d'intérêt et de la production sans affecter le niveau de ces variables, la pertinence de l'annonce de la cible étant due à la baisse de l'incertitude sur ses objectifs.

Le projet a ainsi contribué à développer l'expérimentation en macroéconomie comme outil d'aide à la décision. Comprendre la façon dont les agents économiques interagissent avec les règles institutionnelles, avant la mise en œuvre d'une politique monétaire, permettrait notamment de réduire considérablement le coût d'implémentation de ces politiques.

### Des pistes pour demain...

Des exemples d'utilisation de la méthode expérimentale en macroéconomie ont été développés. De nombreux autres domaines autour du rôle des banques centrales pourraient également bénéficier de l'expérimentation. Par exemple, celle-ci pourrait permettre de tester les mesures de politique non-conventionnelle. La crise financière de 2008 a montré que les instruments traditionnels de politique monétaire pouvaient devenir inefficaces. Parce que les mesures non-conventionnelles ont été adoptées dans des circonstances bien particulières, les données réelles n'offrent que des illustrations très spécifiques de leurs effets. Au contraire, les expériences de laboratoire permettent de les analyser plus systématiquement et d'isoler leurs effets.

## STABEX

**Stabilisation des chocs macroéconomiques: expériences sur l'interaction entre la Banque Centrale et le secteur privé**

**PROGRAMME ANR :**  
Programme franco-allemand en SHS (FRAL)

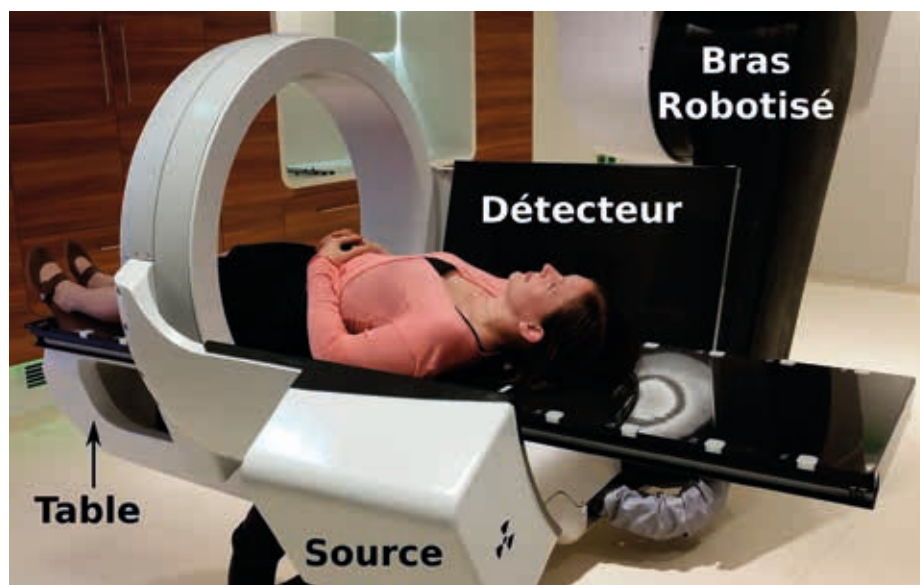
**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :**  
2012 ; 36+12 mois (prolongation)

**PARTENAIRES :**  
Camille Cornand, GATE - Groupe d'Analyse et de Théorie Économique - UMR5824 (CNRS) / France  
Frank Heinemann, TU Berlin / Allemagne

**SUBVENTION ANR :**  
49 899 €

**CONTACT :**  
Camille Cornand,  
cornand@gate.cnrs.fr

**SITE WEB :**  
<https://www.gate.cnrs.fr/spip.php?article714>



Photographie du prototype de scanner ImagingRing de la société medPhoton installé au centre d'hadronthérapie autrichien MedAustron.

## Des solutions algorithmiques pour exploiter les nouvelles fonctionnalités offertes par un scanner rayons X innovant pour la radiothérapie guidée par l'image

– L'ImagingRing est un scanner innovant pour la radiothérapie guidée par l'image car il permet de faire des acquisitions bi-énergie et de faire tourner la source X et le détecteur indépendamment autour du patient. Ces nouvelles fonctionnalités offrent de nombreuses possibilités encore inexploitées. Les recherches du projet DEXTER ont permis de développer des algorithmes d'amélioration des traitements par ions en exploitant la bi-énergie, de reconstruction d'images tomographiques et de mise en correspondance d'images radiographiques 2D acquises avec une image de référence 3D.

L'ImagingRing est un nouveau scanner développé par medPhoton, une société spin-off du laboratoire radART. Ce scanner innovant permet de faire des acquisitions rayons X dites bi-énergie en alternant rapidement la tension de la source de rayons X d'une radiographie à l'autre, avec une séparation supplémentaire optionnelle des spectres énergétiques en insérant des matériaux spécifiques à chaque énergie dans le chemin du faisceau. Cette fonctionnalité permet de mieux sonder les tissus humains par rapport aux scanners mono-énergie actuels. Par ailleurs, la source de rayons X et le détecteur peuvent tourner indépendamment autour de la table sur laquelle repose le

patient pour plus de souplesse d'acquisition, ce qui permet par exemple de choisir la zone anatomique à scanner.

Projet collaboratif international entre CREATIS (Lyon) et radART (Salzbourg), DEXTER visait à développer des solutions algorithmiques pour répondre aux défis posés par ces nouvelles fonctionnalités. Les recherches se sont d'abord portées sur l'utilisation de la bi-énergie pour améliorer les traitements par ions, l'ImagingRing ayant été en premier installé dans le centre d'hadronthérapie d'Autriche, MedAustron. Par ailleurs, les chercheurs ont développé un algorithme de reconstruction tomographique pour la géométrie d'acquisition particulière que génère la rotation indépendante de la source et du détecteur. Enfin, ils sont intéressés à la mise en correspondance d'images radiographiques 2D acquises par l'ImagingRing avec une image scanner 3D préalablement acquise pour la planification du traitement.



### Des pistes pour demain...

Le projet DEXTER contribuera à l'amélioration du guidage de la radiothérapie conventionnelle (avec des photons) et de l'hadronthérapie (avec des ions) et permettra de mieux traiter les patients atteints de cancer. La collaboration fructueuse se poursuit désormais dans le cadre du projet ROIdoré, visant à réduire les doses de rayons X délivrés par tous les scanners X, notamment ceux de diagnostics.

## DEXTER

**Imagerie rayons X bi-énergie pour le ciblage en radiothérapie**

**PROGRAMME ANR:** Matériels et logiciels pour les systèmes et les communications (Blanc - Accords bilatéraux 2013 - SIMI 3)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET:** 2013 ; 41 mois

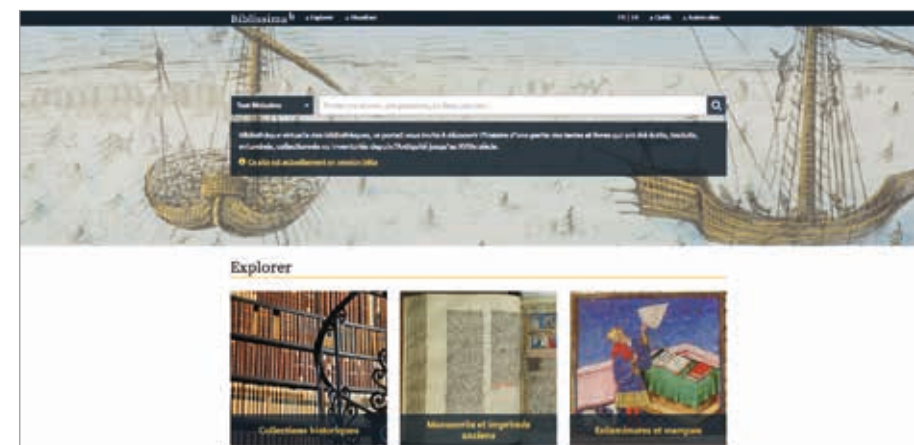
**PARTENAIRES:** Simon Rit, CREATIS, France ; Philipp Steininger, radART, Autriche

**SUBVENTION ANR:** 174 720 €

**CONTACT:** Simon Rit, simon.rit@creatis.insa-lyon.fr

**SITE WEB:** <http://dexter.creatis.insa-lyon.fr/>

© medPhoton (<https://www.medphoton.at/>)



## L'EQUIPEX Biblissima constitue un exemple remarquable de l'utilisation des technologies du web sémantique pour l'accès aux documents manuscrits et imprimés anciens, et le renouvellement des connaissances et des questionnements sur l'histoire des textes

– Biblissima est une bibliothèque numérique sur le web, donnant accès à un ensemble massif et complexe de documentation sur les manuscrits et les imprimés anciens, les textes qu'ils transmettent, leur circulation et leurs lecteurs, du VIII<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle. C'est un équipement de données pour la recherche, la formation et la diffusion visant à la fois les chercheurs et un public plus large.

L'objectif du projet est de faciliter la compréhension de l'histoire mouvementée de textes anciens qui ont circulé et ont été dispersés au gré des événements historiques - privés (héritage, voyage) ou publics (guerre, révolutions). Ce projet consiste à organiser l'interopérabilité de ressources hétérogènes, des bases de données, des bases d'images et des éditions en ligne. Biblissima fédère environ 70 projets scientifiques et numériques sur l'histoire de la circulation des textes en Occident du VII<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle. Il permet la mise en ligne de nombreuses données acquises par les partenaires et qui aident ainsi à combler les manques. L'EQUIPEX détermine et met en œuvre une politique scientifique de numérisation, catalogage, encodage de manuscrits et imprimés anciens dans les bibliothèques et les archives de France. Chaque année, sont organisées des écoles d'été internationales afin d'enrichir les connaissances sur les fonds manuscrits, les textes transmis (latins, français,

hébreux, grecs...), les inventaires anciens de livres médiévaux et modernes, des typologies textuelles particulières (glose, sermon, musique...), avec un important programme d'édition électronique. THECAE (PUC), première collection électronique d'éditions d'inventaires anciens, sera bientôt ouverte au public. Le portail Biblissima donne un accès unique permettant d'interroger toutes les ressources et de les retravailler grâce à divers outils (Collatinus, Eulexis, éditeur TEI, boîte à outils BaOBab). Bientôt, il sera possible de récupérer des jeux de données et des référentiels. Ce portail, ouvert depuis presque un an, s'enrichit régulièrement et vient d'intégrer les 200 000 enluminures de Mandragore, base iconographique de la BnF, et de donner accès aux numérisations de Wellcome Library (Londres).



### Des pistes pour demain...

En collaborant avec Stanford, Biblissima est devenu le promoteur en France du protocole IIF (International Image Interoperability Framework), qui a rendu interopérables les deux plus grandes bibliothèques numériques de livres anciens de France : Gallica et la BVMM (<http://doc.biblissima.condorcet.fr/introduction-IIF/>). Son rayonnement international s'accroît, et donnera naissance en 2018 à un GIS (groupement d'intérêt scientifique) permettant de poursuivre une politique scientifique affranchie des frontières.

## BIBLISSIMA

**Bibliotheca bibliothecarum novissima, observatoire du patrimoine écrit du Moyen Âge et de la Renaissance**

**ACTION :** Équipements d'Excellence (EQUIPEX)

**RÉGION DU PROJET :** Île-de-France (coordination)

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :** 01/10/2012 ; 7 ans

**PARTENAIRES :** Le Campus Condorcet coordonne 10 partenaires fondateurs : la BnF, les AN, les universités de Tours 3, Lyon 2 et 3, Caen-Basse Normandie et Avignon-Pays de l'Adour, l'EHESS, l'EPHE, l'École des Chartres et le CNRS. Une soixantaine d'autres partenaires sont associés à l'EQUIPEX.

**SUBVENTION ANR :** 7,1 M€

**CONTACT :** Anne-Marie Turcan-Verkerk, anne-marie.turcan@irht.cnrs.fr

**SITE WEB :** <https://projet.biblissima.fr/>



Pilote BIORARE TRL4. © I5 Corporate

## Une technologie inédite pour valoriser les biodéchets en molécules chimiques d'intérêt

— Dans un contexte d'appauvrissement des énergies fossiles et de transition énergétique, des alternatives se développent pour utiliser les déchets organiques comme matière première de l'industrie chimique, encore dépendante des ressources pétrochimiques. Aux côtés des filières de compostage et de méthanisation, le projet BIORARE propose une solution technologique innovante de production de molécules destinées à la chimie verte, à partir de biodéchets.

Matière première peu coûteuse et disponible en abondance, les déchets organiques sont néanmoins hétérogènes, complexes et contaminés, ce qui complique leur transformation en bioressources. Le projet BIORARE visait ainsi à évaluer le potentiel d'un procédé biologique novateur pour le bioraffinage des déchets : l'électrosynthèse microbienne. Découvert en 2010 par des chercheurs américains, il désigne le mécanisme par lequel les microorganismes utilisent des électrons pour transformer du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) en molécules chimiques telles que l'acétate ou l'éthanol, notamment utilisées pour l'élaboration de solvants.

Mobilisant 5 partenaires pendant 5 ans et demi, le projet BIORARE a su transformer une découverte scientifique fondamentale en une technologie à un niveau de maturation préparatoire au démonstrateur (de TRL 1 à TRL 5) pour produire des molécules plateforme à partir de déchets organiques. Reposant sur un dispositif électrochimique composé de deux électrodes, cette

technologie permet de séparer la transformation des déchets, de la production de molécules. Les déchets sont ainsi oxydés d'un côté sous l'action des microorganismes qui produisent des électrons, et ces derniers sont utilisés par les microorganismes dans un second compartiment pour transformer le CO<sub>2</sub> en molécules, assurant ainsi la qualité des molécules.

L'intérêt de l'électrosynthèse microbienne pour le bioraffinage de déchets organiques a été démontré tant sur le plan technique, qu'environnemental et industriel. Ce travail a conduit à la publication de 19 articles dans des journaux scientifiques internationaux à comité de lecture et au dépôt de 3 brevets. Les résultats obtenus constituent des éléments clés dans le cadre d'une négociation en cours pour un projet de maturation technologique auprès d'investisseurs.

### Des pistes pour demain...

La technologie BIORARE présente de sérieux avantages pour l'environnement et permet de diviser par trois la consommation électrique nécessaire à l'électrosynthèse microbienne seule. La technologie fait actuellement l'objet d'une prématurité en lien avec une SATT et 4 nouveaux brevets sont en cours de dépôt. De nouveaux pilotes TRL5 ont également été conçus et sont en cours d'assemblage. L'objectif est d'arriver à une maturité technologique TRL7 en trois ans en démontrant la production d'un volume significatif de produits chimiques. À l'issue de cette phase, il est envisagé de créer une entreprise et d'aboutir à une maturité technologique complète en trois années supplémentaires.

## BIORARE

### BIOelectrosynthèse pour le RAffinage des déchets RÉSIduels

**ACTION :**  
Biotechnologies - Bioressources

**RÉGION DU PROJET :**  
Île-de-France

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :**  
1/11/2011 ; 67 mois

**PARTENAIRES :**  
IRSTEA-HBAN, Antony  
INRA Montpellier - INRA-LBE  
Institut National Polytechnique Toulouse, CNRS-LGC  
IRSTEA-OPAALE, Rennes  
Suez

**SUBVENTION ANR :**  
2,21 M€

**CONTACT :**  
Théodore Bouchez,  
theodore.bouchez@irstea.fr

**SITE WEB :**  
<https://biorare.irstea.fr/>



SimUTED, Habituation aux soins pour les personnes porteuses d'autisme. © SimUSanté, Nicolas TAILLANT

## Le plus grand pôle d'excellence européen dans le domaine de la pédagogie active et de la simulation en santé

— SimUSanté est un Centre de Pédagogie Active multidisciplinaire qui développe une offre innovante alliant haute technologie et médecine de proximité, et couplant une approche originale, interprofessionnelle et interdisciplinaire, en pédagogie des sciences de la santé.

Implanté au sein du CHU d'Amiens-Picardie, en partenariat avec l'Université Jules-Verne, le Centre de Pédagogie Active (CPA) – Simulation Avancée en Santé, met à disposition des « techniques pédagogiques innovantes dans un espace dédié et partagé par l'ensemble des acteurs en santé, de la formation initiale à la formation continue, quel que soit le mode d'exercice professionnel incluant les patients et leur entourage ». Son originalité réside d'une part, par son approche interprofessionnelle et interdisciplinaire ; d'autre part, dans la méthode pédagogique privilégiée : la simulation, qui permet la sécurisation à la fois des conditions d'apprentissage pour les apprenants, et des soins prodigués aux patients. En effet, à partir de situations simulées dans des environnements professionnels authentiques, les apprentissages intègrent l'ensemble des dimensions relationnelles et techniques du soin amenant ainsi à plus de réflexivité. Outre la formation, le projet se déploie selon trois axes de recherche : la multidisciplinarité dans les domaines de la santé et son impact sur les compétences individuelles et collectives ; l'impact des techniques pédagogiques innovantes sur le parcours de soins, avec un rôle central joué par la simulation ; enfin, les mises en situations écologiques et l'analyse de l'environnement de travail (apprentissage des métiers - reconversion professionnelle - amélioration de l'ergonomie des environnements).

Financé depuis 2012 pour 7 ans, CPA-SimUSanté a prouvé l'effet levier des IDEFI. Ouvert en 2016, le Centre SimUSanté est à ce jour le plus grand centre européen polyvalent de simulation en santé avec un espace de 4 000 m<sup>2</sup> et 51 salles d'équipements pédagogiques de haute technologie et d'environnements de travail reconstitués. L'année 2017 a été une année-clé dans son développement puisque le 28 septembre 2017, les équipes du CHU d'Amiens ont accompli une première mondiale, en opérant la colonne vertébrale d'un jeune enfant avec le robot ROSA®. SimUSanté a ainsi permis de préparer le geste en simulation sur impression 3D du patient. Par ailleurs, son développement lui a acquis la reconnaissance et la collaboration d'entreprises (Medtech, Airbus Helicopters).

### Des pistes pour demain...

Les projets vont se poursuivre, notamment au travers d'un projet co-construit avec UPJV (Epione-Campus santé) qui va contribuer à la transformation numérique du champ « Santé », et du développement du programme SimUTED. Unique sur le plan international, il favorise l'habituation des personnes autistes aux examens et soins en les accueillant dans les espaces de simulation.

## SIMUSANTÉ

### Développement d'un Centre de Pédagogie Active – Simulation Avancée en Santé

**ACTION :**  
IDEFI

**RÉGION DU PROJET :**  
Hauts-de-France

**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :**  
18/04/2012 ; 92 mois

**PARTENAIRES :**  
CHU d'Amiens – Université de Picardie-Jules Verne  
Amiens  
Institut Faire Faces

**SUBVENTION ANR :**  
8,5 M€

**CONTACT :**  
Christine Ammirati,  
christine.ammirati@chu-amiens.fr

**SITE WEB :**  
<http://simusante.com>



Le siège social d'INEF4.

©NOBATEK/INEF4

## Accompagner les entreprises et les acteurs de la filière du bâtiment dans la transition énergétique

– La compétitivité par l'innovation allie recherche, valorisation économique et processus d'innovation. Le processus d'innovation qui permet de transformer un résultat de R&D en un nouveau produit ou service, doit être fondé sur une organisation performante adaptée au secteur économique considéré. C'est ce qu'a réalisé INEF4 ces trois dernières années : de l'innovation organisationnelle.

Le secteur du bâtiment représente en France 45 % de la consommation énergétique et est responsable de 45 % des émissions de gaz à effet de serre. L'ITE (Institut pour la Transition Énergétique) INEF4 (Innovation et Excellence Facteur 4) est un projet qui a démarré en 2014 pour répondre à ce défi. Basé sur le centre technique Nobatek, installé à Anglet, avec le soutien du Conseil régional de la Nouvelle Aquitaine et de l'association des professionnels du bâtiment Le Cercle Promodul, INEF4 s'est attaqué au défi du bâtiment et de la rénovation durable par la voie de l'innovation ouverte pour répondre à une demande forte des nombreux acteurs du bâtiment sur les questions d'efficacité énergétique. Démarré sur la base d'un groupement conventionnel en 2014, INEF4 s'est transformé à la demande de l'État en une structure patrimoniale originale. La forme juridique de SCIC (société coopérative d'intérêt collectif) a été choisie par les actionnaires pour renforcer l'impact de l'innovation ouverte mise en œuvre. Elle permet en effet de fédérer tous les acteurs d'une filière autour d'un intérêt commun et d'associer les collectivités territoriales. La SCIC Nobatek/INEF4 a été lancée sur les fonds baptismaux en novembre 2016.

L'ITE INEF4 a continué d'innover au niveau organisationnel en créant en 2017 un fonds de dotation appelé Cercle Promodul-INEF4. Son objectif est, avec les professionnels du secteur, d'opérer et soutenir, dans l'intérêt général, des actions visant à promouvoir l'innovation pour aider le secteur du bâtiment à réussir les transitions auxquelles il est confronté. Un axe clé est de favoriser la place de l'utilisateur dans ces transitions et d'aider les acteurs de ce secteur très atomisés et régionalisés à faire face aux enjeux grâce à des outils innovants de formation. Connecté à des plateformes technologiques et aux incubateurs régionaux, INEF4 a inventé la notion d'ITE et la met en œuvre dépassant la seule structure juridique localisée territorialement pour installer un réseau national d'innovation ouverte dédié au bâtiment durable. »



### Des pistes pour demain...

Le secteur du bâtiment est un secteur très atomisé avec près de 580 000 entreprises en France qui sont très souvent de petite taille (artisans principalement), régionalisées et qui réalisent très peu de R&D. Innover dans ce secteur est une gageure tant la réalisation et la diffusion de produits et services innovants requiert une transversalité de compétences et une appropriation par de très nombreux acteurs locaux. L'outil de formation Batiscaf d'INEF4 et du Cercle Promodul, primé au salon EnerJe-meeting 2018, est un exemple d'utilisation de la technologie innovante d'intelligence artificielle pour former les artisans sur l'ensemble du territoire.

**INEF4**

**Une organisation innovante pour le bâtiment durable**

**ACTION :**  
Institut pour la Transition Énergétique (ITE)

**RÉGION DU PROJET :**  
Nouvelle-Aquitaine

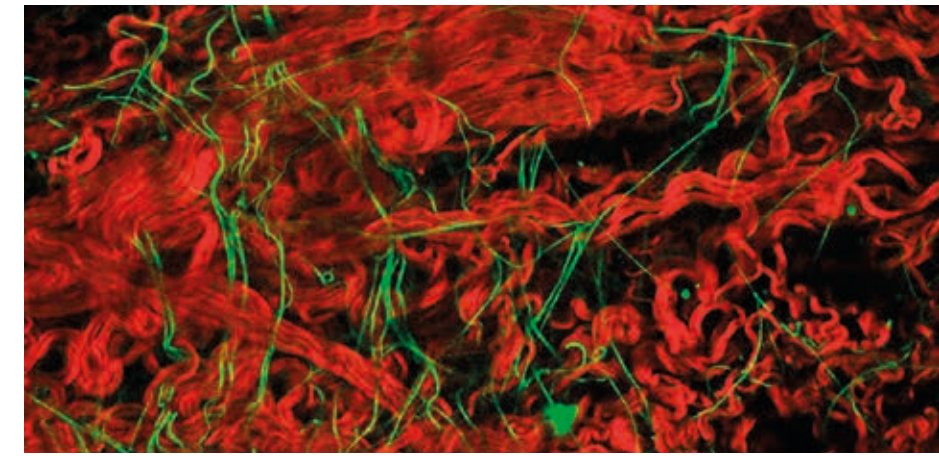
**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :**  
10/2013 ; 60 mois

**PARTENAIRES:**  
Cercle Promodul, Delta Dore, Coveris, CSTB, Tecnalia

**SUBVENTION ANR:**  
7 M€

**CONTACT:**  
Olivier Scheffer, oscheffer@nobatek.inef4.com

**SITE WEB:**  
<https://www.nobatek.inef4.com/>



Observation du collagène en SHG (rouge) et de l'élastine (vert) par autofluorescence sur des carotides sous charge (500 µm × 500 µm).

© Krasny, Magoanec, Avril, Morin, LTDS ECU, Sainbirose ESMSE

## Un projet unique et de grande envergure qui donne accès pour la première fois à une plateforme d'outils innovants sur l'étude du vieillissement des tissus humains

– Axé sur le développement d'outils technologiques de haut niveau et offrant la possibilité aux ingénieurs, biologistes et cliniciens français et européens d'étudier le vieillissement des tissus vivants dans le but de faire avancer l'excellence en recherche et de permettre le transfert de technologie au bénéfice du patient, le projet mène une double approche scientifique. Alliant biologie et mécanique, il vise à améliorer la santé des citoyens par le développement de nouvelles solutions thérapeutiques.

Ces outils combinent des approches biologiques, biomécaniques et d'imagerie des tissus au cours du processus de vieillissement, aux échelles nanométrique, micrométrique et millimétrique permettant notamment de :

- fournir des outils pour la médecine régénérative et la transplantation ;
- mettre en place des bases de données cliniques pour un meilleur diagnostic ;
- disposer d'outils d'évaluation de nouveaux médicaments ou dispositifs thérapeutiques ;
- comprendre l'influence de l'activité cellulaire sur la modification des tissus.

L'année 2017 a permis d'obtenir de nouveaux résultats de recherche qui n'auraient pu voir le jour sans l'acquisition de cet équipement. On citera notamment :

- les pathologies du vieillissement ou pathologies génétiques et le lien entre la qualité du minéral et la réponse mécanique des tissus osseux ;
- l'arthrose et la perte de propriétés mécaniques du ménisque et du cartilage articulaire ;
- la mécanique du tissu artériel ;
- l'ostéoporose et la relation entre les propriétés mécaniques du tissu osseux et le relief cutané ;
- l'ingénierie tissulaire osseuse et le rôle de la distribution des contraintes mécaniques.

Ces travaux ont obtenu des brevets et suscité des interactions avec les partenaires industriels issus de différents domaines de la santé (pharmacie, dispositifs médicaux, cosmétiques) sur des axes liés aux médicaments et à leurs effets dans les cas d'arthrose, à la caractérisation de la surface de la peau et à son lien avec la qualité du tissu osseux du col fémoral, aux nouveaux revêtements et aux problèmes de texturation dans le développement des prothèses de hanches, etc



### Des pistes pour demain...

Le projet entre aujourd'hui dans sa troisième phase qui a pour objectif le transfert de technologie de certaines de ses « découvertes » auprès de patients. Des programmes sont actuellement en cours d'évaluation.

**IVTV**

**Ingénierie et Vieillesse des Tissus Vivants**

**ACTION :**  
Équipements d'Excellence (EQUIPEX)

**RÉGION DU PROJET :**  
Auvergne-Rhône-Alpes

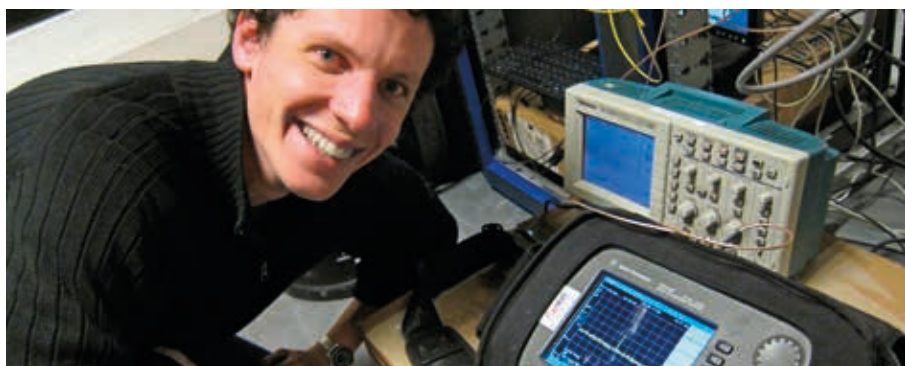
**ÉDITION, DURÉE DU PROJET :**  
22/02/2011 ; 106 mois

**PARTENAIRES :**  
Responsable scientifique : Thierry Hoc (Ecole Centrale de Lyon)  
Etablissement coordinateur : COMUE Université de Lyon  
Partenaires : École Centrale de Lyon, Université de Saint-Étienne (Jean Monnet), École Nationale Supérieure des Mines Saint-Étienne, École Nationale Ingénieurs Saint-Etienne, Centrale Innovation, Hospices Civils de Lyon, CHU de Saint-Etienne, VetAgro Sup, Techtera, Université de Lyon I (Claude Bernard), École Normale Supérieure de Lyon, CNRS Rhône Auvergne (Villeurbanne), IFSTTAR

**SUBVENTION ANR:**  
2,6 M€

**CONTACT:**  
Thierry Hoc, thierry.hoc@ec-lyon.fr

**SITE WEB:**  
<http://ivtv.ec-lyon.fr>



N. Quintin observe le premier signal optique stabilisé arrivant dans le nœud RENATER hébergé à la DSI de l'Université de Strasbourg. Le pic très étroit observé sur l'écran est le premier signe de succès de l'arrivée à Strasbourg de REFIMEVE+. (2015)

© Observatoire de Paris/PSL Université/CNRS, LNE-SYRTE, P.-E. Pottie et LPU/Université Paris 13/CNRS

## Distribuer à une vingtaine de laboratoires français, une fréquence optique ultra-précise par fibre optique, sans dégradation de performance, une première mondiale

– **Projet de l'action « Equipement d'excellence » du PIA 1, REFIMEVE+ s'appuie sur une rupture technologique utilisant des lasers ultra-précis et fibres optiques du réseau internet pour transmettre sans dégradation et sur de grandes distances, les signaux des meilleures horloges, qui ont pu être comparées grâce à cette technologie. Ces résultats représentent une avancée majeure pour l'évaluation des erreurs systématiques en métrologie temps-fréquence et mesures de précision.**

Le projet a pour objectif de distribuer, sans dégradation de performance, une fréquence optique ultra-précise de référence par fibre optique à une vingtaine de laboratoires français, en s'appuyant sur le réseau académique RENATER qui délivre l'internet haut débit sur l'ensemble du territoire. La fréquence de référence est élaborée au sein du laboratoire SYRTE de l'Observatoire de Paris. Des équipements optoélectroniques sont spécialement développés pour corriger en temps réel le bruit rapporté par l'environnement de ces fibres optiques sur le signal ultra-précis.

Le signal ultra-précis de référence provient d'horloges à atomes froids qui sont parmi les plus précises au monde (précision de 17 chiffres significatifs). Grâce au projet REFIMEVE+, il est désormais possible de transporter un tel signal sans perte d'information. De fait, les laboratoires connectés au réseau REFIMEVE+ disposent virtuellement de la même horloge que le SYRTE. Une expérience entre le SYRTE et le PTB en Allemagne, laboratoires connectés par une liaison de 1 400 km, a démontré que leurs deux horloges à Strontium fournissent des fréquences décalées de  $2 \cdot 10^{15}$ , valeur cent fois plus grande que la précision relative des horloges. Ce décalage est expliqué par la relativité générale, et traduit la différence d'altitude de 20 m entre les deux horloges, ouvrant la voie à la géodésie chronométrique. Ce résultat spectaculaire obtenu grâce à REFIMEVE+, a été classé parmi les 10 avancées scientifiques majeures de l'année 2016 par la revue *La Recherche*. Il a par ailleurs pour défi d'assurer le transfert de savoir-faire aux industriels pour développer des équipements aux normes industrielle à déployer sur le terrain, en France, mais aussi peut-être à un niveau mondial. Trois PME françaises sont d'ores et déjà en situation de relever ce défi. Le déploiement et la mise en opération des équipements ont été effectués en conditions réelles sur les liaisons Paris-Strasbourg-Besançon et Paris-Lille.

### Des pistes pour demain...

La technologie de REFIMEVE+ permet de mettre en réseau un ensemble d'instruments de recherche ouvrant ainsi de nouvelles possibilités : la géodésie chronométrique ou de nouvelles méthodes pour la cryptographie quantique. Le réseau REFIMEVE+ lui-même peut également être considéré comme un grand instrument ultra-sensible, où le bruit rapporté par l'environnement des fibres est cette fois interprété comme un signal. On s'attend de fait à l'émergence de nouvelles applications pour l'observation de la Terre.

## REFIMEVE+

### Réseau Fibré Métrologique à Vocation Européenne +

**ACTION :**  
Équipements d'Excellence  
(EQUIPEX)

**RÉGION DU PROJET :**  
Île-de-France

**ÉDITION, DURÉE  
DU PROJET :**  
01/07/2012 ; 90 mois

**PARTENAIRES :**  
Université de Paris XIII  
(Paris Nord Villetanneuse),  
Observatoire de Paris,  
Université de Paris VI (Pierre  
et Marie Curie), École Normale  
supérieure de Paris, Institut  
d'Optique Graduate School,  
Université de Paris XI (Paris  
Sud Orsay), Université de  
Paris VII (Diderot), Université  
d'Aix-Marseille, Université de  
Toulouse III (Paul Sabatier),  
Université de Franche Comté,  
École Nationale Supérieure  
de Mécanique et des  
Microtechniques de Besançon,  
Université de Lille I (Sciences  
et Technologies), Université de  
Bordeaux I, Observatoire de la  
Côte d'Azur (Nice), Université  
de Nice, Centre National  
d'Etude Spatiales, CEA Paris,  
NRS Paris B, CNRS IDF Sud  
(Gif), CNRS IDF Ouest Nord  
(Meudon), NRS Centre Est  
(Vandoeuvre), CNRS Centre  
Poitou Charentes (Orléans),  
CNRS Alpes (Grenoble), CNRS  
Provence Corse (Marseille),  
NRS Midi-Pyrénées (Toulouse),  
CNRS Aquitaine Limousin  
(Talence), CNRS Nord  
Pas-de-Calais Picardie (Lille),  
CNRS Côte d'Azur (Valbonne),  
RENATER, Université d'Orléans,  
Université Grenoble Alpes

**SUBVENTION ANR:** 6,7 M€

**CONTACT :**  
Christian Chardonnet,  
chardonnet@univ-paris13.fr

**SITE WEB :**  
www.refimeve.fr

# ANNEXES

## Bilan des appels à projets 2017

Composantes / Instruments	Projets expertisés en phase 2 ou phase unique	Projets financés	Taux de succès au regard du nombre de propositions éligibles (1 <sup>re</sup> étape d'évaluation ou appel à projets en 1 temps)	Taux de succès au regard du nombre de propositions éligibles (2 <sup>e</sup> étape d'évaluation ou appel à projets en 1 temps)	Financement ANR global (M€)	% du financement global ANR
<b>GRANDS DÉFIS SOCIÉTAUX</b>	<b>2 262</b>	<b>721</b>	<b>13,3 %</b>	<b>31,9 %</b>	<b>284,5</b>	<b>57,3 %</b>
Projets de recherche collaborative (PRC)	1 563	461	12,5 %	29,5 %	218,4	43,99 %
Jeunes chercheuses, jeunes chercheurs (JCJC)	681	250	14,5 %	36,7 %	60,5	12,19 %
Challenges	18	10	55,6 %	55,6 %	5,6	1,13 %
<b>AUX FRONTIÈRES DE LA RECHERCHE</b>	<b>379</b>	<b>128</b>	<b>13,6 %</b>	<b>33,8 %</b>	<b>44,3</b>	<b>8,92 %</b>
Projets de recherche collaborative (PRC)	246	80	13,4 %	32,5 %	33	6,65 %
Jeunes chercheuses, jeunes chercheurs (JCJC)	133	48	14,0 %	36,1 %	11,2	2,26 %
<b>CONSTRUCTION DE L'EER ET ATTRACTIVITÉ INTERNATIONALE DE LA FRANCE</b>	<b>1 318</b>	<b>339</b>	<b>19,3 %</b>	<b>25,7 %</b>	<b>77,3</b>	<b>15,57 %</b>
Projets de recherche collaborative – international (PRCI)	778	98	12,6 %	12,6 %	28,1	5,66 %
Appels bilatéraux spécifiques	67	16	24,0 %	24,0 %	3,6	0,73 %
Appels multilatéraux spécifiques (ERA-NET, JPI, Belmont Forum, etc.)	379	152	40,1 %	40,1 %	37,6	7,57 %
Tremplin-ERC (T-ERC)	48	48	N/A	N/A	7,4	1,49 %
Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux MRSEI	46	25	54,0 %	54,0 %	0,7	0,14 %
<b>IMPACT ÉCONOMIQUE DE LA RECHERCHE ET COMPÉTITIVITÉ</b>	<b>620</b>	<b>192</b>	<b>16,8 %</b>	<b>31,0 %</b>	<b>90,4</b>	<b>18,21 %</b>
Projets de recherche collaborative – entreprises PRCE	373	126	14,1 %	33,8 %	69,3	13,96 %
ASTRID et ASTRID Maturation	130	33	25,4 %	25,4 %	11,1	2,24 %
Labcom	108	28	25,9 %	25,9 %	6,4	1,29 %
Chaires industrielles	9	5	55,6 %	55,6 %	3,6	0,73 %
<b>TOTAL</b>	<b>4 579</b>	<b>1 380</b>	<b>14,9 %</b>	<b>30,1 %</b>	<b>496,5</b>	<b>100 %</b>

## Bilan des appels à projets 2017 - Répartition des crédits par types de bénéficiaires (valeurs)

	Total engagements (€)	CNRS	INSERM	INRIA	INRA	IRD	CEA	Autres organismes de recherche	Sous-total organisme de recherche	Universités	Autres établissements d'enseignement supérieur	Hopitaux santé	Divers public	Sous-total public	Fondations	Associations	TPE	PME	Entreprises autres que TPE/PME	Divers privé	Sous-total privé
<b>COMPOSANTE 1</b>	<b>284543883</b>	<b>92541275</b>	<b>30651728</b>	<b>5097198</b>	<b>12823268</b>	<b>3853204</b>	<b>8278627</b>	<b>9315746</b>	<b>162561046</b>	<b>68521152</b>	<b>28131935</b>	<b>2839933</b>	<b>1748405</b>	<b>263802471</b>	<b>15570131</b>	<b>1714339</b>	<b>251122</b>	<b>2219005</b>	<b>565311</b>	<b>421504</b>	<b>20741412</b>
PRC	218408563	76118964	23351954	3199182	10539026	3349290	7139417	6159209	<b>129857041</b>	48488251	20357968	2839933	1748405	<b>203291597</b>	12877733	1635855	-	346366	119207	137805	<b>15116966</b>
JCJC	60531573	16422311	7299774	1469188	2230321	503915	299160	2428325	<b>30652994</b>	19314106	7618447	-	-	<b>57585547</b>	2692398	-	-	-	-	253629	<b>2946026</b>
Challenges	5603746	-	-	428828	53921	-	840051	728212	<b>2051011</b>	718796	155520	-	-	<b>2925327</b>	-	78484	251122	1872639	446104	30070	<b>2678419</b>
<b>COMPOSANTE 2</b>	<b>44255662</b>	<b>21983547</b>	<b>245808</b>	<b>40435</b>	<b>940411</b>	<b>-</b>	<b>3006753</b>	<b>616957</b>	<b>26833911</b>	<b>11254233</b>	<b>5548010</b>	<b>-</b>	<b>144782</b>	<b>43780937</b>	<b>370881</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>103845</b>	<b>474726</b>
PRC	33032230	16352432	245808	40435	577977	-	2191292	450341	<b>19858284</b>	8305493	4493898	-	144782	<b>32802457</b>	125928	-	-	-	-	103845	<b>229773</b>
JCJC	11223432	5631115	-	-	362434	-	815462	166616	<b>6975627</b>	2948741	1054112	-	-	<b>10978480</b>	244953	-	-	-	-	-	<b>244953</b>
<b>COMPOSANTE 3</b>	<b>77277051</b>	<b>24927155</b>	<b>6915284</b>	<b>1079628</b>	<b>4579951</b>	<b>1035979</b>	<b>2707385</b>	<b>3851568</b>	<b>45096951</b>	<b>17010338</b>	<b>6542506</b>	<b>465620</b>	<b>1029675</b>	<b>70145091</b>	<b>2242092</b>	<b>1775688</b>	<b>336980</b>	<b>1863589</b>	<b>494279</b>	<b>419332</b>	<b>7131960</b>
PRCI	28086423	11893025	1666614	587521	823420	155194	1189457	690509	<b>17005739</b>	6263587	2829124	66838	-	<b>26165287</b>	782750	813713	-	92340	-	232333	<b>1921136</b>
Bilatéral hors PRCI	3586976	1402686	-	-	-	290133	221467	-	<b>1914286</b>	1530400	142290	-	-	<b>3586976</b>	-	-	-	-	-	-	-
ERANET, JPI, etc.	37564370	6966682	4935086	312612	3621033	381452	1267801	3161059	<b>20645725</b>	8116350	2882099	369360	1029675	<b>33043208</b>	1066680	811975	336980	1771249	494279	40000	<b>4521162</b>
Programme ERC	7362123	4499565	254779	149995	106000	180000	-	-	<b>5190338</b>	894792	629994	-	-	<b>6715123</b>	350000	150000	-	-	-	147000	<b>647000</b>
MRSEI	677158	165198	58806	29500	29499	29200	28660	-	<b>340863</b>	205210	59000	29422	-	<b>634496</b>	42662	-	-	-	-	-	<b>42662</b>
<b>COMPOSANTE 4</b>	<b>90431174</b>	<b>18507651</b>	<b>2345626</b>	<b>975186</b>	<b>1531818</b>	<b>464369</b>	<b>4123431</b>	<b>4048630</b>	<b>31996710</b>	<b>22272447</b>	<b>12955748</b>	<b>1576712</b>	<b>529512</b>	<b>69331131</b>	<b>422958</b>	<b>3069653</b>	<b>3134180</b>	<b>7309147</b>	<b>5998338</b>	<b>1165766</b>	<b>21100043</b>
PRCE	69277484	14951874	2223316	975186	1131818	464369	3112574	3185377	<b>26044513</b>	15430998	8259933	1516896	529512	<b>51781853</b>	122958	2265701	2780308	6304507	4856390	1165766	<b>17495631</b>
ASTRID dont Maturation	11060214	2110777	122310	-	-	-	110857	863253	<b>3207197</b>	2828973	2354815	59816	-	<b>8450801</b>	-	108951	353872	1004640	1141949	-	<b>2609413</b>
Labcom	6448497	1445000	-	-	400000	-	300000	-	<b>2145000</b>	3262497	741000	-	-	<b>6148497</b>	300000	-	-	-	-	-	<b>300000</b>
Chaires industrielles	3644979	-	-	-	-	-	600000	-	<b>600000</b>	749979	1600000	-	-	<b>2949979</b>	-	695000	-	-	-	-	-
<b>TOTAL AAP</b>	<b>496507769</b>	<b>157959628</b>	<b>40158446</b>	<b>7192447</b>	<b>19875448</b>	<b>5353552</b>	<b>18116196</b>	<b>17832901</b>	<b>266488619</b>	<b>119058171</b>	<b>53178200</b>	<b>4882266</b>	<b>3452374</b>	<b>447059629</b>	<b>18606061</b>	<b>6559680</b>	<b>3722283</b>	<b>11391741</b>	<b>7057928</b>	<b>2110447</b>	<b>49448140</b>
<b>HORS AAP</b>																					
Instituts Carnot (en composante 4)	57000000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RTB (Recherche Technologique de Base)	3800000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INCA	38000000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preciput	29200000	6899646	2819203	271424	2313468	131927	1874018	378271	<b>14687957</b>	10943150	2053209	88412	206104	<b>13290875</b>	1188286	32882	-	-	-	-	<b>1221168</b>
<b>TOTAL Hors AAP</b>	<b>128000000</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL budget de l'ANR en autorisations d'engagement</b>	<b>624507769</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>



## Bilan des appels à projets 2017 - Répartition des crédits par types de bénéficiaires

	Total engagements (€)	CNRS	INSERM	INRIA	INRA	IRD	CEA	Autres organismes de recherche	Sous-total organisme de recherche	Universités	Autres établissements d'enseignement supérieur	Hopitaux santé	Divers public	Sous-total public	Fondations	Associations	TPE	PME	Entreprises autres que TPE/PME	Divers privé	Sous-total privé
<b>COMPOSANTE 1</b>	<b>284 543 883</b>	<b>32,5 %</b>	<b>10,8 %</b>	<b>1,8 %</b>	<b>4,5 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>2,9 %</b>	<b>3,3 %</b>	<b>57,1 %</b>	<b>24,1 %</b>	<b>9,9 %</b>	<b>1,0 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>92,7 %</b>	<b>5,5 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>0,1 %</b>	<b>0,8 %</b>	<b>0,2 %</b>	<b>0,1 %</b>	<b>7,3 %</b>
PRC	218 408 563	34,9 %	10,7 %	1,5 %	4,8 %	1,5 %	3,3 %	2,8 %	<b>59,5 %</b>	22,2 %	9,3 %	1,3 %	0,8 %	<b>93,1 %</b>	5,9 %	0,7 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	<b>6,9 %</b>
JCJC	60 531 573	27,1 %	12,1 %	2,4 %	3,7 %	0,8 %	0,5 %	4,0 %	<b>50,6 %</b>	31,9 %	12,6 %	0,0 %	0,0 %	<b>95,1 %</b>	4,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	<b>4,9 %</b>
Challenges	5 603 746	0,0 %	0,0 %	7,7 %	1,0 %	0,0 %	15,0 %	13,0 %	<b>36,6 %</b>	12,8 %	2,8 %	0,0 %	0,0 %	<b>52,2 %</b>	0,0 %	1,4 %	4,5 %	33,4 %	8,0 %	0,5 %	<b>47,8 %</b>
<b>COMPOSANTE 2</b>	<b>44 255 662</b>	<b>49,7 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>0,1 %</b>	<b>2,1 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>6,8 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>60,6 %</b>	<b>25,4 %</b>	<b>12,5 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0,3 %</b>	<b>98,9 %</b>	<b>0,8 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>0,2 %</b>	<b>1,1 %</b>
PRC	33 032 230	49,5 %	0,7 %	0,1 %	1,7 %	0,0 %	6,6 %	1,4 %	<b>60,1 %</b>	25,1 %	13,6 %	0,0 %	0,4 %	<b>99,3 %</b>	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	<b>0,7 %</b>
JCJC	11 223 432	50,2 %	0,0 %	0,0 %	3,2 %	0,0 %	7,3 %	1,5 %	<b>62,2 %</b>	26,3 %	9,4 %	0,0 %	0,0 %	<b>97,8 %</b>	2,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<b>2,2 %</b>
<b>COMPOSANTE 3</b>	<b>77 277 051</b>	<b>32,3 %</b>	<b>8,9 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>5,9 %</b>	<b>1,3 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>5,0 %</b>	<b>58,4 %</b>	<b>22,0 %</b>	<b>8,5 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>1,3 %</b>	<b>90,8 %</b>	<b>2,9 %</b>	<b>2,3 %</b>	<b>0,4 %</b>	<b>2,4 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>0,5 %</b>	<b>9,2 %</b>
PRCI	28 086 423	42,3 %	5,9 %	2,1 %	2,9 %	0,6 %	4,2 %	2,5 %	<b>60,5 %</b>	22,3 %	10,1 %	0,2 %	0,0 %	<b>93,2 %</b>	2,8 %	2,9 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,8 %	<b>6,8 %</b>
Bilatéral hors PRCI	3 586 976	39,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	8,1 %	6,2 %	0,0 %	<b>53,4 %</b>	42,7 %	4,0 %	0,0 %	0,0 %	<b>100,0 %</b>	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<b>0,0 %</b>
ERANET, JPI, etc.	37 564 370	18,5 %	13,1 %	0,8 %	9,6 %	1,0 %	3,4 %	8,4 %	<b>55,0 %</b>	21,6 %	7,7 %	1,0 %	2,7 %	<b>88,0 %</b>	2,8 %	2,2 %	0,9 %	4,7 %	1,3 %	0,1 %	<b>12,0 %</b>
Programme ERC	7 362 123	61,1 %	3,5 %	2,0 %	1,4 %	2,4 %	0,0 %	0,0 %	<b>70,5 %</b>	12,2 %	8,6 %	0,0 %	0,0 %	<b>91,2 %</b>	4,8 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,0 %	<b>8,8 %</b>
MRSEI	677 158	24,4 %	8,7 %	4,4 %	4,4 %	4,3 %	4,2 %	0,0 %	<b>50,3 %</b>	30,3 %	8,7 %	4,3 %	0,0 %	<b>93,7 %</b>	6,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<b>6,3 %</b>
<b>COMPOSANTE 4</b>	<b>90 431 174</b>	<b>20,5 %</b>	<b>2,6 %</b>	<b>1,1 %</b>	<b>1,7 %</b>	<b>0,5 %</b>	<b>4,6 %</b>	<b>4,5 %</b>	<b>35,4 %</b>	<b>24,6 %</b>	<b>14,3 %</b>	<b>1,7 %</b>	<b>0,6 %</b>	<b>76,7 %</b>	<b>0,5 %</b>	<b>3,4 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>8,1 %</b>	<b>6,6 %</b>	<b>1,3 %</b>	<b>23,3 %</b>
PRCE	69 277 484	21,6 %	3,2 %	1,4 %	1,6 %	0,7 %	4,5 %	4,6 %	<b>37,6 %</b>	22,3 %	11,9 %	2,2 %	0,8 %	<b>74,7 %</b>	0,2 %	3,3 %	4,0 %	9,1 %	7,0 %	1,7 %	<b>25,3 %</b>
ASTRID dont Maturation	11 060 214	19,1 %	1,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %	7,8 %	<b>29,0 %</b>	25,6 %	21,3 %	0,5 %	0,0 %	<b>76,4 %</b>	0,0 %	1,0 %	3,2 %	9,1 %	10,3 %	0,0 %	<b>23,6 %</b>
Labcom	6 448 497	22,4 %	0,0 %	0,0 %	6,2 %	0,0 %	4,7 %	0,0 %	<b>33,3 %</b>	50,6 %	11,5 %	0,0 %	0,0 %	<b>95,3 %</b>	4,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<b>4,7 %</b>
Chaires industrielles	3 644 979	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	16,5 %	0,0 %	<b>16,5 %</b>	20,6 %	43,9 %	0,0 %	0,0 %	<b>80,9 %</b>	0,0 %	19,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<b>19,1 %</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>496 507 769</b>	<b>31,8 %</b>	<b>8,1 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>4,0 %</b>	<b>1,1 %</b>	<b>3,6 %</b>	<b>3,6 %</b>	<b>53,7 %</b>	<b>24,0 %</b>	<b>10,7 %</b>	<b>1,0 %</b>	<b>0,7 %</b>	<b>90,0 %</b>	<b>3,7 %</b>	<b>1,3 %</b>	<b>0,7 %</b>	<b>2,3 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>0,4 %</b>	<b>10,0 %</b>

## Soutien de l'ANR aux projets labellisés par des pôles de compétitivité dans le cadre de ses appels à projets 2017

Intitulé pôle	Nombre de projets financés	Aide allouée projet (en M€)
Aerospace Valley	6	2,8
Agri Sud-Ouest Innovation	6	3
Atlanpole Biothérapies	4	1,3
AVENIA	2	1,4
AXELERA	10	4,7
Cancer-Bio-Santé	1	0,03
Cap Digital Paris-Région	3	1,5
CAPENERGIES	5	2,8
Céréales Vallée	3	1,7
Cosmetic Valley	1	0,6
DERBI (Énergies Renouvelables Bâtiment - Industrie)	2	1,4
EAU	3	1,7
ELASTOPOLE	1	0,6
ELOPSYS	1	0,5
EMC2 (Ensembles métalliques et composites complexes)	2	1,1
Eurobiomed	5	2,2
FIBRES-ENERGIVIE	3	1,3
FINANCE INNOVATION	2	1,2
HYDREOS	2	1,4
iDforCAR	2	1,4
Images & Réseaux	9	4,6
IMAGINOVE	2	0,9
Industries et agro-ressources	5	2,6
i-Trans (association Transports terrestres promotion)	1	0,7
LUTB Transport & Mobility Systems	2	0,7
LYON BIOPOLE	13	6,1
Materialia	4	2,2
MATIKEM	3	1,3

## Soutien de l'ANR aux projets labellisés par des pôles de compétitivité dans le cadre de ses appels à projets 2017

Intitulé pôle	Nombre de projets financés	Aide allouée projet (en M€)
Medicen	6	3,6
Mer Bretagne Atlantique	4	2,2
Mer Méditerranée	2	1
Microtechniques	2	0,6
MINALOGIC	11	4,4
MOV'EO	2	1,4
Novalog	1	0,5
Nucléaire de Bourgogne	3	1,7
Nutrition Santé Longévité	3	1,8
OPTITEC	5	2,3
PLASTIPOLIS	3	1,4
Qualiméditerranée	1	0,4
Qualitropic (Agronutrition en milieu tropical)	1	0,5
Route des Lasers	4	1,3
S2E2 (Sciences et Systèmes de l'Énergie Électrique)	3	1,7
SAFE	5	3,1
SCS (Solutions Communicantes Sécurisées)	2	0,7
SYSTEMATIC Paris région	4	1,6
TECHTERA (Textiles Techniques et Fonctionnels)	1	0,1
TENERDIS	3	2
TERRALIA	5	3
TES (Transactions Électroniques Sécurisées)	2	1,3
UP-TEX	2	0,8
VALORIAL	2	1,5
VEGEPOLYS	5	2
VIAMECA	4	1,8
VITAGORA	2	1,5
<b>TOTAL SUBVENTIONS (SANS DOUBLE ET TRIPLE COMPTES)</b>	<b>148 PROJETS</b>	<b>96 M€</b>

## Appels à projets internationaux spécifiques (bilatéraux et multilatéraux) 2017

Appel à projets	Thème(s)	Projets financés	Budget alloué par l'ANR (M€)
Bilatéral franco-allemand ANR-DFG	Sciences humaines et sociales	15	3
Bilatéral franco-américain ANR-NSF PIRE	Défis n° 2, 3 et 7	1	0,6
ARIMNET 2	Recherche agricole en Méditerranée (jeunes chercheurs)	10	1,5
ERANETMED	Méditerranée	5	1
ERA4CS (Climate Services) - JPI CLIMATE	Services climatiques	9	4,7
ERA-CAPS	Sciences moléculaires des plantes	7	1,3
ERA-GAS / JPI FACCE	Gaz à effet de serre liés aux activités agricoles et sylvicoles	7	1,3
FACCE SURPLUS / JPI FACCE	Agriculture durable	3	0,6
MARTERA / JPI OCEAN	Technologies marines et maritimes	5	1
JSF ASEAN-UE	Schéma de financement multilatéral entre l'UE et les pays de l'ASEAN sur les thèmes santé et environnement/climat	8	0,3
DIGITAL HERITAGE 2017 / JPI Culture Heritage	Patrimoine numérique	6	1,4
FLAG-ERA 2	FET Flagships « Graphene » et « Human Brain Project »	14	3,7
CHIST-ERA 2	Défis à long terme dans les STIC	4	0,9
CRCNS	Neurosciences computationnelles	5	1,5
E-RARE-3	Maladies rares	8	2,5
EuroNanoMed 3	Nanomédecine	9	2,1
HDHL-INTIMIC (HDHL Challenge 2) / JPI HDHL	Interactions entre le microbiome intestinal, le régime alimentaire et la santé	7	2,4
ERACoSysMed	Médecine des systèmes	3	1,1
ERA-CVD	Maladies cardiovasculaires	7	1,6
NEURON	Maladies du système nerveux central	6	1,8
JPco-fuND / JPI JPND	Maladies neurodégénératives	5	1,7
JPI HDHL Working Groups	Groupes de travail transnationaux sur les maladies chroniques liées au régime alimentaire	1	0,05
CoBioTech	Biotechnologies	7	1,8
ENSUF - JPI Urban Europe	Développement urbain durable	5	0,9
EN-SUGI (JPI Urban / Belmont Forum)	Nexus alimentation-eau-énergie dans un cadre d'urbanisation durable	2	0,4
Digging into data (DID) T-AP Plateforme transatlantique	« Au cœur des données numériques »	5	0,9
Norface DIAL	Inégalités	4	1,2
<b>TOTAL</b>	<b>N/A</b>	<b>168</b>	<b>41,2</b>



## Investissements d'avenir \*

Total Autorisé	9 826 418 049
Décaissements	6 912 174 800

**TOTAL CONVENTIONNÉ 9 505 627 094**

Y compris la DNC des 3 IDEX définitivement labellisés.

\*Hors campus et Saclay / hors CVT.



## Investissements d'avenir - État des projets par région au 31/12/2017 \*

Région Principale du Projet	Nombre de projets	Total Autorisé (€)	Décaissements (€)	Reste à Décaisser (€)
Auvergne-Rhône-Alpes	103	1 356 548 939	694 320 306	662 228 633
Bourgogne-Franche-Comté	9	131 484 921	55 086 876	76 398 045
Bretagne	19	296 766 524	178 748 696	118 017 828
Centre-Val de Loire	7	50 250 805	27 122 139	23 128 666
Grand Est	34	1 322 106 267	1 178 166 590	143 939 677
Hauts-de-France	30	443 619 158	227 512 320	216 106 838
Île-de-France	250	2 884 494 184	1 885 963 392	998 530 792
Normandie	11	69 017 039	49 604 906	19 412 132
Nouvelle Aquitaine	32	1 098 250 225	1 001 355 080	96 895 145
Occitanie	53	718 406 718	441 302 422	277 104 296
Pays de la Loire	11	161 605 505	90 168 575	71 436 930
Provence-Alpes-Côte d'Azur	36	1 244 467 763	1 062 423 495	182 044 268
<b>TOTAL</b>	<b>595</b>	<b>9 777 018 049</b>	<b>6 891 774 800</b>	<b>2 885 243 249</b>

Y compris la DNC des 3 IDEX définitivement labellisés.

\*Hors campus et Saclay / hors CVT.



Investissements d'avenir - État des décaissements par actions au 31/12/2017*				
Action Nom	Nombre de projets	Total Autorisé (€)	Décaissements (€)	Reste à décaisser (€)
Bio-informatique	12	17 130 082	15 549 520	1 580 563
Biotech - Bioressources	13	88 213 364	62 821 000	25 392 364
Cohortes	10	74 467 076	49 236 808	25 230 268
Consortia de Valorisation Thématiques	6	49 400 000	20 400 000	29 000 000
Démonstrateurs	4	77 993 735	58 841 385	19 152 350
Développement d'Universités Numériques Expérimentales	5	8 000 000	2 400 000	5 600 000
Equipements d'excellence	93	591 902 706	512 022 764	79 879 942
Equipements d'excellence 2	4	131 200 000	28 246 000	102 954 000
Expérimentations complémentaires des SATT	2	3 000 000	1 000 000	2 000 000
IDEX / I-SITE (y compris labex et idefi in IDEX)	77	971 094 424	358 154 148	612 940 276
Infrastructures	23	496 637 699	381 484 220	115 153 479
Initiatives d'excellence (y compris labex et idefi in IDEX)	75	3 580 670 643	3 449 994 170	130 676 473
Initiatives d'excellence en formation numérique	12	12 290 000	6 528 933	5 761 067
Initiatives d'excellence en formations innovantes (hors IDEX)	24	124 755 620	91 105 159	33 650 461
Instituts Carnot	55	136 216 771	75 286 653	60 930 118
Instituts de convergence	10	103 136 000	3 582 674	99 553 326
Instituts de recherche technologique	8	919 954 825	365 409 668	554 545 157
Instituts pour la Transition Énergétique (EX IEED)	12	367 325 393	165 036 422	202 288 971
Instituts Hospitalo-Universitaires	6	349 329 163	263 074 851	86 254 312
Instituts Hospitalo-Universitaires B	6	35 000 000	31 500 000	3 500 000
Internats d'excellence et égalité des chances	1	900 000	450 000	450 000
Laboratoires d'excellence (hors IDEX)	56	539 838 256	358 344 754	181 493 502
Make Our Planet Great Again	18	11 360 543		11 360 543
Nanobiotechnologies	8	18 842 529	16 325 446	2 517 083
Pôle hospitalier Universitaire Cancer (PHUC)	2	20 000 000	17 152 800	2 847 200
Recherches Hospitalo-universitaires en santé	24	185 423 340	47 001 086	138 422 254
Sociétés d'Accélération Transfert technologique	14	856 800 000	495 673 998	361 126 002
Sûreté nucléaire	21	55 535 879	35 552 341	19 983 538
<b>TOTAL</b>	<b>601</b>	<b>9 826 418 049</b>	<b>6 912 174 800</b>	<b>2 914 243 249</b>

Y compris la DNC des 3 IDEX définitivement labellisées.

\*Hors campus et Saclay.

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE  
**ANR**

**Directeur de la publication :** Thierry Damerval

**Conception, coordination éditoriale et rédaction :** ANR, Direction de l'information et de la communication – Corinne Le Ny-Gigon – Katel Le Floch

**Conception et réalisation graphique :** www.Kazoar.fr

**Crédits photo couverture :** Fotolia

**Remerciements à toutes les personnes de l'ANR qui ont contribué à l'élaboration de ce rapport.**



**Impression :** Imprimé en France en juillet 2018 par l'imprimerie Mérico - Ce document est imprimé par une entreprise certifiée Imprim'vert avec des encres végétales sur un papier certifié FSC.

"Gratuit ne peut être vendu"

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE  
**ANR**

[www.anr.fr](http://www.anr.fr)

 [Twitter@agencerecherche](https://twitter.com/agencerecherche) •  [LinkedIn](https://www.linkedin.com/company/anr) ANR