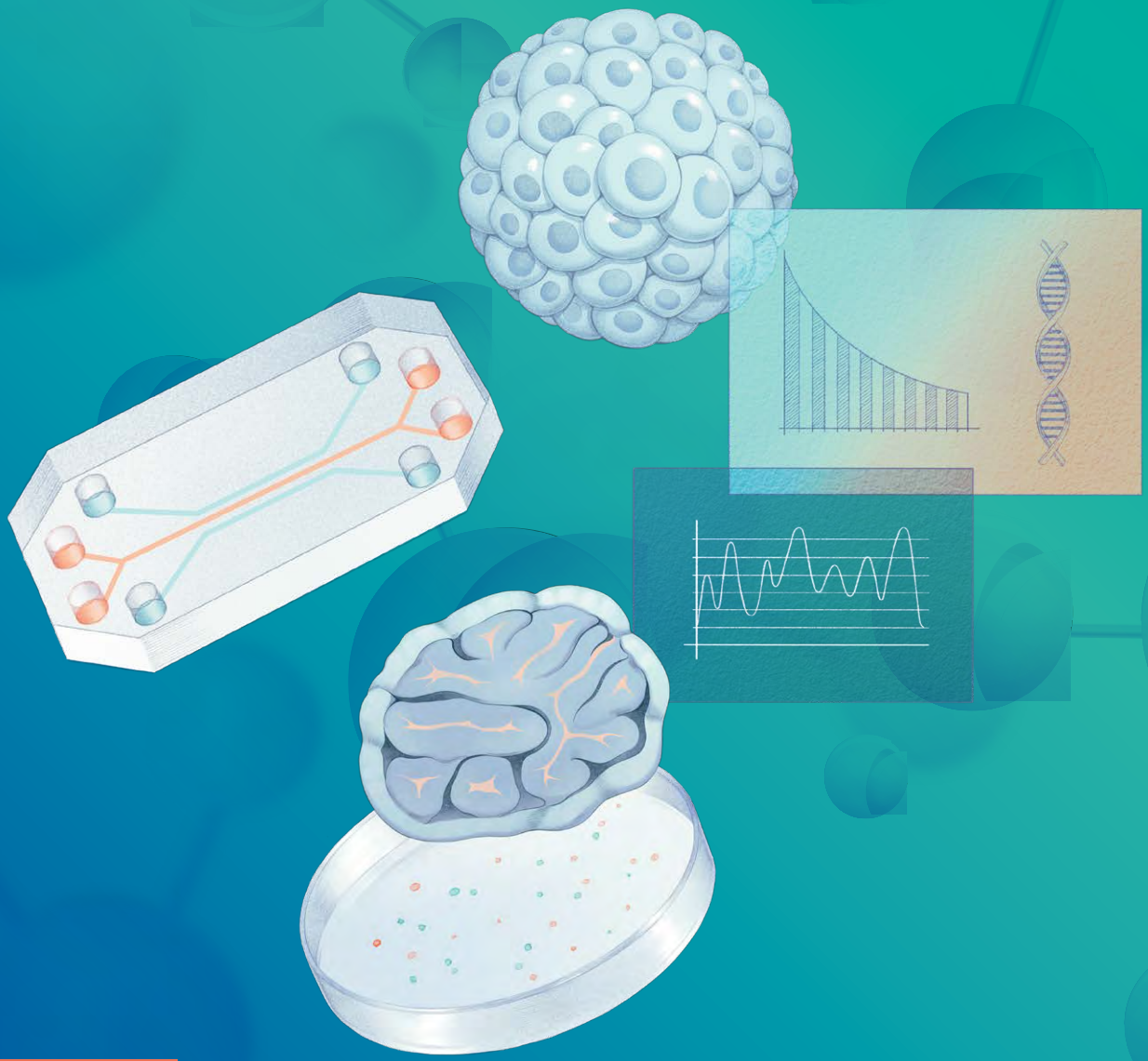
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

anr agence nationale de la recherche

FRANCE 2030

FC·3R centre français

Les méthodes non animales pour la recherche en biologie-santé



COLLOQUE
17 NOVEMBRE 2026
PARIS // MAISON DE LA RATP

Sommaire

P.02 ÉDITORIAL

- Claire Giry, présidente-directrice générale de L'Agence nationale de la recherche
- Didier Samuel, président du GIS FC3R et président-directeur général de l'Inserm

P.04 MÉTHODES NON ANIMALES EN FRANCE : ÉTAT DES LIEUX

Étude comparative 2023/2026 par FC3R

P.06 LE SOUTIEN DE L'ANR AUX MÉTHODES NON ANIMALES (2010-2025)

- Le Plan d'action
- Les projets financés dans le cadre de France 2030

P.12 LE FC3R, ACCÉLÉRATEUR DES MÉTHODES REMPLACEMENT

P.15 10 PROJETS PHARE SOUTENUS PAR L'ANR, FRANCE 2030 ET LE FC3R

Direction de la publication : Claire Giry (ANR), Didier Samuel (Inserm)
Direction de la rédaction : Fabrice Impériali (ANR), Athanassia Sotiropoulos (FC3R)
Rédaction : ANR : Philippe Bouvet, Jean-Claude Dussaule, Daniela Floriani, Sophie Gay, Jérôme Guicheux, Salomé Le Goff, Luc Pénicaud, Jean Rosenbaum, Nadia Senni, Julie Toubas - FC3R : Doris-Lou Demy, Susana Gomez, Marc le Bert, Véronique Legrand
En collaboration avec la Direction de la stratégie numérique et des données de l'ANR.
Coordination éditoriale : Elsa Drouin (ANR)
Conception graphique : Nadège Theil
Illustrations : Diane Rottner | **Impression :** Reprotechnique

Remerciements
Delphine Ganne, Charlotte Lehericy et Ana Navarette (ANR)

Imprimé sur un papier recyclé labellisé FSC®



Agence nationale de la recherche

Établissement public placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Espace, l'Agence nationale de la recherche (ANR) est l'agence de financement de la recherche sur projets en France.

Elle a pour mission de soutenir et de promouvoir le développement de recherches fondamentales et finalisées dans toutes les disciplines, tant sur le plan national, européen qu'international. Elle finance également l'innovation technique et le transfert de technologies, les partenariats entre équipes de recherche des secteurs public et privé, et renforce le dialogue entre science et société.

L'ANR est aussi le principal opérateur de France 2030 dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche pour lesquels elle assure la sélection, le financement et le suivi des projets couvrant notamment les actions d'initiatives d'excellence, les infrastructures de recherche et le soutien aux progrès et à la valorisation de la recherche.

L'ANR est certifiée ISO 9001 pour l'ensemble* de ses processus liés à la « sélection des projets » et a obtenu le label « égalité professionnelle ».



Centre Français des 3R - GIS FC3R

Fondé en 2021 par un groupement d'opérateurs majeurs de la recherche publique (Inserm, CNRS, INRAe, CEA, Institut Pasteur, Institut Curie, UDICE, Inria et France Universités) avec le soutien des ministères de la recherche (MESRE) et de l'agriculture (MAASA), le GIS FC3R est le centre de référence et le point de contact pour toutes les questions relatives aux 3R en France, et il ambitionne de le devenir à l'échelle internationale. Il est amené à favoriser la synergie et la collaboration entre les différentes parties prenantes issues des communautés de la recherche académique et industrielle en biologie et chimie et à être à l'écoute du monde associatif.

Le FC3R, centre français pour les 3R, aspire à potentialiser l'implémentation des 3R - Remplacer, Réduire, Raffiner - en France au travers de l'éducation, de la valorisation d'une recherche responsable et innovante, et d'une communication transparente.

L'approche du FC3R se veut proactive et bienveillante, engageant des actions concrètes pour fédérer et développer une communauté synergique, valoriser les initiatives positives qui en émanent, et donner de la visibilité et de l'impact à ces efforts, au sein de la communauté scientifique, mais également auprès du grand public.

* Hors international et France 2030

Éditorial

Claire Giry, présidente-directrice générale
de l'Agence nationale de la recherche



La recherche en biologie-santé connaît une évolution importante, portée par les progrès scientifiques et technologiques, mais aussi par une attention croissante aux enjeux éthiques liés à l'utilisation des animaux à des fins scientifiques.

Le développement des méthodes non animales s'inscrit dans cette dynamique. Il ouvre de nouvelles perspectives pour mieux comprendre les mécanismes du vivant, étudier les maladies et contribuer au développement de nouvelles solutions thérapeutiques, en cohérence avec le principe des 3R : remplacer, réduire et raffiner le recours aux animaux.

L'Agence nationale de la recherche (ANR) accompagne cette évolution en soutenant les projets qui font progresser ces méthodes et les communautés scientifiques qui les développent. Depuis 2010, elle a financé 133 projets consacrés aux méthodes alternatives à l'expérimentation animale, pour un montant total de 57,6 millions d'euros. Cet effort s'est nettement intensifié : entre 2021 et 2025, l'Agence a soutenu en moyenne 17 projets par an. Cette dynamique se retrouve également dans des programmes structurants de France 2030, tels les programmes prioritaires de recherche (PEPR), qui contribuent au développement de modèles expérimentaux innovants.

Organoïdes, organes sur puce, modèles cellulaires avancés et outils de modélisation numérique illustrent la diversité des approches aujourd'hui explorées. Leur développement repose sur des compétences pluridisciplinaires, à l'interface de la biologie, de l'ingénierie, de la physique, de la chimie et des sciences du numérique.
Il invite également à renforcer les liens entre recherche et innovation industrielle, afin de favoriser la validation, le transfert et l'appropriation de ces méthodes.

Au-delà de leurs perspectives scientifiques, ces approches représentent un enjeu stratégique pour la France et l'Europe. Soutenir leur développement, c'est contribuer à notre souveraineté scientifique et technologique, renforcer notre capacité d'innovation et préparer les outils de la recherche biomédicale de demain.

Coorganisé par l'ANR et le FC3R, ce colloque doit permettre de partager les avancées, de confronter les expériences et de favoriser le dialogue entre les parties prenantes. Grâce à cette réflexion collective, nous contribuerons à faire émerger des méthodes robustes, pertinentes et adaptées aux questions scientifiques posées.

Éditorial

Didier Samuel, président du GIS FC3R et
président-directeur général de l'Inserm



Le Centre français des 3R (FC3R) est un dispositif national soutenu par les grands organismes publics de recherche et les ministères. Il accompagne la mise en œuvre des principes de Remplacement, Réduction et Raffinement (3R) dans la recherche impliquant l'animal, conformément aux exigences réglementaires, éthiques et scientifiques françaises et européennes.

Le FC3R apporte un soutien financier, méthodologique et stratégique au développement et à l'adoption de méthodes de remplacement, lorsque cela est scientifiquement pertinent, et accompagne l'évolution des pratiques.

En tant que PDG de l'Inserm, j'assure la présidence du FC3R, ce qui témoigne de l'engagement fort de l'Inserm pour les 3R, en accord avec les attentes de la communauté scientifique, des politiques européennes et de la société civile.

Une inflexion du nombre d'utilisations d'animaux dans les procédures scientifiques se dessine en France, avec une baisse de plus de 20 % entre 2022 et 2024. Cette évolution résulte en grande partie des politiques menées par les ministères des tutelles, comme le financement des méthodes non animales, dans lesquelles s'inscrit la création du FC3R en tant qu'outil d'accompagnement et de structuration des pratiques.

Ce colloque, coorganisé avec l'ANR, arrive à un moment charnière : l'Europe a publié en juin 2026 une feuille de route de sortie de l'expérimentation animale pour l'évaluation de la sécurité des produits chimiques. De plus, une action stratégique européenne, à laquelle participent la France, l'Inserm et le FC3R, est en cours pour l'adoption de Nouvelles Approches Méthodologiques (NAM).

Le programme de cette journée permettra d'aller au-delà de la sphère strictement scientifique, d'identifier les leviers et les freins au développement des méthodes non animales, et d'élaborer une stratégie pour leur financement.

Je remercie l'ANR, le FC3R et l'ensemble des intervenants pour leur engagement, et j'invite toutes et tous – chercheurs, institutions, financeurs, industriels et acteurs de la société civile – à faire de cette journée le point de départ d'une dynamique collective, au service d'une recherche à la fois plus éthique et plus performante.

Méthodes non animales en France : état des lieux

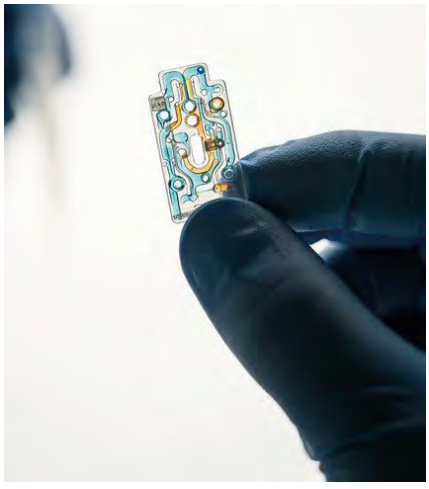
Depuis plusieurs décennies, des préoccupations éthiques et scientifiques croissantes favorisent le développement de méthodes alternatives, même si l'utilisation des animaux à des fins de recherche reste très présente dans la recherche biomédicale. Ce développement s'appuie sur le principe des « 3R » (Remplacer, Réduire, Raffiner), formulé par William Russell et Rex Burch en 1959 et inscrit dans le droit par la directive européenne 2010/63/UE, transposée en droit français en 2013.

Le recours aux modèles animaux soulève des questions éthiques et présente certaines limites : coût, durée des études et transposabilité parfois imparfaite à l'humain. Dans ce contexte, les instances européennes encouragent le déploiement de nouvelles approches méthodologiques (NAM, pour New Approach Methodologies), susceptibles de réduire, directement ou indirectement, le recours à l'animal.

Le 1er juin 2026, la Commission européenne a ainsi publié une feuille de route (Roadmap towards phasing out animal testing for chemical safety assessments) qui fixe les objectifs et les étapes d'une sortie progressive de l'expérimentation animale dans l'évaluation de la sécurité des substances chimiques.

Bien que les nouvelles approches méthodologiques aient apporté aux laboratoires de recherche une rapidité dans l'obtention des résultats, une réduction des coûts et une meilleure prédictibilité pour certains tests (toxicologie, criblage précoce), elles s'avèrent encore souvent insuffisantes à reproduire les interactions cellulaires et tissulaires ainsi que la variabilité biologique.

SCANNEZ
POUR CONSULTEZ
LA FEUILLE DE ROUTE



Étude comparative 2023/2026 par FC3R

Mesurer le recours aux méthodes non animales en France est indispensable pour accompagner leur développement et leur adoption. En 2023, le FC3R en a dressé un premier état des lieux à partir de 511 répondants (voir le rapport 2023). Pour en suivre l'évolution, une nouvelle enquête a été lancée en 2026 en collaboration avec le *Comité scientifique Pro Anima*. Les résultats présentés ici sont provisoires : ils portent sur les 547 réponses complètes recueillies au 28 septembre 2026, extraites sans tri préalable. **Les résultats définitifs seront publiés début 2027.** Comme en 2023, les répondants sont très majoritairement issus du secteur académique (90 %), et plus de la moitié d'entre eux sont des chercheurs.

Tous les domaines de la biologie santé sont concernés

Les méthodes non animales sont utilisées dans tous les domaines de la biologie et de la santé. Les trois domaines les plus représentés restent les mêmes entre 2023 et 2026 : système nerveux et sensoriel, cancérologie, puis système immunitaire et infectiologie *(Tableau 1)*.

Tableau 1 I Répartition en domaines de recherche en 2026 par nombre d'occurrences

Domaines de recherche	Nombre d'occurrences	%
Système nerveux et sensoriel	265	16,4
Cancérologie	220	13,6
Système immunitaire et Infectiologie	192	11,9
Découverte et développement de médicaments	161	9,9
Développement précoce, Embryogenèse	84	5,2
Toxicologie	118	7,3
Système gastrointestinal et Foie	121	7,5
Ingénierie	90	5,5
Système cardiovasculaire et lymphatique	92	5,7
Système musculosquelettique	86	5,3
Système endocrinien et Sein	65	4
Système respiratoire	55	3,4
Système urogénital	33	2
Cosmétique	25	1,5
Système tégumentaire	13	0,8
	1620	**100**

Des approches méthodologiques très diverses

Les méthodes utilisées sont très variées et leur répartition évolue peu entre 2023 et 2026. Les cultures cellulaires complexes (organoïdes, tumoroïdes, embryoïdes et autres cultures 3D, bio-impression 3D et systèmes microfluidiques) représentent 46 % des approches. Les approches numériques progressent pour atteindre 16 % en 2026 contre 13 % en 2023 *(Tableau 2)*.
Par ailleurs, une large majorité des répondants combine approches non animales et modèles animaux (69 % en 2026), ce qui témoigne dans la pratique de la complémentarité de ces approches expérimentales.

SCANNEZ
POUR CONSULTEZ
LE RAPPORT 2023

Tableau 2 I Répartition des approches non animales utilisées en 2026 par nombre d'occurrences

Types d'approche	Nombre d'occurrences	%
Cultures 2D	393	32,6
Organoïdes	205	17
Approches numériques	194	16,1
Autres cultures 3D	145	12
Systèmes microfluidiques	94	7,8
Tumoroïdes	75	6,2
Bio-impression 3D	38	3,2
Embryoïdes	16	1,3
Autres	47	3,9
	1207	**100**

Le financement, premier levier

En 2023 comme en 2026, les répondants désignent le financement des projets comme le premier levier de développement des approches non animales, suivi de près par le partage de ressources et la formation.
Sur ce point, la situation a nettement évolué : la part des projets sans financement dédié est passée de 24 % en 2023 à 8 % en 2026, soit trois fois moins. On observe une augmentation du nombre de financements (le nombre de financements déclarés a presque doublé passant de 479 en 2023 à 810 en 2026) qui s'explique en partie par la hausse des moyens alloués par l'ANR et les PEPR dans le cadre de France 2030. Leur répartition par catégorie de financeurs reste stable cependant *(Tableau 3)*.

Tableau 3 I Répartition des financements soutenant des méthodes non animales en 2026 par nombre d'occurrences

Sources de financements	Occurrences	%
ANR (France 2030 inclus) / ANRS / INCa	257	31,7
Fondations / Associations	174	21,5
Subventions européennes	105	13
Subventions régionales	114	14,1
Autres sources de financements (FC3R, Crédit d'impôt recherche, financements internationaux hors Europe, Instituts Carnot…)	102	12,6
Privé	58	7,7
	810	**100**

Dans ce contexte, le FC3R et l'ANR se sont associés pour réaliser cette brochure et organiser un colloque dédié aux méthodes non animales en recherche en biologie-santé. Cette initiative vise à mettre en lumière les financements mobilisés par les deux organismes en faveur de ces méthodes et à favoriser les échanges autour des avancées, des limites et des perspectives de leur développement.

Le soutien de l'ANR aux méthodes non animales (2010-2025)

Le développement de méthodes alternatives à l'expérimentation animale mobilise une diversité de modèles expérimentaux, de technologies et de disciplines scientifiques. En soutenant, dans le cadre de son Plan d'action et du Plan France 2030, les projets consacrés à leur conception et à leur développement, l'ANR accompagne l'évolution des approches expérimentales en recherche en biologie-santé.

LE PLAN D'ACTION DE L'ANR

133
projets financés

57,6 M€
alloués

17
projets financés
par an, en moyenne
(depuis 2021)

7,7 M€
de financement
par an, en moyenne
(depuis 2021)

Depuis 2010, dans le cadre de son Plan d'action, l'ANR a financé **133 projets**[1] pour un montant total de **57,6 millions d'euros** pour le développement de méthodes alternatives à l'expérimentation animale. Ce soutien s'est renforcé au cours des dernières années : le nombre moyen de projets financés par année est passé de **4 entre 2010 et 2020 à 17 entre 2021 et 2025.** Cela s'est logiquement accompagné d'une augmentation du financement annuel moyen qui est passé de **1,7 million d'euros entre 2010 et 2020 à 7,7 millions d'euros entre 2021 et 2025.**

Ces financements mobilisent une grande diversité d'instruments *(Tableau 4)*, dominés par les PRC (41 % des projets) et les JCJC (20 %). Les collaborations internationales représentent 15 projets (11 %), répartis entre PRCI (9 projets) et projets multilatéraux européens (6 projets). Les collaborations public privé regroupent 21 projets (16 %), principalement financés via les PRCE (15 projets) et les LabCom (4 projets), auxquels s'ajoutent une chaire industrielle et un projet ASTRID[2].
La répartition par instrument suit la répartition globale des projets financés dans le Plan d'action.

Tableau 4 I Répartition des projets par type d'instrument de financement (2010 à 2025)

Edition	Nb projets	% projets
PRC - Projets de recherche collaborative	55	41 %
JCJC - Jeunes chercheurs - jeunes chercheuses	27	20 %
PRCE - Projet de Recherche Collaborative - Entreprise	15	11 %
PRCI - Projets de recherche collaborative - International	9	7 %
MRSEI - Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux	7	5 %
Projets multilatéraux Europe	6	4,5 %
Autres actions spécifiques ponctuelles	6	4,5 %
LabCom	4	3 %
Chaires industrielles	1	1 %
TERC - Tremplin ERC	1	1 %
PRME - Projets de recherche mono-équipe	1	1 %
ASTRID	1	1 %



Ces projets s'inscrivent majoritairement dans **l'Appel à projets générique (AAPG)[3], qui représente 80,5 % des projets financés.** La répartition entre les différents comités scientifiques de l'AAPG *(Tableau 5)* illustre la généralisation de ces recherches. Les projets relèvent principalement des Technologies pour la santé, de l'Innovation biomédicale, de la Physiologie et physiopathologie, de la Biologie et médecine régénératrice ou encore des interfaces entre sciences du numérique, biologie et santé.

Le développement de modèles non animaux mobilise ainsi des compétences et des approches issues de domaines scientifiques complémentaires, à l'interface entre biologie, médecine, ingénierie et sciences du numérique.

Tableau 5 I Répartition des projets de l'AAPG[3] par comité scientifique d'évaluation (instruments PRC, PRCI, PRCE, PRME et JCJC) entre 2010 et 2025

Comité	Nb projets	% projets
CE19 - Technologies pour la santé	22	20 %
CE18 - Innovation biomédicale	18	17 %
CE14 - Physiologie et physiopathologie	16	15 %
CE52 - Biologie et Médecine régénératrice[4]	12	11 %
CE45 - Interfaces : mathématiques, sciences du numérique – biologie, santé	8	7 %
CE17 - Recherche translationnelle en santé	6	5 %
CE15 - Immunologie, Infectiologie et Inflammation	5	5 %
CE13 - Biologie cellulaire, biologie du développement et de l'évolution	4	4 %
CE34 - Contaminants, écosystèmes et santé	2	2 %
CE20 - Biologie des animaux, des organismes photosynthétiques et des micro-organismes	3	3 %
CE51 - Sciences de l'ingénierie et des procédés[5]	2	2 %
CE42 - Capteurs, imageurs et instrumentation	2	2 %
CE16 - Neurosciences moléculaires et cellulaires - Neurobiologie du développement	2	2 %
CE06 - Polymères, composites, physico-chimie de la matière molle	2	2 %
CE35 - Maladies infectieuses et environnement	1	1 %
CE11 - Caractérisation des structures et relations structure-fonction des macro-molécules biologiques	1	1 %
CE09 - Nanostructures, nano-objets et nanomatériaux à propriétés (multi)fonctionnelles	1	1 %

[1] Ces projets ont été identifiés à partir d'une recherche par mots-clés dans la base de données générale de l'ANR. Seuls les projets portant sur le développement de méthodes alternatives à l'expérimentation animale ont été retenus ; les projets ayant recours à ces méthodes sans contribuer à leur développement n'ont pas été inclus.
[2] ASTRID : Appel Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense
[3] L'Appel à projets générique (AAPG) est le principal appel à projets de l'ANR.
[4] CE52 créé en 2022.
[5] CE51 créé en 2022.



L'évolution des techniques développées *(Figure 1)* atteste d'une **accélération marquée entre les périodes analysées pour les cultures 3D (organoïdes, sphéroïdes et autres cultures 3D) et les systèmes microfluidiques** (de 7 à 28 occurrences), en accord avec les développements technologiques récents.

Les thématiques dominantes *(Figure 2)* incluent le **système gastro-intestinal et foie (19,5 %),** le **système nerveux et sensoriel (18,8 %),** et la **découverte et développement de médicaments (16,5 %).**

Figure 1 I Répartition des approches non animales utilisées par nombre d'occurrences

Un même projet a pu être associé à plusieurs techniques de recherche

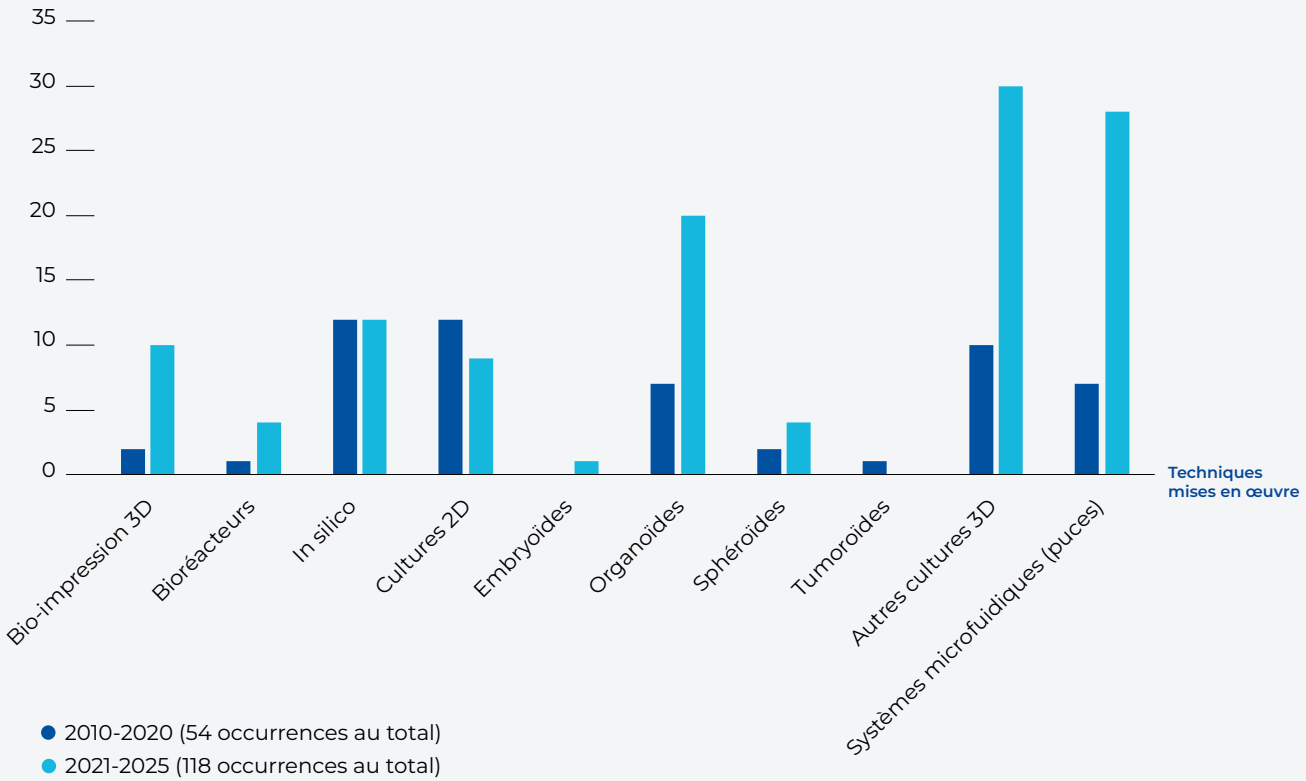
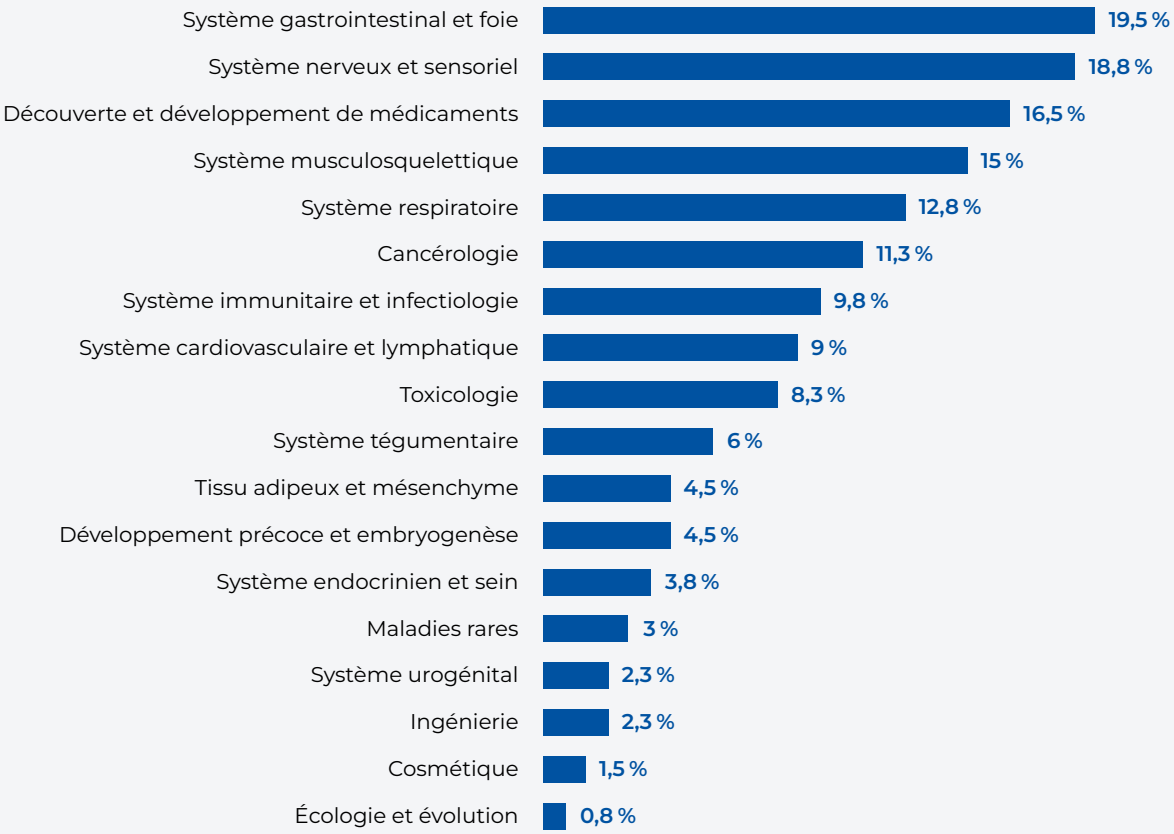


Figure 2 I Répartition par domaine de recherche en pourcentage d'occurrences (199 au total)

Un même projet a pu être associé à plusieurs domaines de recherche



Au-delà du financement de projets individuels, ce portefeuille de projets contribue à structurer une communauté scientifique large. Les 133 projets réunissent 393 partenaires, dont 308 bénéficiaires de l'ANR, au sein de 79 institutions et 177 laboratoires. Ces données illustrent la contribution de l'ANR au développement de méthodes alternatives à l'expérimentation animale, qui reposent sur une diversité de modèles, de technologies et de disciplines scientifiques. En soutenant cette pluralité d'approches, l'ANR contribue à favoriser le développement de nouvelles solutions expérimentales pour la recherche en biologie-santé.

LES PROJETS FINANCÉS DANS LE CADRE DE FRANCE 2030

L'ANR a été désignée en 2010 opérateur de l'État pour les actions des Programmes d'investissement d'avenir, puis de la gestion de France 2030 dans le champ de l'enseignement supérieur et de la recherche en 2021. À ce titre, elle met en œuvre, pour le compte de l'État, l'attribution de près de 9 milliards d'euros de financements, destinés à soutenir des projets de recherche et de formation d'envergure internationale.

108
projets financés
(2010 à 2034)

1 Md€
dont 40 % consacrés aux NAM :
401 M€ (2010 à 2034)

88
projets financés
(2021 à 2025)

25 M€
de financement
par an, en moyenne
(2021 à 2025)

Depuis 2010, **108 projets financés**[1] par les PIA et France 2030. Ils se répartissent à l'intérieur de 22 actions distinctes et ont reçu une aide conventionnée de **1 milliard d'euros**[2] **mais seuls 40 % de cette somme ont étés affectés spécifiquement aux nouvelles approches méthodologiques.**

Parmi ces actions, quatre représentent près des 2/3 de ces projets ; il s'agit des Labex (Laboratoires d'Excellence, 20 projets), des RHU (programmes de Recherche Hospitalo-Universitaire, 19 projets), des IHU (Instituts hospitalo-universitaires, 13 projets), et des projets inclus dans le PEPR (Programmes et Équipements Prioritaires de Recherche) MED-Ooc (13 projets). Il faut souligner que 44 % des actions ne sont présentes qu'au titre de 1 à 4 projets. Les Infrastructures sont peu nombreuses par rapport aux projets labelisés LabEx ou RHU mais structurantes en termes d'innovations méthodologiques. On peut ainsi citer ECELL-France (Infrastructures de recherche nationale de thérapie cellulaire) et INGESTEM (Infrastructure nationale d'ingénierie des cellules souches pluripotentes et cellules différenciées). D'un point de vue chronologique, l'importance donnée récemment aux NAM est attestée par le nombre élevé de projets conventionnés durant les 4 dernières années (2022-2025), représentant près de 50 % du total recensé depuis 2010. Cependant les LabEx conventionnés en 2010 et 2011, se perpétuant encore ou dévolus aux IdEx/iSite, représentent également un contingent important. On peut en effet considérer que les LabEx ont été des précurseurs essentiels au développement de ces méthodes alternatives, désormais intégrées dans des programmes complexes, à finalité médicale tels que les PEPR MED-OoC PEBI ou CELL-ID dont les actions vous se poursuivre dans les années à venir :

• **Le PEPR MED-OoC - Organes et organoïdes sur puces (doté de 48,4 millions d'euros sur six ans)** est entièrement dédié au développement des organoïdes, sphéroïdes et tumoroïdes, associés systématiquement à de la microfluidique.

• **Le PEPR PEBI - Biothérapies et bioproduction de thérapies innovantes (BBTI) (doté de 80 millions d'euros sur sept ans)** vise le développement et la production des biothérapies, notamment les thérapies cellulaires, tissulaires et géniques, ainsi que les technologies de bio-ingénierie. De nombreux projets s'appuient sur le développement d'organoïdes et de micro fluidiques.

• **Le PEPR CELL-ID - Identités et destins cellulaires (doté de 50 millions d'euros sur 7 ans)** s'axe principalement sur le développement de modèles expérimentaux (organoïdes, outils de modélisation prédictive, étude des trajectoires cellulaires…) en vue de promouvoir la médecine d'interception, en particulier dans le domaine de l'oncologie neuropédiatrique, sans que le remplacement des animaux ne constitue l'objectif principal de ce programme.

La *figure 3* permet de visualiser les différentes méthodologies regroupées sous l'appellation NAM. Parmi les méthodes *in vitro*, à côté des cultures cellulaires en 2D qui restent une référence, la méthode novatrice qui prime est celle des organoïdes. Cette méthodologie se retrouve à égalité 44 fois avec les approches *in silico* portées en particulier par le PEPR Santé Numérique, ces méthodes étant suivies d'assez loin par les systèmes microfluidiques (n=22) tandis que les bioréacteurs et les bio-impressions 3D restent encore peu développés.
Il faut souligner que parmi les 108 projets, on constate fréquemment une complémentarité avec l'expérimentation animale plutôt qu'un usage exclusif des NAM.

La *figure 4* représente les différentes sous-disciplines biomédicales ayant bénéficié de l'utilisation des nouvelles approches méthodologiques. Cette compilation reste cohérente avec les données déjà connues à l'échelle du Plan France 2030 dans sa globalité. La cancérologie occupe très largement la première place, avec 24 % des projets, devant les neurosciences (13 %) et l'association immunologie/infectiologie (12 %). Il est à noter que la pharmacologie, entendue ici comme la découverte et le développement de médicaments, arrive en quatrième position, à égalité avec la gastro-entéro-hépatologie (8 %). Cette répartition s'explique notamment par le poids du PEPR MED-OOC dans cet ensemble.

Plus largement, les disciplines représentées sont relativement diversifiées, avec 20 domaines identifiés. Le total des occurrences est supérieur au nombre de projets recensés, certains projets relevant de plusieurs disciplines et présentant ainsi un caractère multithématique.

Figure 3 I Les différentes approches méthodologiques regroupées sous l'appellation NAM dans le cadre de France 2030 (entre 2010 et 2025)

Nombre total d'occurrences : 169

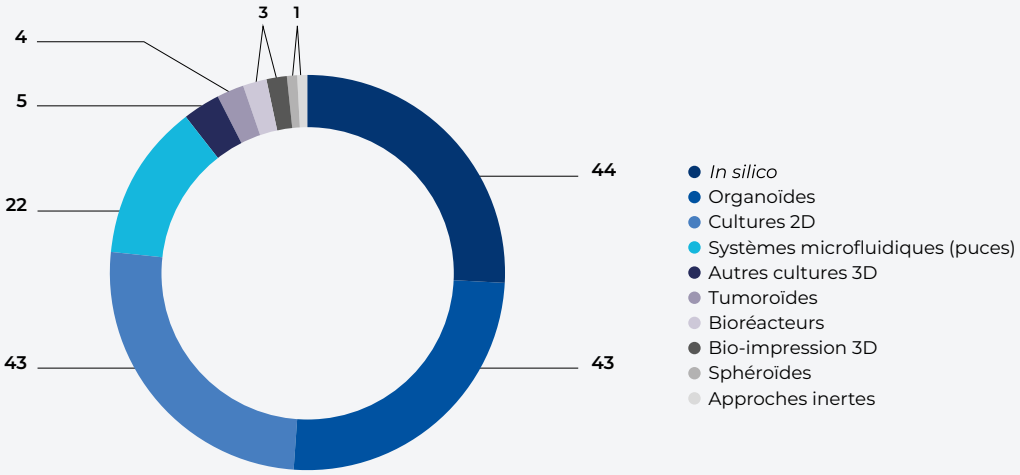
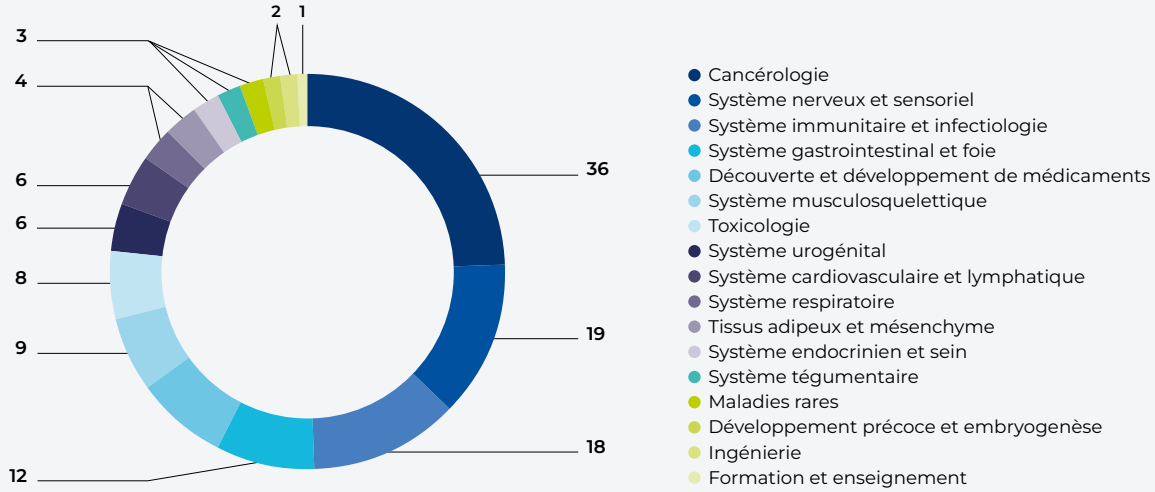


Figure 4 I Les différentes sous-disciplines biomédicales ayant bénéficié de l'utilisation des NAM au sein des projets financés dans le cadre de France 2030 (entre 2010 et 2025)

Nombre total d'occurrences : 136



Les totaux des méthodes utilisées (169) et des sous-disciplines (136) excède le nombre de projets concernés car les premières sont fréquemment associées entre elles et pour les secondes, du fait du caractère multi-thématique de plusieurs projets.

[1] Les projets financés par les PIA et France 2030 sont pluriannuels, d'une durée variable entre 3 et 17 ans selon les actions. Le nombre de projets en cours, dédiés aux NAM, s'est densifié durant ces dernières années, notamment entre 2021 et 2025.
[2] Compte tenu du caractère pluriannuel des projets France 2020, le montant conventionné pour ceux d'entre eux dédiés aux NAMS court jusque 2034.

Le FC3R, accélérateur des méthodes de Remplacement (2022-2025)

50 %
des appels à projets annuels du FC3R sont exclusivement dédiés au Remplacement (3 sur 6)

80 %
des candidatures reçues portent sur les méthodes non animales (383 candidatures au total)

1
appel à projets en cours/ouvert « Développer et renforcer les méthodes de Remplacement »

35
projets sur des méthodes non animales financés par le FC3R

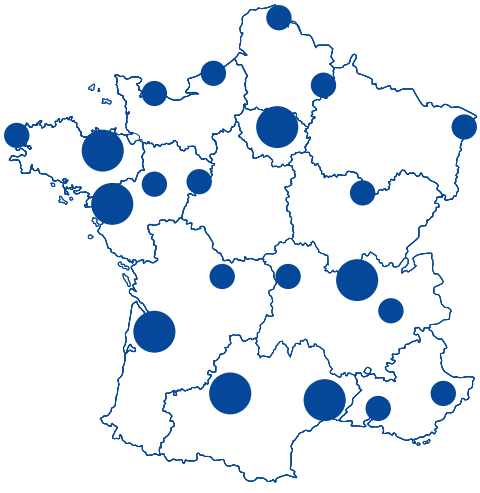
1 516 737 €
dédiés au Remplacement

43 335 €
de subvention en moyenne par projet retenu

10
publications associées dont 1 Short Note

Le FC3R a également développé **AREA,** un annuaire en ligne qui répertorie plus de 435 compétences en méthodes substitutives à l'expérimentation animale en France, afin de faciliter l'identification d'expertises en méthodes non animales et le développement de collaborations pour Réduire et Remplacer l'utilisation d'animaux à des fins scientifiques.

SCANNEZ
POUR CONSULTEZ
L'ANNUAIRE EN LIGNE



Les appels à projets, cœur de l'action du FC3R

Le FC3R a pour mission de promouvoir les 3R en France et en particulier le Remplacement de l'utilisation d'animaux en recherche, par des actions concrètes et proactives. **Le financement annuel de projets de recherche représente 70 % du budget du FC3R** et joue un rôle structurant majeur en soutenant et en valorisant les initiatives 3R en France.

Trois appels à projets sur six dédiés au Remplacement

Depuis 2022, trois appels à projets ont été exclusivement dédiés au Remplacement. Le premier portait sur le Remplacement des animaux et des produits d'origine animale en recherche ; le deuxième y a ajouté une dimension collaborative. Le dernier « Développer et renforcer les méthodes de Remplacement », actuellement ouvert, met l'accent sur la reproductibilité et la robustesse des résultats expérimentaux.

Les principaux domaines couverts par les 35 projets lauréats sont le système nerveux et sensoriel, suivi de l'ingénierie *(Figure 5)*.

Toutes les approches non animales sont représentées *(Figure 6)*, particulièrement les systèmes complexes de type organoïdes, microfluidique, impression 3D, etc. (65 % versus 46 % au niveau national), en accord avec la forte représentation de l'ingénierie *(Figure 5)*.



« Il est important de faire coexister dans l'écosystème différents types de financements dédiés aux méthodes non animales, ayant des granulométries, des finalités et des objectifs distincts mais complémentaires, afin de définir une stratégie nationale de financement des 3R, et en particulier des NAM. »

Athanassia Sotiropoulos,
directrice du GIS-FC3R

Figure 5 I Répartition des domaines et systèmes de recherche utilisés par les lauréats (nombre d'occurrences 78)

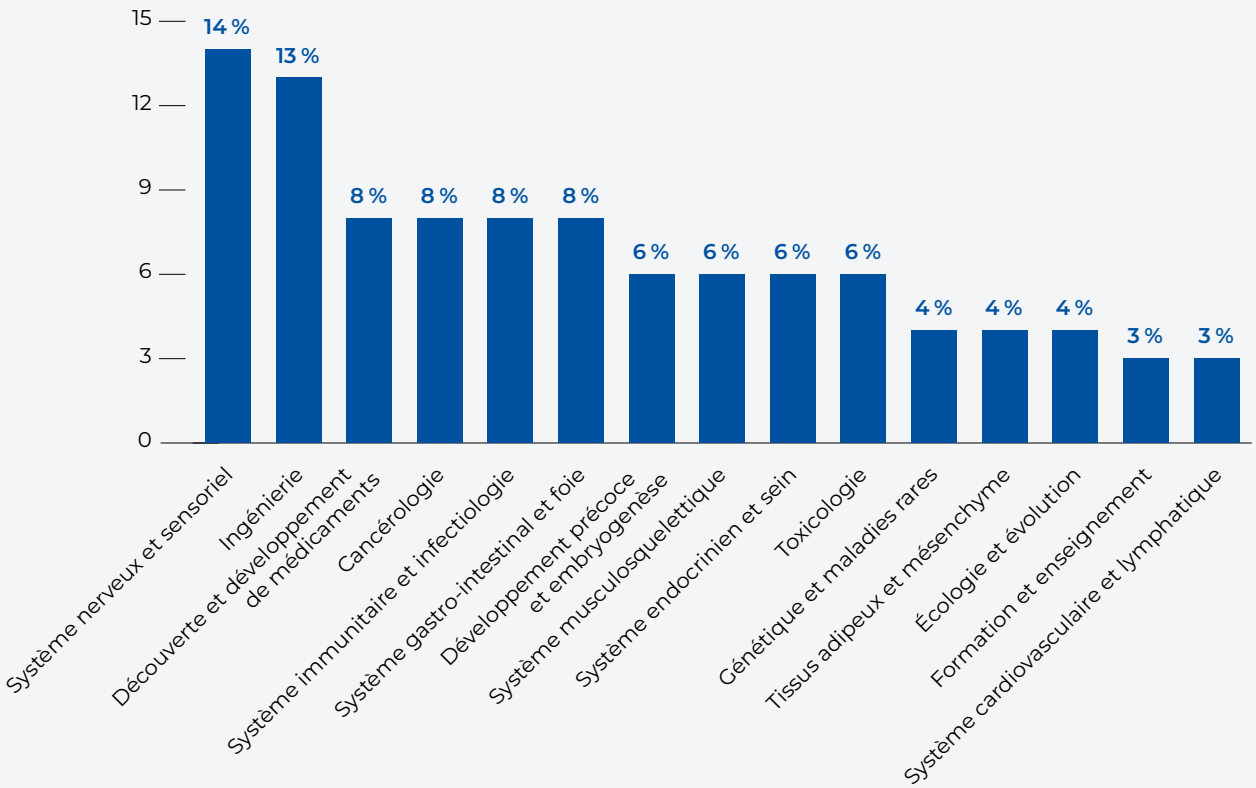
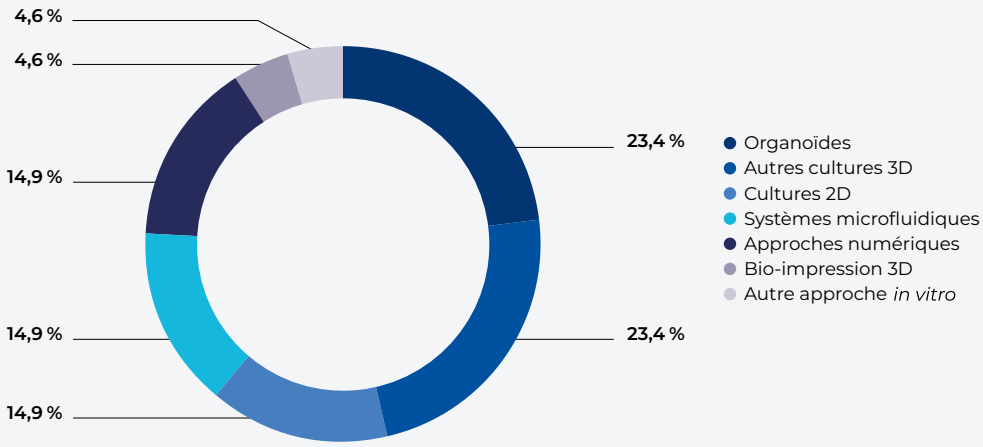


Figure 6 I Répartition des approches non animales utilisées par les lauréats (nombre d'occurrences 47)



Une forte attente de la communauté scientifique

Cet engagement trouve un fort écho au sein de la communauté scientifique et répond à un réel besoin : les appels dédiés au Remplacement reçoivent en moyenne 132 candidatures, contre 40 pour les autres thématiques 3R. **À ce jour, 60 % des projets financés par le FC3R portent sur des méthodes non animales (35 projets sur 58)** pour un investissement de 1 516 737 €, soit 64 % du budget des appels à projets (2 381 660 €).

Un effet de levier

Sélectionnés par le Comité scientifique du FC3R après évaluation par des experts, ces projets se distinguent par leur qualité scientifique, leur potentiel de développement et leur capacité à transformer concrètement la mise en œuvre des 3R.

Avec une subvention moyenne de 43 335 €, le soutien du FC3R joue un rôle d'amorçage, permettant d'initier des projets, d'établir des preuves de concept et d'accéder ensuite à des financements plus importants. Cet effet de levier est illustré par deux lauréats du FC3R lors du colloque :

• Alexandre Grassart (FC3R / Inv-FAE-on-chip) poursuit le développement de modèles intestinaux autologues, neurocompétents et immunocompétents avec les financements du CDP MOSAIC, du PEPR Transcend ID et du PEPR MED-OoC.

• Audrey Ferrand (FC3R / GUTSCREEN) développe des matrices biomimétiques et des outils d'imagerie avancée pour les organes sur puce dans le cadre du projet EnVie (PEPR MED-OoC).

Visibilité et retombées

Au-delà du financement, les lauréats bénéficient d'une visibilité accrue sur les supports de communication du FC3R, dans la programmation des webinaires mensuels et des conférences. Ces projets ont déjà donné lieu à des retombées concrètes : obtention de prix, présentations scientifiques et dix publications associées, dont une « Short Note ».

La plateforme de science ouverte « Short Notes » du FC3R permet le partage des résultats de recherche non publiés, dont les résultats négatifs, après revue par des pairs. Cela permet de rendre compte de l'utilisation des moyens et des ressources engagés dans les projets et contribue ainsi à l'optimisation des financements publics et privés.

10 projets phare soutenus par l'ANR, France 2030 et le FC3R

Des modèles structuraux à l'IA : la convergence de *in silico* et de la bio-ingénierie pour une pharmacologie personnalisée

> **« Notre approche hybride, alliant pharmacologie structurale et computationnelle, organes-sur-puces et bientôt l'implémentation dans des modèles d'IA permet d'offrir une vision intégrative et mécanistique de la pharmacocinétique multi-organe, tout en réduisant l'utilisation de modèles animaux au profit des NAMs. »**
>
> Florent DI MEO, coordinateur du projet IMOTEP, Inserm, Inserm U1248 P&T, Université de Limoges

Enjeux et objectifs

La prédiction de la pharmacocinétique (PK) manque de données mécanistiques sur les transporteurs membranaires. L'enjeu est de prédire finement l'exposition locale aux xénobiotiques, les interactions médicamenteuses et la variabilité interindividuelle pharmacogénétique. L'objectif premier est de développer une PK locale intégrative (passage membranaire, transcellulaire incluant la communication inter-organe médiée par les transporteurs) en s'affranchissant des modèles animaux précliniques qui ne reproduisent pas certaines spécificités fonctionnelles des transporteurs humains. Ces connaissances alimenteront un bloc biologique mécanistique pour les modèles prédictifs de PK.

Alternative à l'expérimentation animale développée

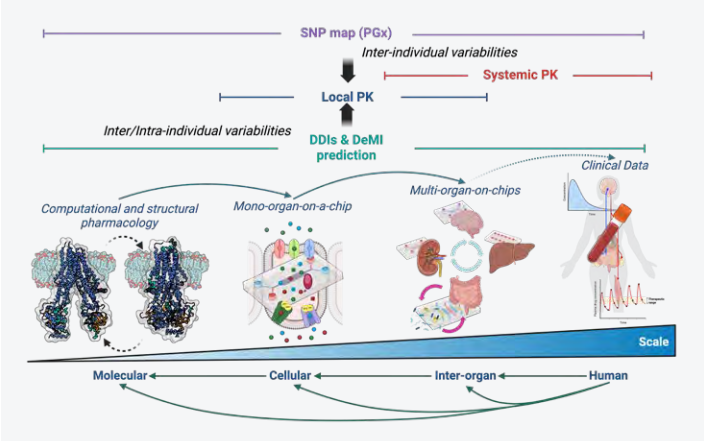
L'alternative repose sur une stratégie multi-échelle couplant pharmacologie structurale et computationnelle et modèles biomimétiques *in vitro*. En amont, des modèles de simulations de dynamique moléculaire caractérisent la flexibilité conformationnelle des transporteurs d'intérêt pharmacologique (SLC et ABC) et l'affinité des médicaments. En aval, cette modélisation est validée par des systèmes de micro-fluidique d'organes-sur-puces. Ces modèles permettent de reproduire un système minimal de l'axe foie-rein de façon dynamique.

Résultats majeurs

Bénéficiant des avancées en cryo-EM et en prédiction par IA, nous avons reconstruit in silico des modèles robustes et la dynamique de transporteurs clé (MRP1, MRP4, OAT1, ABCB4...). Cela offre une vision atomique des interactions xénobiotique/transporteur et de l'impact des variants. En parallèle, notre modèle de l'axe foie-rein montre une expression des transporteurs d'importance supérieure aux cultures classiques. La connexion foie-rein a permis de modéliser expérimentalement le métabolisme et l'élimination rénale de pharmacophores typiques, prouvant les variabilités de la PK et les interactions médicamenteuses médiées par les transporteurs cationiques.

Impact et perspectives

Ce cadre offre une alternative humaine, mécanistique et explicable pour anticiper la PK locale, la toxicité et les interactions médicamenteuses ou endogènes, notamment dans les phases précoces de développement. A terme, ces signatures biophysiques et biologiques alimenteront les modèles d'IA pour construire des modèles minimalistes de PK physiologique (PBPK) contraint vers la PK systémique. Ces avancées s'intègrent dans la création de jumeaux numériques pharmacologiques (PEPR DIGPHAT), ouvrant la voie à une personnalisation de la prédiction pharmacologique et surtout diminuant le recours à des modèles *in vivo* en phase pré-clinique.



<< Stratégie multi-échelle pour la pharmacocinétique locale intégrative.
© DI MEO

PROJETS & FINANCEMENTS

AAPG 2019 | IMOTEP - Modèles in silico du transport membranaire des xénobiotiques pour améliorer la médecine de précision

Financeur : ANR

Montant : 382 000 €

Coordination scientifique : Florent DI MEO, Inserm U1248 Pharmacology & Transplantation, Université de Limoges

Durée : 2019 à 2023

AAPG 2021 | RAPRACLID - Les analogues de la roscovitine comme pharmacothérapies ciblées pour les maladies cholestatiques rares

Financeur : ANR

Montant : 605 000 €

Coordination scientifique : Thomas FALGUIERE, Inserm U1193 HepaREG, Université Paris Saclay

Durée : 2021 à 2025

AAPG 2025 | SOPREVAC - Optimisation structurale et validation préclinique de correcteurs d'ABCB4

Financeur : ANR

Montant : 664 000 €

Coordination scientifique : Thomas FALGUIERE, Inserm U1193 HepaREG, Université Paris Saclay

Durée : 4 ans depuis 2025

PEPR SantéNum | Projet DIGPHAT - Modélisation longitudinale et multi échelle en pharmacologie : vers la conception de jumeaux numériques pharmacologiques

Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 60 M € (SantéNum) dont 1 797 950 € pour le projet DIGPHAT

Direction scientifique du PEPR : Inserm, Inria

Coordination scientifique (DIGPHAT) : Jean-Baptiste WOILLARD, Université de Limoges

Durée : 4 ans depuis 2023

Approches statistiques et de modélisation mécaniste pour explorer la létalité synthétique et personnaliser les thérapies du glioblastome

« Le projet vise à développer des méthodes mathématiques intégrant des données multimodales de grande dimension pour identifier des interactions de létalité synthétique et guider la conception de traitements personnalisés ciblant les cellules cancéreuses tout en épargnant les cellules saines. Il vise aussi à étendre ce concept à d'autres maladies génétiques dégénératives, en prévenant ces interactions pour protéger les cellules. »

Annabelle BALLESTA, coordinatrice scientifique du projet SYNLET, Équipe Pharmacologie des systèmes contre le cancer, INSERM U1331 Oncologie Computationnelle, Institut Curie

Enjeux et objectifs

Comment cibler les cellules malades tout en préservant les cellules saines ? Le projet associe statistiques et modélisation mathématique des données multimodales en oncologie pour identifier et comprendre la létalité synthétique : l'inhibition conjointe de deux gènes entraîne la mort cellulaire, contrairement à leur inhibition isolée. Appliquée au glioblastome, cette approche vise à identifier des cibles et des combinaisons thérapeutiques qui seront ensuite validées sur des lignées dérivées de patients. Ces méthodes pourraient aussi être transposées aux maladies génétiques dégénératives pour prévenir ces interactions et protéger les cellules.

Alternative à l'expérimentation animale développée

Le projet combine l'analyse statistique de données multi-omiques et de criblages génétiques sur de nombreuses lignées cellulaires (DepMap), avec une modélisation mécaniste par équations différentielles pour guider la détection de paires de gènes létales synthétiques. Appliquée au glioblastome, cette approche vise à identifier de nouvelles interactions de létalité synthétique et à hiérarchiser les cibles thérapeutiques pour orienter les expériences *in vitro* et réduire le recours à l'expérimentation animale.

Résultats majeurs

Un algorithme prédisant les interactions de létalité synthétique a été développé et optimisé à partir des données DepMap de plus de 1 000 lignées cancéreuses. Appliqué aux tumeurs présentant des mutations du complexe SWI-SNF, il a identifié l'interaction SMARCA4–EP300, validée *in vitro* dans deux modèles cellulaires. Dans le glioblastome, 90 interactions candidates ont été retenues ; dix cibles et dix lignées dérivées de patients ont été sélectionnées pour des criblages par ARN interférents en culture 3D. Une validation sur des paires de lignées isogéniques est prévue.

Impact et perspectives

L'analyse statistique et la modélisation mathématique des données multimodales en oncologie contribuent à identifier des traitements anticancéreux personnalisés, tout en réduisant le recours aux expérimentations *in vitro* et *in vivo*. Le développement récent d'algorithmes d'apprentissage machine et profond ouvre la voie à de meilleures performances prédictives. À terme, ces approches pourraient être transposées à d'autres pathologies, en exploitant la richesse des données oncologiques pour découvrir de nouvelles pistes thérapeutiques.

PROJETS & FINANCEMENTS

AAP Digital Tools, 2023 | Projet SYNLET - Investigating Synthetic Lethality to Guide Personalization of Glioblastoma Treatment

Financeur : FC3R

Montant : 42 000 €

Coordination : Annabelle BALLESTA, Équipe Pharmacologie des systèmes contre le cancer, INSERM U1331 Oncologie Computationnelle, Institut Curie

Durée : 2024 à 2026



© iStockphoto LaylaBird

Approches « *in silico* » pour faire progresser la recherche en biologie cellulaire mono-échelle et multi-échelle

« Faute de modèle animal, les chéloïdes restent une énigme thérapeutique. En reliant gènes, cellules et forces mécaniques au sein de modèles mathématiques & biomécanique nourris par les données, ce projet ouvre une voie inédite pour comprendre (et à terme prédire et contrôler) leur évolution. »

Raluca EFTIMIE, coordinatrice du projet S-KELOID, LMB / Université Marie & Louis Pasteur

Enjeux et objectifs

Les chéloïdes sont des troubles fibroprolifératifs caractérisés par une accumulation de matrice extracellulaire et une croissance au-delà de la plaie initiale, comme une tumeur. Faute de modèle animal, leur apparition et leur évolution restent mal comprises et aucun traitement efficace n'existe. Ce projet propose une approche multi-échelle, combinant mathématiques, biomécanique et biologie (données ARN, cellulaires et tissulaires), appuyée par simulations numériques et optimisation de paramètres. Nous avons développé des modèles mathématiques et biomécaniques, des expériences *in vitro* et des algorithmes d'estimation de paramètres, afin de prédire les mécanismes contrôlant l'évolution des chéloïdes.

Alternative à l'expérimentation animale développée

Des études expérimentales *in vitro* ont été menées afin d'étudier les interactions entre différentes cellules présentes dans le microenvironnement des chéloïdes (fibroblastes et macrophages). De plus, une comparaison transcriptomique (à partir de tissus prélevés dans le cadre de projets antérieurs et d'études publiées) entre des fibroblastes chéloïdiens et des fibroblastes sains, ainsi qu'une comparaison transcriptomique entre des lésions chéloïdiennes, cicatrices normales, cicatrices hypertrophiques et tissus sains, a permis d'identifier des biomarqueurs potentiels des chéloïdes. Également, des méthodes in silico non animales ont été mises au point afin d'exploiter des données humaines déjà publiées (scRNA-seq et transcriptomique spatiale ; la dynamique des cellules de chéloïdes humaines) et les analyser sous différents angles afin de faire progresser la recherche classique.

Résultats majeurs

- Mise en évidence du rôle des macrophages de différents phénotypes dans l'évolution des chéloïdes, et identification des voies potentielles qui contribue au cercle vicieux macrophages-inflammation-fibrose.
- Développement d'un pipeline de calcul qui utilise des données de séquençage d'ARN unicellulaire, des données de transcriptomique spatiale provenant de patients atteints de chéloïdes, et modélisation in silico pour faire des prédictions sur la répartition spatiale de variables au niveau tissulaire (par exemple, la concentration en TGF-β sur l'ensemble de la lésion chéloïdienne).
- Mise au point d'un dispositif microfluidique capable d'appliquer différentes conditions de charge à un gel de collagène, qui pourrait être utilisé avec une méthode d'évaluation des champs de déformation basée sur des gels de collagène fluorescents et des techniques de traitement d'images.

Impact et perspectives

Le dispositif microfluidique conçu et la méthode mise au point pour caractériser les champs de déformation offrent un large éventail d'applications potentielles en mécanobiologie, comme l'étude de l'influence des contraintes de cisaillement sur la croissance des cellules de fibroblastes chéloïdes et l'évaluation de traitements ou de médicaments sur des modèles « organ-on-a-chip ».
Le développement d'un pipeline numérique capable de paramétrer un modèle mathématique à l'échelle macroscopique à partir de données à l'échelle microscopique (scRNA-seq et transcriptomique spatiale) aura un impact sur la recherche internationale multi-échelle en biologie et en médecine.

PROJETS & FINANCEMENTS

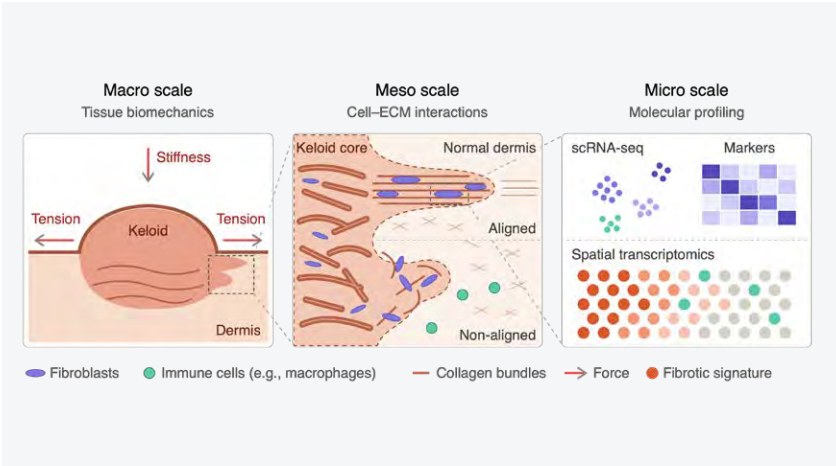
AAPG 2021 | S-KELOID - Comprendre les troubles cheloïdes : une approche multiéchelle *in vitro/in vivo/in silico* visant à créer des jumeaux numériques d'organoïdes cutanés sur puce

Financeur : ANR

Montant : 573 568 €

Coordination scientifique : Raluca EFTIMIE, Laboratoire de Mathématiques de Besançon, Université Marie & Louis Pasteur

Durée : 2021 à 2025



Organoïdes dérivés de patients au service de l'oncologie de précision

« Développer au laboratoire un avatar tumoral pour chaque patient, c'est ouvrir la voie à des traitements mieux adaptés. ORGANOMIC ambitionne d'utiliser la réponse de cet avatar aux traitements comme une aide concrète à la décision thérapeutique. »

Fanny JAULIN, coordinatrice scientifique du RHU ORGANOMIC, Inserm U1279 / Gustave Roussy / Université Paris-Saclay

Enjeux et objectifs

Chaque cancer est unique, et cette diversité constitue un défi majeur en oncologie. La médecine de précision vise à y répondre, mais les approches fondées sur les seules altérations moléculaires ne permettent pas d'orienter le traitement de tous les patients. ORGANOMIC développe une approche fonctionnelle pour les cancers colorectaux et pancréatiques. À partir de la tumeur de chaque patient, des organoïdes sont générés afin de créer un avatar de la tumeur en laboratoire. La sensibilité de ces organoïdes à un panel de médicaments est testée grâce à des approches de microfluidique, d'imagerie et d'intelligence artificielle. L'objectif : des résultats rapides, compatibles avec la prise en charge clinique, pour éclairer le choix thérapeutique.

Alternative à l'expérimentation animale développée

Le projet repose entièrement sur des cellules humaines : des organoïdes dérivés de patients, cultivés à partir de prélèvements tumoraux. De leur génération aux tests de médicaments, la démarche est animal-free, à l'exception de certains composants de culture d'origine animale, pour lesquels des alternatives sont en cours de test.

Résultats majeurs

À ce jour, 200 organoïdes tumoraux ont été générés (100 de cancer colorectal, CRC, et 100 de cancer du pancréas, PDAC). Les premiers ont servi à des études observationnelles. Dans une cohorte prospective de 87 patients atteints de PDAC avancé, 54 organoïdes ont été établis (62 %), avec 91 % de concordance génétique avec les tumeurs. Le test de 25 médicaments a identifié au moins une sensibilité potentielle dans plus de 90 % des cas, avec des scores de prédiction supérieurs à 80 %. En parallèle, l'essai interventionnel ORGANOTREAT-01 (CRC) a inclus 61 patients, avec 78 % d'établissement des organoïdes. Dix-neuf patients ont été traités, dont 4 ont bénéficié du traitement. Ce travail a permis l'ouverture d'ORGANOTREAT-02, en cours dans le CRC et le PDAC.

Impact et perspectives

Fondés sur le tissu tumoral humain, les organoïdes offrent une alternative concrète à l'expérimentation animale. Pour le patient, ce test fonctionnel, réalisé à partir de sa propre tumeur, permet d'identifier plus tôt les traitements les plus susceptibles d'être efficaces et d'éviter ceux qui ne le seront pas. Les prochaines étapes : standardiser et automatiser le test pour raccourcir les délais, confirmer son utilité en essais interventionnels et l'enrichir par l'IA, les co-cultures immunitaires et la microfluidique. Enfin, le remplacement des matrices et sérums d'origine animale par des alternatives « animal-free » rendra cette technologie totalement exempte de produits animaux.

Références principales : Cartry *et al.*, J Exp Clin Cancer Res, 2023 (doi:10.1186/s13046-023-02853-4) ; Boilève *et al.*, Gastroenterology, 2024 (doi:10.1053/j.gastro.2024.05.032) ; Jaulin *et al.*, Ann Oncol, 2025 (abstract 12P) ; dossier RHU ORGANOMIC (2021), présentations (2025), ANR (financement RHU).

PROJETS & FINANCEMENTS

RHU vague 5, 2021 | ORGANOMIC - Organoïdes dérivés de patients pour une médecine personnalisée de type fonctionnelle

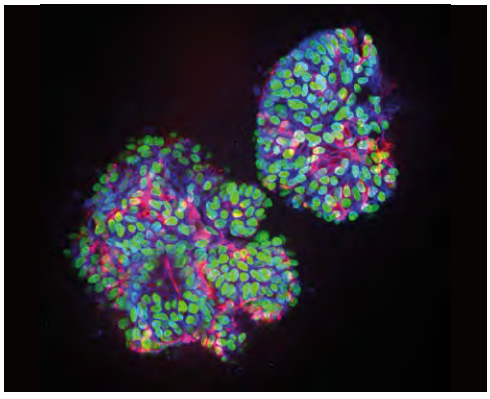
Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 9 M € (ORGANOMIC)

Coordination scientifique : Fanny JAULIN, Inserm U1279, Gustave Roussy, Université Paris-Saclay

Établissement coordinateur : Gustave Roussy

Durée : 7 ans depuis 2022



<< Immunofluorescence d'organoïde.
© JAULIN

Application du concept de jumeau numérique à l'étude du métabolisme

« Le concept de jumeau numérique vient du monde de l'ingénierie, il consiste à coupler de manière bilatérale un modèle physique à son double numérique. Le transfert de cette approche en biologie ouvre de nouvelles perspectives notamment dans l'étude dynamique des réponses métaboliques. »

Fabien JOURDAN, coordinateur scientifique de MetaHUB, Toxalim/INRAE

Enjeux et objectifs

Le concept de jumeau numérique vient du domaine de l'ingénierie. Il a notamment fait ses preuves dans l'aéronautique pour contrôler et agir de manière préventive sur les moteurs d'avions. Le principe est de créer un double numérique d'un objet physique. Cet avatar digital est alimenté par un flux continu de données qui sont utilisées par des modèles prédictifs afin d'anticiper des pannes potentielles et de lancer, de manière précoce, des mesures correctives (rétrocontrôle). Récemment, le concept a été transféré en biologie à des niveaux d'échelle allant des cellules, au tissu ou à l'individu complet. Il s'agit d'une évolution de paradigme prenant en compte la spécificité interindividuelle et la modélisation afin de contrôler le système.

Alternative à l'expérimentation animale développée

Notre équipe, en collaboration avec l'infrastructure nationale MetaboHUB, développe le concept de jumeau numérique sur des modèles *in vitro* de cellules hépatiques. Le jumeau numérique est notamment utilisé pour comprendre la mise en place de perturbations métaboliques induites par l'alimentation et l'exposition à des contaminants alimentaires. Dans ce contexte, les bénéfices en termes de 3R sont notamment de permettre de mieux anticiper, et donc réduire, les expérimentations *in vivo* en identifiant finement les fenêtres de mises en place des altérations métaboliques. En effet, les études toxicologiques sont souvent réalisées à des pas de temps très larges (plusieurs heures, jours) alors que le métabolisme peut être altérer en quelques minutes. D'autre part, les algorithmes prédictifs sont basés sur les métabolites circulants (le medium pour l'*in vitro*) et donc pourront être transféré *in vivo* de manière moins invasive que des analyses sur tissus.

Résultats majeurs

Les premières étapes de notre projet ont consisté à lever des verrous méthodologiques. Le premier défi était de réaliser de la métabolomiques (mesure des composés de faible masse moléculaire) à haute fréquence (de l'ordre de quelques minutes) sur un système de culture *in vitro*. Le second développement vise à implémenter des algorithmes prédictifs sur la base des courbes cinétiques d'abondance des métabolites afin de regrouper des profils et d'anticiper les prochains points de mesure. Enfin, nous mettons en place des algorithmes de modélisation du métabolisme pour détecter les fonctions potentiellement défaillantes suite à une exposition à des molécules chimiques et/ou a un challenge nutritionnel. Toutes ces étapes ont nécessité une combinaison de compétences en biologie cellulaire, sciences analytiques et modélisation.

Impact et perspectives

La métabolomique en ligne sur des systèmes cellulaires ouvrent des perspectives nombreuses en santé, toxicologie et biotechnologies. Le couplage de ces données à des jumeaux numériques permettra de mettre évidence des points d'inflexion métabolique qui n'ont jamais été explorés jusqu'alors. Cela permettra notamment de mieux cibler les études *in vivo* en identifiant les fonctions métaboliques clés et les fenêtres de temps à étudier en priorité. Le concept de jumeau numérique doit pouvoir être étendu aux modèles *in vivo*. En effet, il existe des approches de métabolomique compatible avec des prélèvements répétés (e.g. microsampling, dried blood spot) qui permettrait notamment de suivre l'état physiologique en temps réel des animaux modèles. D'autre part, cette approche pourra être étendus à d'autres dispositifs *in vitro* importants pour les 3R, tels que les organ on chips.



<< Construction de jumeaux numériques métaboliques : apport de l'infrastructure MetaboHUB.
© JOURDAN

PROJETS & FINANCEMENTS

Programme de Jouvence | MetaboHUB France 2030

Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 4,640 M €

Pilotage scientifique : Fabien JOURDAN (INRAE), François FENAILLE (CEA), Floriant Bellvert (CNRS)

Durée : 5 ans depuis 2024

Développer et exploiter des modèles complexes d'organoïdes pulmonaires pour mieux comprendre les maladies respiratoires chroniques

« Le bronchioïde est un nouveau modèle pulmonaire humain tubulaire qui permet de reproduire *in vitro* la complexité des voies aériennes distales. En associant géométrie tubulaire, accessibilité au lumen, et pertinence physiologique et pathologique, il offre un nouvel outil pour comprendre les mécanismes des maladies respiratoires, notamment la BPCO. »

Isabelle DUPIN, coordinatrice scientifique du projet BRONCHIOLE, Centre de recherche Cardio-Thoracique de Bordeaux, INSERM U1045, Université de Bordeaux

Enjeux et objectifs

La limitation des débits aériens est la caractéristique majeure des maladies pulmonaires obstructives, les voies aériennes distales constituant un site majeur de l'obstruction. Bien que de nombreux modèles *in vitro* de bronches existent déjà, aucun système de culture destiné à l'étude des maladies obstructives ne reproduit actuellement l'architecture et les fonctions des petites voies aériennes. Nous avons donc cherché à développer un modèle des voies aériennes distales afin de surmonter les limites des systèmes de culture actuels.

Alternative à l'expérimentation animale développée

Nous avons développé un modèle appelé « bronchioïde » en encapsulant des cellules souches adultes bronchiques humaines, issues d'échantillons cliniques, dans un support tubulaire constitué d'un gel d'alginate. Ce modèle constitue ainsi une alternative pertinente aux modèles animaux pour étudier les mécanismes des maladies respiratoires et tester de nouvelles stratégies thérapeutiques. À terme, il pourrait contribuer à réduire le recours à l'expérimentation animale dans les études précliniques dans le domaine respiratoire.

Résultats majeurs

L'encapsulation dans le gel d'alginate permet l'auto-organisation spontanée des cellules épithéliales en une structure tubulaire. L'imagerie tridimensionnelle et les analyses transcriptomiques montrent une organisation tubulaire, la formation de jonctions épithéliales ainsi que la différenciation en cellules ciliées et cellules caliciformes. Des battements ciliaires ont été observés, avec une fréquence diminuée dans les bronchioïdes constitués de cellules provenant de patients atteints de BPCO. Les bronchioïdes peuvent également être infectés par le rhinovirus. Une interface air-liquide a été mise en place, entraînant une modulation de l'expression génique.

Impact et perspectives

Nous apportons ici la preuve de concept d'un bronchioïde perfusable, présentant des fonctions mucociliaire et contractile. Les principaux atouts de cette approche, notamment la possibilité d'établir une interface air-liquide, l'accessibilité de la lumière, la reproduction de caractéristiques pathologiques et la possibilité d'évaluer des paramètres cliniquement pertinents, font de ce modèle pulmonaire de type organoïde un outil prometteur pour les études précliniques. Le modèle est actuellement en cours de complexification avec l'introduction du compartiment mésenchymateux.

PROJETS & FINANCEMENTS

AAPG 2021 | BRONCHIOLE - Développement d'un « bronchioïde » 3D pour modéliser la Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive

Financeur : ANR

Montant : 267 000 €

Coordination scientifique : Isabelle DUPIN, Centre de recherche Cardio-Thoracique de Bordeaux, Inserm U1045, Université de Bordeaux

Durée : 3,5 ans depuis 2022

PEPR Organes et organoïdes sur puces MED-OoC, 2024 | Projet MICROCOSM - Une puce modulaire multi-organes pour la médecine personnalisée dans la bronchopneumopathie chronique obstructive

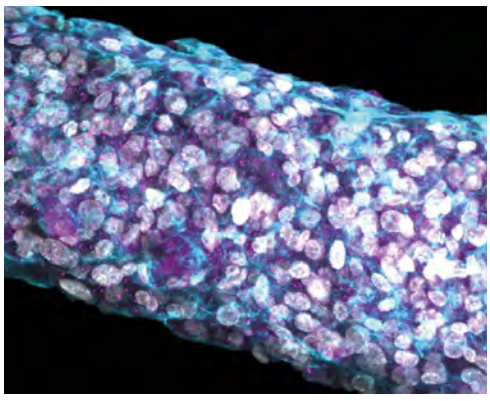
Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 48,4 M € (dont 2 M € pour le projet MICROCOSM)

Coordination scientifique (MICROCOSM) : Isabelle DUPIN, Centre de recherche Cardio-Thoracique de Bordeaux, Inserm U1045, Université de Bordeaux

Direction scientifique PEPR : Arnaud MILLET (CEA), Stéphanie DESCROIX (CNRS) et Maxime MAHÉ (Inserm)

Durée : 6 ans depuis 2024 (PEPR MED-OoC), 6 mois à partir de 2026 (MICROCOSM)



<< Organoïde tubulaire de bronche, avec les noyaux marqués en gris, et l'actine polymérisée en cyan, la E-cadhérine en magenta. © DUPIN

EnView : un côlon sur puce à topographie et flux contrôlés pour la culture prolongée et l'imagerie épithéliale

« Reconstituer l'environnement physique du côlon permet de comprendre comment il façonne l'épithélium humain. Avec EnView, nous développons un modèle contrôlable et observable pour étudier ces mécanismes et faire progresser les alternatives à l'expérimentation animale. »

Audrey FERRAND, Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires (I2MC), Inserm, Toulouse

Enjeux et objectifs

L'épithélium intestinal se renouvelle au contact d'un microenvironnement dont l'architecture et les propriétés mécaniques sont altérées dans les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin et le cancer colorectal. Comprendre leur influence exige des modèles mimant l'humain permettant de contrôler ces paramètres et d'observer les cellules dans leur organisation tridimensionnelle. EnView vise à reproduire la topographie des cryptes coliques humaines, à ajuster la rigidité de leur support et à contrôler les échanges de part et d'autre de l'épithélium. L'objectif est d'identifier comment cet environnement régule l'organisation épithéliale, afin de développer des approches mécanistiques moins dépendantes des modèles animaux.

Alternative à l'expérimentation animale développée

EnView est un côlon sur puce associant un hydrogel de polyacrylamide et de collagène I, moulé à l'échelle des cryptes humaines, à deux compartiments microfluidiques contrôlés indépendamment. La rigidité du support est ajustable et des fenêtres optiques permettent l'imagerie tridimensionnelle directement dans le dispositif. La validation repose sur la lignée humaine Caco-2, issue d'un adénocarcinome colorectal. Ce modèle permet d'étudier les effets de l'environnement physique sans expérimentation animale directe et pourrait accueillir des cellules issues d'organoïdes de patients pour tester des traitements. La formulation étudiée utilise encore du collagène de rat et du sérum fœtal bovin. Les développements actuels se font avec des cellules épithéliales et fibroblastes de donneurs et de patients souffrant de Maladies Inflammatoires Chroniques Intestinales (MICI).

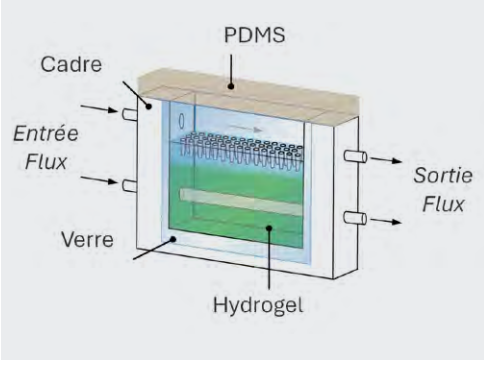
Résultats majeurs

EnView permet de maintenir pendant 21 jours des monocouches de cellules Caco-2 polarisées, organisées selon une topographie de cryptes et observables par imagerie confocale in situ. Deux rigidités matricielles, 3,8 et 26,2 kPa, ont été comparées. Les cellules sont plus hautes sur le support souple ; leur morphologie varie aussi selon leur position dans la crypte. L'expression de plusieurs marqueurs de maturation entérocytaire, dont FABP1, ALPI, KRT20 et VIL1, augmente par rapport aux cultures Transwell, surtout sur le support rigide. Ces résultats relient les propriétés physiques du support à la morphologie et aux marqueurs de maturation de l'épithélium. La topographie reste stable sur la période étudiée.

Impact et perspectives

EnView fournit un cadre expérimental humain pour étudier la réponse de l'épithélium colique à son environnement mécanique et aux expositions luminales ou basales. Son extension aux organoïdes de patients, puis aux cocultures stromales, immunitaires ou microbiennes, pourrait soutenir l'étude des MICI et l'évaluation de traitements en limitant le recours aux animaux. Ces applications nécessitent une validation fonctionnelle, notamment de la perméabilité, et une comparaison aux tissus humains. La standardisation des cultures et le remplacement des composants d'origine animale seront également nécessaires pour renforcer la reproductibilité et progresser vers un système entièrement non animal.

Article présenté : Rojas-Garcia D, Hamel D, Foncy J, Hut M, Thibault C, Sambe D, *et al.* EnView: a tunable microphysiological platform with human crypt-scale topography and independent apical-basal flow for long-term culture and imaging of colonic epithelial monolayers. Lab Chip. 2026 Aug 19. doi:10.1039/D6LC00192K. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42614112



PROJETS & FINANCEMENTS

AAPG 2021 | MOLIERE - Modélisation de l'architecture épithéliale du côlon

Financeur : ANR

Montant : 542 722 €

Coordination scientifique : Audrey FERRAND, I2MC, Inserm

Durée : 4 ans depuis 2021

Appel Remplacement 2022 | Projet GutScreen

Financeur : FC3R

Montant : 45 000 €

Coordination scientifique : Audrey FERRAND, I2MC, Inserm et Université de Toulouse

Durée : 2024 à 2025

PEPR Organes et organoïdes sur puces (MED-OoC), 2024 | Projet EnVie -Technologie pour l'ingénierie des microenvironnements et l'imagerie pour les organes sur puce

Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 48,4 M€ (dont 3,16 M€ pour le projet EnVie)

Coordination scientifique (EnVie) : Audrey FERRAND, I2MC, Inserm

Direction scientifique PEPR : Arnaud MILLET (CEA), Stéphanie DESCROIX (CNRS) et Maxime MAHÉ (Inserm)

Durée : 6 ans depuis 2024 (PEPR MED-OoC), 6 ans depuis 2024 (EnVie)

EquipEx+ | NANOFUTUR, Investissements en nanofabrication pour les nanotechnologies du futur

Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 17 460 000 €

Établissement coordinateur : CNRS Délégation Paris-Normandie

Coordinateur scientifique : Jean-Louis LECLERCQ (CNRS)

Durée : 6 ans depuis 2021

<< Représentation schématique du dispositif EnView
© FERRAND

Le LabCom INCREASE : immunocompétence et vascularisation de peau sur puce

« Malgré l'abondance de modèles de peau *in vitro* disponibles, très peu parviennent à satisfaire les exigences d'un test réglementaire en toxicologie, et ce type de test n'existe pas pour les dispositifs médicaux. Dans ce partenariat avec l'entreprise Groupe ICARE, nous souhaitons développer un modèle original, conçu dès l'origine pour parvenir à cet objectif. »

Vincent FLACHER, Codirecteur scientifique du LabCom, CNRS UPR3572 / I2CT, Institut de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Strasbourg

Enjeux et objectifs

Malgré la disponibilité de nombreuses méthodes *in vitro* et de modèles cutanés, leur transposition à l'évaluation réglementaire de la sensibilisation cutanée des dispositifs médicaux demeure limitée. Si plusieurs méthodes *in chemico* et *in vitro* ciblant trois événements clés de la sensibilisation cutanée sont approuvées par l'OCDE, leur applicabilité aux dispositifs médicaux, notamment au regard de la complexité des matériaux et des extraits, ainsi que leur acceptabilité réglementaire, restent à établir. Il existe donc un besoin de méthodes robustes et adaptées aux dispositifs médicaux permettant d'intégrer ces événements biologiques dans une stratégie d'évaluation dans le cadre de l'ISO 10993.

Alternative à l'expérimentation animale développée

Il s'agit d'un modèle de peau sur puce. Nous souhaitons proposer un modèle *in vitro* de peau incluant ses types cellulaires les plus représentatifs, tout en évaluant leur importance respective dans la réponse inflammatoire. En parallèle, nous explorons les possibilités offertes par une connexion à un système microfluidique pour simplifier l'entretien de cette culture cellulaire complexe et pour évaluer sa réponse à des composés chimiques délétères.

Résultats majeurs

Nous sommes parvenus à obtenir un modèle de peau complet, incluant derme, épiderme, cellules endothéliales, et sentinelles immunitaires, en utilisant exclusivement des lignées cellulaires immortalisées, ce qui permet d'améliorer sa reproductibilité. Nous avons induit et caractérisé en profondeur une réponse inflammatoire *in vitro* dans ce modèle.

Impact et perspectives

Nous travaillons à une analyse quantitative de la réponse du modèle à différents composés chimiques, qui nous permettra d'évaluer l'importance relative de chaque type cellulaire inclus, afin de ne pas le complexifier plus qu'il n'est nécessaire. Cela diminuera son coût et facilitera sa distribution et sa standardisation. D'autre part, nous comparons plusieurs systèmes microfluidiques disponibles commercialement afin de déterminer quelle solution technologique est la plus adaptée à nos objectifs et aux exigences règlementaires en toxicologie.

PROJETS & FINANCEMENTS

AAP LabCom, 2022 | INCREASE - ImmuNocompétence et vasCulaRisation de pEAu Sur pucE

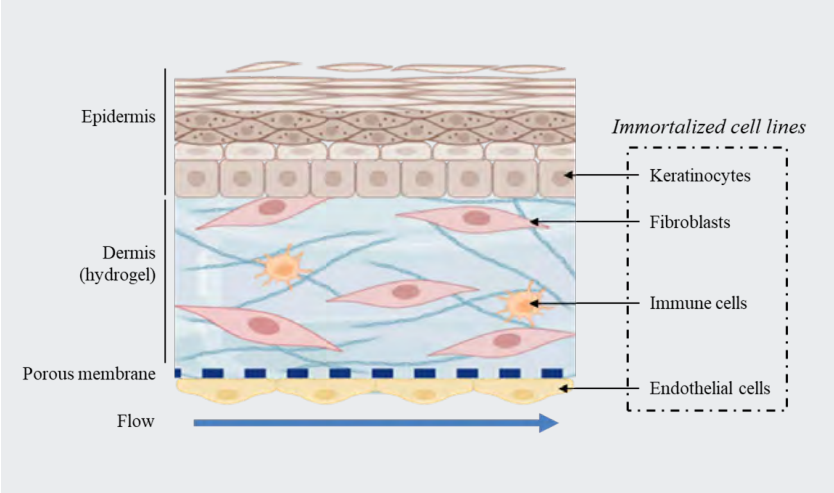
Financeur : ANR

Montant : 363 000 €

Coordination scientifique : Vincent FLACHER, CNRS UPR3572 / I2CT, Institut de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Strasbourg

Codirection entreprise : Edith FILAIRE, (Groupe ICARE)

Durée : 4 ans depuis 2023



<< Représentation schématique du modèle de peau-sur-puce développé par le LabCom INCREASE.
© FLACHER

Vascularisation d'organoïdes-sur-puce pour la médecine personnalisée : application au diabète de type 1

« L'objectif est de développer un modèle d'îlots pancréatiques vascularisés fonctionnels de Langerhanoïdes-sur-puce microfluidique, pour une meilleure compréhension du diabète de type 1 ainsi que pour le criblage de nouveaux médicaments. »

Emily TUBBS, coordinatrice scientifique du projet ATOP1, CEA Grenoble

Enjeux et objectifs

Le diabète est une pandémie qui concerne ~589 millions de personnes dans le monde, soit 1 adulte sur 10. Le diabète, de type 1 ou 2, provoque une augmentation anormale et prolongée de la glycémie dans le sang, principalement causée par une carence ou une non-utilisation de l'insuline. À long terme, le diabète peut entraîner des complications graves. Il existe une thérapie cellulaire de remplacement, appelée transplantation d'îlots pancréatiques. Malgré l'efficacité de cette thérapie, certaines faiblesses demeurent, soulignant la nécessité de disposer d'un modèle humain pertinent pour comprendre le déclin de la greffe d'îlots pancréatiques et affiner le traitement pour chaque patient greffé.

Alternative à l'expérimentation animale développée

L'objectif du projet est de développer un modèle humain d'îlot pancréatique vascularisé fonctionnels de Langerhanoïdes-sur-puce microfluidique. Ce modèle est particulièrement crucial pour répondre à la rareté et à la complexité des îlots pancréatiques, pour une meilleure compréhension de la pathologie ainsi que pour le criblage de nouveaux médicaments.

Le projet ANR JCJC ATOP1 est synergique du projet ANR MAGIC au sein du programme national du PEPR-MEDOoC, qui vise à développer un proxy du patient, en particulier des îlots de Langerhans vascularisés sur puce pour suivre en temps réel la réponse immunitaire des patients ayant reçu une transplantation d'îlots pancréatiques. Ce projet est mené par CEA-Leti et le CHUGA, en collaboration avec le CEA-IRIG. Cette technologie permettra de surveiller la survie du greffon et d'évaluer sa fonctionnalité en mesurant la sécrétion d'insuline, offrant ainsi un outil prédictif pour anticiper le rejet du greffon.

Résultats majeurs

Publications :

"Human assembloid of human blood vessel organoids with pancreatic islets improves insulin secretion over time ex vivo." Tubbs E, Mehanovic M, Lopes M, Quintard C, Combe S, Pirlian C, Armanet M, Domet T, Sabatier J, Granziera S, Bouzakri K, Bietiger W, Freida D, Penninger J, Gidrol X. 2025 Cell Reports.
DOI: 10.1016/j.celrep.2025.116378

"Pancreatic islet organoids and organoids on-chip for type 1 diabetes." Mehanovic M, Lopes M, Coffy S, Pitaval A, Freida D, Gidrol X, Tubbs E. 2025 Presse Med.
DOI: 10.1016/j.lpm.2025.104302

"Vascularizing organoids-on-chip for perfused and personalized models" Menzani B, De Gea P, Gidrol X, Tubbs E. 2026, Lab on Chip.
DOI: 10.1039/d5lc00890e

PROJETS & FINANCEMENTS

AAPG 2024 | ATOP1 - Amélioration et suivi de la thérapie cellulaire de replacement pour le diabète de type 1 : développement de la vascularisation d'un îlot pancréatique sur puce

Financeur : ANR

Montant : 348 998 €

Coordination scientifique : Emily TUBBS, CEA Grenoble

Durée : 3 ans depuis 2024

PEPR Organes et organoïdes sur puces MED-OoC, 2024 | Projet MAGIC Multisensing and Advanced Growth of Islets-on-Chip (Diabète de type 1 sur puce)

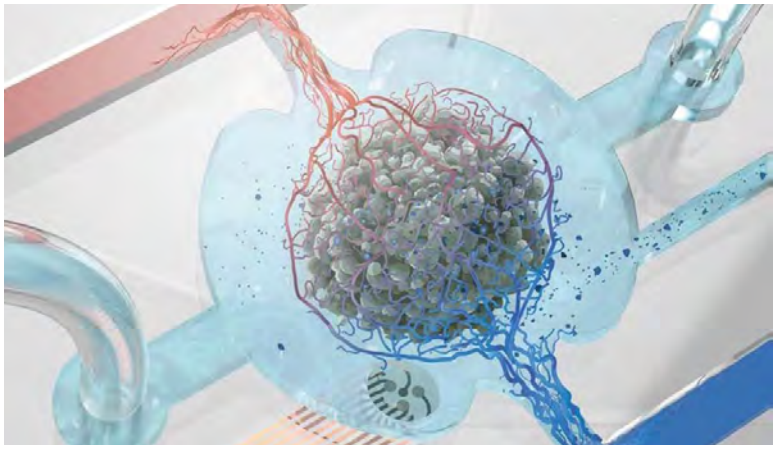
Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 48,4 M€ (dont 4,16 M€ pour le projet MAGIC)

Direction scientifique du PEPR : Arnaud MILLET (CEA), Stéphanie DESCROIX (CNRS) et Maxime MAHÉ (Inserm)

Coordination scientifique (MAGIC) : Fabrice NAVARRO (CEA), Sandrine LABLANCHE (CHUGA)

Durée : 6 ans depuis 2024 (PEPR MED-OoC), 6 ans depuis 2024 (MAGIC)



<< Concept d'un îlot vascularisé et perfusable sur puce microfluidique pour le suivi de greffe. CEA/Y.spot . © TUBBS

De la barrière intestinale à la mécatronique : nouvelles approches d'intestin-sur-puce pour étudier les interactions hôte-microbes

« Comprendre les infections humaines par des modèles d'organes et d'organoïdes sur puce. »

Alexandre GRASSART, coordinateur scientifique des projets Inv-FAE-onchip et HITOC, MOHMI-Centre d'infection et d'immunité de Lille - Institut Pasteur de Lille

Enjeux et objectifs

Le poids des maladies infectieuses intestinales reste un défi majeur en santé publique dans le monde. Pour de nombreux pathogènes, leur spécificité humaine limite une utilisation des modèles animaux dans l'étude et notre compréhension des mécanismes infectieux à l'échelle tissulaire. Shigella, bactérie entéro-invasive reconnue comme hautement prioritaire par l'OMS depuis 2024, représente un exemple de ces enjeux majeurs. Nos travaux pionniers sur l'étude de l'infection de Shigella dans un modèle d'intestin humain sur puce ont permis d'apporter une lumière nouvelle sur l'importance de l'architecture tissulaire et des forces biomécaniques dans l'infectivité de ce pathogène. Trois objectifs structurent aujourd'hui nos recherches : développer des modèles d'organe sur puce (OOC) simples et peu coûteux (3DP-µGut, 3DP-µLung) pour l'étude des relations hôte-microbe, renforcer leur pertinence biologique et physiologique, et enfin décrypter les voies d'entrée de Shigella et identifier les mécanismes associés, en particulier les stimuli physiques et mécaniques, dans les processus infectieux de barrière intestinale.

Alternative à l'expérimentation animale développée

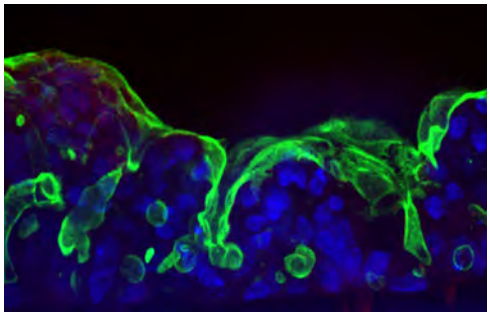
Nous avons développé, dans le cadre des projets Inv-FAE-on-chip du FC3R et du CDP MOSAIC (France 2030, I-Site U. Lille), une méthodologie innovante appelée 3DP-µGut (Delannoy *et al.*, 2025), reposant sur l'impression 3D pour faciliter l'accès à un modèle d'intestin-sur-puce à faible coût. Ce modèle permet de cultiver un épithélium intestinal humain en 3D et d'y étudier les interactions avec des bactéries en co-culture de manière dynamique à l'interface épithéliale. En complément, Inv-FAE-on-chip vise à intégrer des cellules M au sein de cet épithélium, afin de mieux comprendre les voies d'entrée de Shigella à l'échelle tissulaire. Ces modèles *in vitro* offrent un environnement humain plus complexe tout en restant contrôlé pour étudier les interactions hôte–microbe et contribuer à réduire le recours à l'expérimentation animale.

Résultats majeurs

La plateforme 3DP-µGut a fait l'objet d'une publication dans un des journaux de référence dans le domaine des organes sur puce (Delannoy et al Lab on a Chip 2025). À partir de moules imprimés en 3D, elle permet de produire des puces reproductibles, au design approuvé et compatibles avec une analyse de l'épithelium par imagerie confocale. Nous avons démontré la reproductibilité de nos résultats avec un précédant modèle OOC concernant le modèle d'infection de Shigella et également démontré la capacité de ce modèle pour évaluer de nouvelles stratégies thérapeutiques (Ridelfi et al PNAS 2025). En parallèle, des prototypes en cours de développement ont fait l'objet d'une valorisation pour leur caractère innovant pour mimer physiologiquement le péristaltisme et la segmentation intestinale et améliorer ainsi l'étude des interactions microbiennes avec la barrière intestinale de manière dynamique. Enfin, des résultats récents du projet Inv-FAE-on-chip porte sur l'intégration de cellules M dans ce modèle OOC, ouvrant la voie à une meilleure compréhension des mécanismes de colonisation et d'infection de l'intestin par des pathogènes.

Impact et perspectives

Le modèle développé permet de réduire la barrière technique et économique pour la mise en place des modèles OOC dans les laboratoires. Au-delà du caractère modulable et reproductible, nos modèles les plus avancés ouvrent aussi de nouvelles perspectives dans notre compréhension du rôle de la biomécanique tissulaire et cellulaire dans la régulation de l'organisation spatio-temporelle des relations hôte-microbe, comme le microbiote intestinal. À terme, ces nouveaux modèles pourront contribuer à identifier de nouveaux facteurs et de nouvelles voies mécanistiques impliquer dans le franchissement de la barrière intestinales par des pathogènes et d'évaluer de manière plus pertinente les stratégies préventives ou thérapeutiques.



<< Coupe d'un épithélium cultivé dans un Intestin sur puce humain 3DP-µGut (Lab Chip 2025; 25 (17): 4396–4409. https://doi.org/10.1039/d5lc00147a) (droits à l'image CC BY-NC 4)

PROJETS & FINANCEMENTS

Appel Remplacement 2022 | Projet Inv-FAE-onchip

Financeur : FC3R

Montant : 35 000 €

Coordination scientifique : Alexandre GRASSART (Équipe MOHMI-Centre d'infection et d'immunité de Lille – Institut Pasteur de Lille)

Durée : 2023 à 2025

PEPR MED-OoC, 2024 | Projet HITOC

Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 48,4 M€ (dont 2,29 M€ pour le projet HITOC)

Coordination scientifique (HITOC) : Alexandre GRASSART, Inserm

Direction scientifique du PEPR : Arnaud MILLET (CEA), Stéphanie DESCROIX (CNRS) et Maxime MAHÉ (Inserm)

Durée : 6 ans depuis 2024 (PEPR MED-OoC), 4 ans à partir de 2026 (projet HITOC)

PEPR Transcend-ID

Financeur : France 2030 (ANR)

Montant : 22 M €

Coordination stratégique : Agence de programmes de recherche en santé (APRS), Inserm

Coordination scientifique : Anthony BUISSON (Université Clermont Auvergne), Nadine CERF-BENSUSSAN (Inserm U1163, Université Paris Cité), Luc MOUTHON (AP-HP)

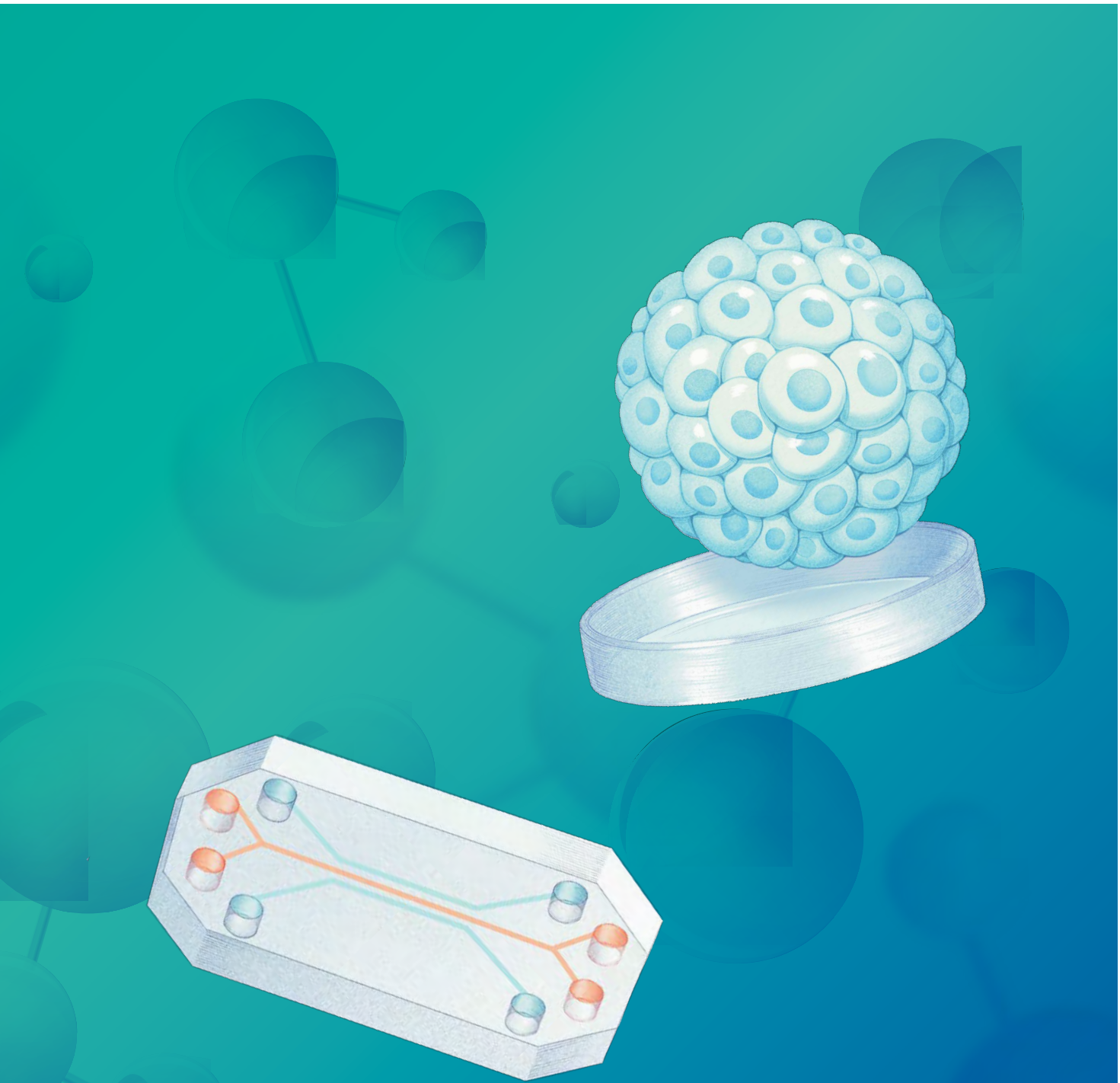
Durée : 4 ans depuis 2026

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

anr agence nationale de la recherche

FRANCE 2030

FC 3R centre français



anr

Agence nationale de la recherche
86 rue Regnault – 75013 Paris
www.anr.fr

Suivre notre actualité sur :
@ANR_agencerecherche @agencerecherche ANR ANR
S'inscrire à la newsletter : anr.fr/fr/newsletter