

Analyse comparative des communautés et thématiques de recherche soutenues par les programmes PMSI, PCSI et MIC

(Décembre 2022)

Introduction

Afin de donner une plus grande place à la chimie, aux mathématiques et à l'informatique, le programme « Physique, mathématiques et sciences de l'ingénieur appliquées au cancer (PMSI) » a été scindé en deux programmes en 2019 : « Apports de la physique, de la chimie et des sciences de l'ingénieur à l'oncologie (PCSI) » et « Apports des mathématiques et de l'informatique à l'oncologie (MIC) ». Au terme de 4 années de programmation des nouveaux appels à projets (2019-2022), une analyse des domaines d'expertise des lauréates et lauréats, ainsi que des thématiques des projets financés, a été réalisée afin de déterminer si les objectifs de la refonte de PMSI ont été atteints. Cette étude se penche également sur un nouvel outil créé dans le cadre du programme PCSI : le financement de projets courts pour l'obtention de preuves de concept (PoC).

Périodes d'étude et nombre de projets

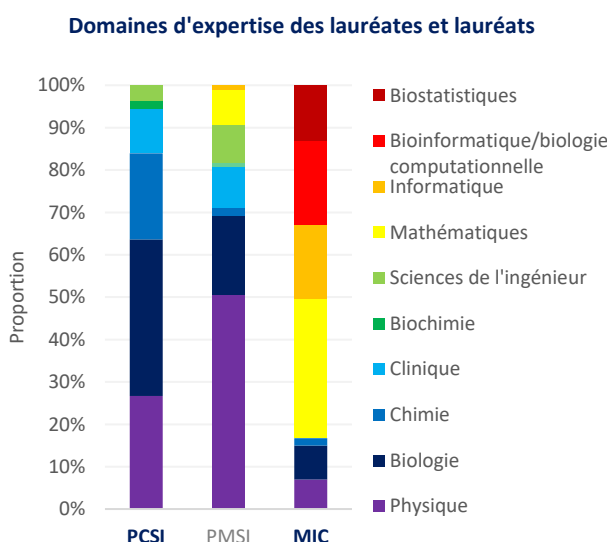
- PMSI : 2015-2018, 52 projets ;
- PCSI : 2019-2022, 55 projets complets, 41 PoC ;
- MIC : 2019-2022, 30 projets.

Communautés financées

L'analyse s'est en premier lieu focalisée sur l'évolution des domaines d'expertise des lauréates et lauréats des appels à projets, ainsi que celle de leurs partenaires pour l'analyse des consortiums.

Expertise des lauréates et lauréats

La scission du programme PMSI s'est accompagnée d'une évolution des domaines d'expertise des porteuses et porteurs de projets financés. Ainsi, alors que les lauréates et lauréats du programme PMSI avaient principalement une expertise en physique



Les **domaines d'expertise** des lauréates et lauréats et de leurs partenaires sont déterminés à partir de leur CV, en prenant en compte :

- leur formation initiale (thèse de doctorat) ;
- le sujet de leurs recherches ultérieures.

L'expertise d'une personne étant le plus souvent **composite**, plus d'un domaine d'expertise peut lui être attribué (3 au maximum pour les lauréates et lauréats, 2 pour leurs partenaires).

(51 %) ou en biologie (19 %), les lauréates et lauréats du programme PCSI¹ ont surtout une expertise en biologie (37 %), en physique (27 %) ou en chimie (20 %). Un peu plus de 10 % d'entre eux ont une expertise clinique, et 4 % une expertise en sciences de l'ingénieur.

De son côté, le programme MIC soutient principalement des porteuses et porteurs dotés d'une expertise en mathématiques (33 %), en bioinformatique/biologie computationnelle (20 %), en informatique (17 %) ou en biostatistiques (13 %). Compte tenu du caractère composite des expertises, quelques porteuses et porteurs de projets soutenus par MIC ont une

expertise en biologie (soit à l'interface mathématiques/biologie, soit en bioinformatique).

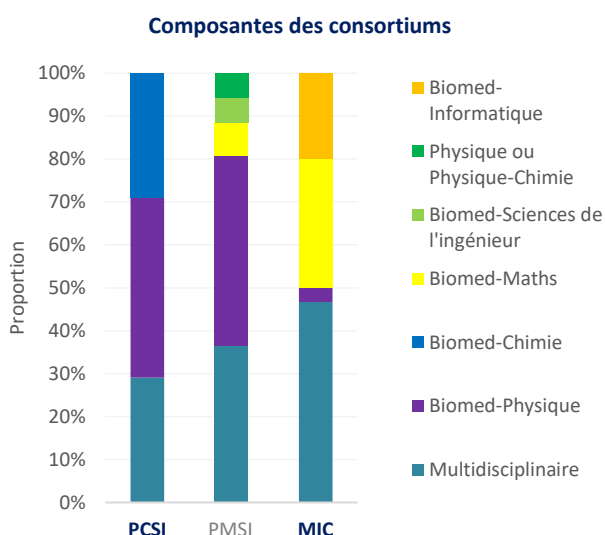
¹ Les projets de type preuve de concept (PoC) ne sont pas pris en compte dans l'analyse globale, mais sont traités dans un encadré à part.

L'attraction de nouveaux profils vers la recherche en oncologie a été évaluée *via* la détermination de l'absence ou de la présence d'une « expérience cancer » préalable chez les lauréates et lauréats des trois programmes. Bien que l'absence d'une « expérience cancer » concerne une proportion plus élevée de lauréates et lauréats du programme PMSI (53 %), les programmes PCSI et MIC ont eux aussi attiré de nouveaux profils vers la recherche sur le cancer, et ce dans au moins un tiers des cas (32 % et 38 %, respectivement).

Est considéré comme une « **expérience cancer** » le fait de citer dans son dossier de candidature au moins deux publications ou un financement passé concernant la recherche sur le cancer.

Le chevauchement des communautés ayant soumis aux appels à projets PMSI, PCSI et MIC n'est que partiel : seuls 17 % et 13 % des porteuses et porteurs de projets PCSI et MIC, respectivement, avaient également soumis à l'appel PMSI, et seuls 10 % des lauréates et lauréats de PCSI et MIC ont auparavant été financés par le programme PMSI. Ce chevauchement réduit montre qu'un certain renouvellement des communautés s'est opéré après la scission de PMSI.

Disciplines composant les consortiums



Une discipline est considérée comme **composante d'un consortium** quand elle constitue la moitié au moins de l'expertise d'un des partenaires. Les consortiums réunissant trois disciplines ou plus sont définis comme **multidisciplinaires**.

Le programme PCSI finance surtout des consortiums alliant sciences biomédicales et physique (42 %), à l'instar de PMSI. Il a également vu l'arrivée de consortiums sciences biomédicales-chimie (29 %), qui étaient absents de PMSI. Les consortiums multidisciplinaires sont un peu moins nombreux dans PCSI que dans PMSI (29 % contre 37 %).

Le programme MIC soutient surtout des projets portés par des consortiums multidisciplinaires (47 %), ainsi que des consortiums alliant mathématiques et sciences biomédicales (30 %), ou informatique et sciences biomédicales (20 %).

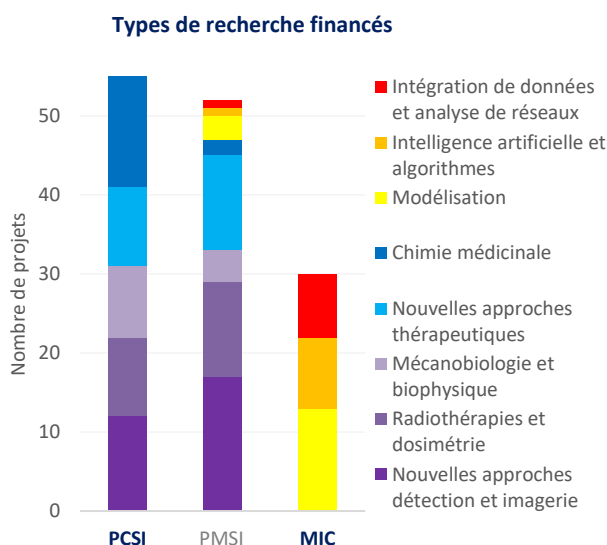
Le programme MIC soutient surtout des

Types de recherches financés

Le second point central de l'analyse comparative des trois programmes est d'apprécier les effets de la scission de PMSI sur les types de recherche menés dans les projets financés.

Les projets de chimie médicinale sont considérablement plus nombreux dans PCSI que dans PMSI, passant de 2 à 14 projets. Ces travaux portent surtout sur la conception d'inhibiteurs de cibles thérapeutiques potentielles et, dans une moindre mesure, sur l'optimisation ou l'analyse des

Les « **types de recherche** » sont définis à partir des champs d'éligibilité des programmes. Le classement des projets par types de recherche a été réalisé sur la base de leur résumé.



mécanismes d'action de molécules précédemment identifiées, ainsi que sur la réalisation de criblages ayant pour objectif d'identifier de nouveaux composés.

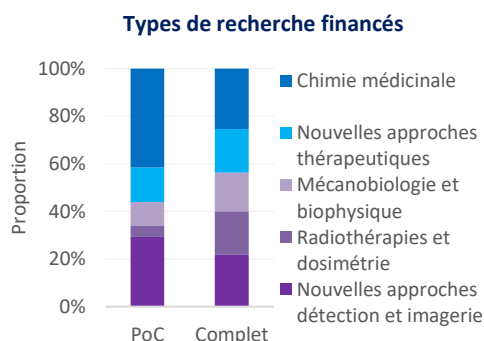
Malgré cette augmentation de la sélection de projets de chimie dans PCSI, les recherches fondées sur des approches physiques représentent la très grande majorité des projets soutenus (41/55 projets, soit 75 %), comme dans PMSI (47/52 projets, soit 87 %). Il en est ainsi des projets concernant de nouvelles approches de détection (imagerie médicale, notamment par spectrométrie, microscopie, microfluidique pour la détection d'acides nucléiques circulants, etc.) et des recherches centrées sur de nouvelles approches

thérapeutiques (nanotechnologies pour ciblage thérapeutique, autres approches par photonique ou acoustique, etc.). Les projets portant sur diverses formes de radiothérapie (dont les radiothérapies ciblées internes) et incluant la dosimétrie sont également présents dans PCSI, à un niveau toutefois légèrement inférieur à PMSI. Enfin, les travaux sur la biophysique et la mécanobiologie, concernant notamment les interactions avec le microenvironnement ou les propriétés physiques des cellules et leur impact sur la physiologie, ont été plus nombreux dans le programme PCSI que dans le programme PMSI.

Le programme MIC a, de son côté, financé 13 projets de modélisation mathématique, principalement sur des questions de réponse ou de résistance aux traitements, d'évolution de populations cellulaires ou de mécanobiologie. L'intelligence artificielle était au cœur de 9 projets, ayant pour objectifs l'analyse d'images, l'aide au diagnostic ou encore l'aide à de nouvelles approches thérapeutiques. Enfin, 8 projets ont porté sur l'intégration de données diverses ou l'analyse de réseaux, notamment par approches multiomiques. Ces différents types de recherche sont considérablement plus soutenus grâce à la création de l'appel à projets dédié MIC, puisque seulement 5 projets sur 52 leur étaient consacrés au sein de PMSI.

Un instrument de financement consacré à l'établissement de preuves de concept dans PCSI

La possibilité de financer des projets courts (18 mois et 60 k€ maximum) pour établir des preuves de concept (PoC) est apparue avec le programme PCSI. Cet outil a permis le financement de 41 projets PoC sur les 4 premières années, soit 43 % des projets financés par PCSI. Ce type de financement a particulièrement soutenu des travaux de chimie médicinale (41 % des projets PoC, contre 25 % des projets complets). À l'inverse, les projets s'intéressant aux radiothérapies ont été moins présents dans les projets PoC (5 % des projets contre 18 % des projets complets). Cette plus grande implication des chimistes dans les projets PoC se retrouve au niveau de l'expertise des lauréates et lauréats, la chimie et la biochimie représentant à elles deux 36 % des expertises, contre 22 % pour les projets complets.



Conclusion

L'analyse comparative des communautés et types de recherche soutenus par les programmes PMSI, PCSI et MIC montre que la chimie médicinale a pris une place plus importante depuis l'apparition de PCSI. Par ailleurs, la création de l'appel à projets MIC a rempli l'objectif attendu d'augmenter le nombre de projets financés autour des approches mathématiques et informatiques en oncologie. Cette évolution se retrouve dans les domaines d'expertise des lauréates et lauréats, ainsi que dans la composition des consortiums. L'apparition de ces nouvelles thématiques ne s'est pas opérée au détriment des types de recherche présents dans PMSI. La hausse du budget total des programmes PCSI et MIC par rapport au budget de PMSI a permis le financement de nouvelles thématiques tout en maintenant un soutien fort aux approches centrées sur la physique, très représentées dans le programme PMSI. Le chevauchement seulement partiel observé entre les communautés ayant soumis à PCSI ou MIC et celles ayant soumis à PMSI est en cohérence avec cette évolution des types de recherches soutenus. Par ailleurs, comme le programme PMSI auparavant, les programmes PCSI et MIC ont atteint des scientifiques ayant peu, ou pas, d'expérience de la recherche sur le cancer, permettant d'accroître la communauté de recherche sur cet enjeu. L'ensemble de ces éléments montrent que l'ITMO Cancer d'Aviesan, par le biais de ses programmes interdisciplinaires, est en mesure d'attirer de nouvelles communautés scientifiques vers l'oncologie.