



Jean-Alain HERAUD, économiste

Jean-Patrick JOUHAUD, géographe

Note de travail

19/10/2022

La localisation des fournisseurs d'une grande infrastructure technologique : le synchrotron SOLEIL

Résumé

Seuls certains territoires ont la capacité d'héberger des entreprises ou institutions susceptibles de livrer des produits, équipements ou services à une grande infrastructure technologique comme un synchrotron. Grâce à une collaboration entre la direction de l'infrastructure SOLEIL¹ de Saclay et le BETA (Bureau d'Économie Théorique et Appliquée, de l'Université de Strasbourg et du CNRS), une base de données de fournisseurs spécialisés a été construite. L'APR a été associée à l'étude de localisation géographique de ces fournisseurs en fonction de leurs caractéristiques innovantes. La cartographie produite donne une idée de la France « high tech » liée à une commande publique particulièrement exigeante. Il est intéressant d'y repérer la place de l'Alsace.

¹ SOLEIL est l'acronyme de *Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire du LURE*. C'est un centre de recherche implanté sur le Plateau de Saclay à Saint Aubin (Essonne). Il s'agit d'un **accélérateur de particules** (des électrons) qui produit du **rayonnement synchrotron**, une lumière extrêmement brillante qui permet d'explorer la matière.

LURE : *Laboratoire d'Utilisation du Rayonnement Électromagnétique, laboratoire pionnier dans le domaine du rayonnement synchrotron, situé sur le site de l'université d'Orsay, où ont été développées les recherches concernant l'utilisation du rayonnement synchrotron sur plusieurs machines (dont l'ACO, Anneau de Collision d'Orsay), SOLEIL a pris le relais du LURE, fermé en 2003.*

Avant-propos relatif à l'Alsace

L'Alsace a failli héberger une grande infrastructure scientifique et technique dans les années 1980, lorsque Strasbourg a candidaté à l'installation du synchrotron européen ESRF², lequel a finalement été localisé à Grenoble. Rappelons que cette « Source européenne de rayonnement synchrotron » avait été inscrite dans le Contrat de Plan Etat-Région signé le 28 avril 1984, mais finalement attribué en octobre à Grenoble sous le gouvernement de Laurent Fabius. L'affaire avait fait grand bruit, mobilisé 10 000 manifestants à Strasbourg, et donné lieu à une décision du Tribunal administratif de Strasbourg défavorable au changement – décision contredite par le Conseil d'Etat le 8 janvier 1988, confirmant ainsi le choix de Grenoble. Au niveau européen, l'Allemagne (qui avait aussi été candidate à héberger l'ESRF) a de son côté appuyé Grenoble en raison de la présence de l'Institut franco-allemand Laue-Langevin. Ce synchrotron a démarré son activité en 1994. Financé par 21 pays de l'UE et la Suisse, c'est important instrument qui applique la physique des hautes énergies, mais dont les usages concernent toutes les disciplines (en particulier la biologie). Une modernisation récente (2020) en fait le premier instrument au monde dans sa catégorie pour la puissance des lignes de lumière fournies aux utilisateurs, particulièrement dans le domaine des rayons X.

La seconde grande infrastructure présente en France qui produit de la lumière synchrotron est l'installation SOLEIL située sur le plateau de Saclay, au Sud de Paris. Cette dernière est financée nationalement. Sa construction, son entretien et ses extensions font l'objet de commandes publiques de biens et services de haut niveau technologique dont bénéficient divers fournisseurs en France et à l'étranger. Il est intéressant de voir où se trouvent les territoires capables de concevoir et livrer de tels biens. L'étude présentée ici permet de montrer qu'à défaut de synchrotron sur son territoire, l'Alsace est capable de participer à cette grande aventure technologique grâce à des compétences spécifiques privées et publiques, même si l'Ile de France et la région Grenoble-Lyon possèdent en la matière une avance certaine.

Introduction

Cette note rend compte de travaux réalisés avec le BETA sur l'approche territoriale de la relation de l'infrastructure technologique SOLEIL avec ses fournisseurs. L'APR a contribué à l'analyse géographique et à la cartographie de ce travail en exploitant la base de données constituée par le BETA en collaboration avec la direction de SOLEIL. Il ne s'agit pas d'une mesure classique d'impact économique général. La question est d'évaluer la capacité des territoires à concevoir et réaliser des biens et services spécifiques particulièrement innovants avec et pour le compte de l'infrastructure. Pour aborder cette question, il ne suffit pas de mesurer des montants dépensés, il s'agit de savoir à quoi correspondent ces commandes et ce qu'elles sont susceptibles de générer en termes d'innovation et de développement territorial.

² ESRF est l'acronyme de *European Synchrotron Radiation Facility*

En termes d'économie de l'innovation, le cadre de réflexion est celui de la co-crédation de biens et services nouveaux et pertinents entre un grand client ou donneur d'ordres et des acteurs privés (et parfois publics) qui les produisent et les vendent. Se trouvent alors hors du champ de l'étude tous les industriels et prestataires de services dont la seule fonction est de vendre des biens génériques ou qui sont de simples revendeurs de matériel high tech. Les fournisseurs retenus ont au minimum adapté leurs produits à la commande de SOLEIL, et dans certains cas ils ont même innové en partenariat avec le commanditaire pour concevoir un bien nouveau de haute technologie. L'application à la base de données SOLEIL-BETA se fait donc dans le cadre d'un travail de recherche sur des cas d'*interaction innovante* (et non simplement sur des cas d'innovation).

1. Redéfinition de la base de données et choix des unités géographiques

L'APR a repris la base de données des 500 fournisseurs de SOLEIL sélectionnés par le BETA en collaboration avec l'administration de SOLEIL pour réaliser la typologie générale des fournisseurs, mais en la restreignant :

- Ne sont analysés ici que les territoires français (un tiers de la base disparaît de ce fait).
- Pour obtenir la certitude que les firmes (entreprises ou organismes) concernées sont réellement dans une synergie créative avec SOLEIL, le niveau le plus faible d'interaction innovante, à savoir la vente « sur étagère », est systématiquement exclu³. Au passage, cela fait disparaître les cas litigieux de fournisseurs qui ne sont peut-être que de simples revendeurs.
- Quelques fournisseurs, pour lesquels il manque beaucoup d'information, ont été rayés de la liste.

Au total, il reste un échantillon de près de 200 fournisseurs. Pour les distinguer des 500, ils peuvent être considérés comme fournisseurs *en synergie créative*. On considère qu'ils font tous partie de *l'écosystème créatif de SOLEIL*, et c'est bien ce qui intéresse le présent travail qui veut porter un regard sur la capacité des territoires à co-construire de l'innovation. Le raisonnement est le suivant : grâce à des établissements industriels ou de recherche situés sur certains territoires, le synchrotron peut atteindre ses missions à la pointe de la technologie ; réciproquement, ces commandes stimulent la créativité des territoires via la conception de produits ou services nouveaux et pertinents. Ces derniers sont adaptés au synchrotron, mais peuvent souvent aussi trouver d'autres applications directement ou indirectement. Cette étude ambitionne de cerner un impact territorial créatif : la valorisation et la stimulation de clusters géographiques innovants comme les pôles de compétitivité, les districts, les *smart cities*, etc.

Il faut maintenant préciser les unités géographiques avec lesquelles travailler pour une cartographie pertinente. Quels types de *territoires* doivent guider la structuration de l'information statistique ? Le territoire pertinent ne correspond pas nécessairement à un périmètre institutionnel existant, mais

³ L'expression « vente sur étagère » signifie que le fournisseur a déjà conçu et produit le bien et le vend sans adaptation particulière au client.

la mesure contraint l'observateur à faire des choix dans l'offre institutionnelle (concrètement parmi les périmètres reconnus de l'Insee). L'exercice serait simplifié si le territoire national était pavé de districts correspondant à autant de systèmes locaux d'innovation comme ceux évoqué ci-dessus, mais ce n'est pas le cas. Il serait également irréaliste de considérer des correspondances bi-univoques entre les circonscriptions politico-administratives et la réalité des réseaux socio-économiques (créatifs ou pas).

Pour prendre un exemple très représentatif du problème, les nouvelles *Régions*, qui peuvent être considérées comme un concept pertinent en termes purement administratifs et vues comme des lieux de pouvoir au moins partagé (compétences régionales en matière d'aide à l'innovation), ne correspondent pour la plupart à rien de cohérent en termes de systèmes concrets. Pourquoi ces nouveaux découpages feraient-il sens, alors même que les anciennes régions étaient déjà loin de constituer des *systèmes régionaux* ?

Le niveau *communal* peut sembler plus approprié car très précis géographiquement (et la base de données précise les codes postaux des fournisseurs convertis en codes communaux Insee), mais il n'y a pas 35 000 systèmes locaux d'innovations en France ! De plus, une commune peut correspondre aussi bien à la ville centre d'une métropole qu'à un modeste village. Le niveau communal a été retenu pour tester une première cartographie, mais il est logique de regarder si d'autres échelles géographiques de regroupement peuvent faire sens.

Le *département* n'est pas aussi démodé que certains acteurs ont pu le penser il y a quelques décennies dans le microcosme de la haute administration française. L'épisode de la pandémie l'a rappelé à beaucoup, et il n'est plus question de nos jours de le faire disparaître comme lieu de l'action publique, sachant que par ailleurs les trop grandes régions actuelles ont aussi renforcé son image de service de proximité et même de symbole identitaire auprès de la population. Il n'y a cependant pas de raison de penser que chaque département correspond géographiquement à un écosystème d'innovation, outre que l'innovation n'est pas dans les compétences des conseils départementaux.

Le niveau *local* peut être pertinent s'il est élargi aux *intercommunalités*. Depuis que les communes françaises ont été regroupées progressivement (suite aux lois de 2015) au sein des 1256 EPCI (Etablissements Publics de Coopération Intercommunale) comme les Métropoles, les Communautés d'agglomération et les Communautés de communes, lesquelles forment maintenant un véritable maillage de la France métropolitaine⁴. C'est une échelle géographique finalement assez pertinente pour l'observation de beaucoup de fonctionnalités socio-économiques concrètes, et cela correspond de plus en plus à des lieux de gouvernance intéressants (ce sont aussi des territoires de projets). L'EPCI est donc un périmètre à considérer pour la cartographie, mais la présente note préfère se concentrer sur un autre critère qui paraît encore plus pertinent, celui de zone d'emploi.

L'Insee a défini 306 *zones d'emploi* pour la France et ce niveau paraît très pertinent pour l'analyse territoriale des fournisseurs de SOLEIL dans la mesure où il s'agit d'une problématique

⁴ 1 241 EPCI en France métropolitaine

productive⁵. Les zones d'emploi hébergent aussi bien des établissements de production que les compétences individuelles requises pour leur fonctionnement. Comme le précise *Insee Première* (N°1814, septembre 2020) : « Une zone d'emploi est un ensemble de communes dans lequel la plupart des actifs résident et travaillent. Ce zonage d'étude est régulièrement mis à jour pour tenir compte de l'évolution des économies locales ». En 2020 l'Insee et le service statistique du Ministère du travail et de l'emploi (DARES) ont révisé ce zonage en s'appuyant sur une méthodologie développée par Eurostat qui permet une meilleure comparabilité au niveau européen.

Dans les cartes qui illustrent cette note, sont retenus deux niveaux de regroupement territorial : les communes et les zones d'emploi. Cela permet de comparer les avantages et inconvénients de chaque type de cartographie. Quant aux variables représentées, il s'agit de manière systématique des *montants des commandes sur la période 2010-2020* et de deux caractérisations des fournisseurs et des prestations, telles qu'elles sont estimées par les responsables de SOLEIL : le *niveau d'innovation* des firmes et le *niveau d'interaction innovante*. L'étude considère chaque fois trois niveaux d'intensité des caractéristiques (représentés par des couleurs sur les Cartes 3 et 4), sachant que le volume des commandes, lui, est symbolisé par la taille des cercles centrés sur la localisation pour les quatre cartes présentées.

2. Cartographie communale des montants de contrats

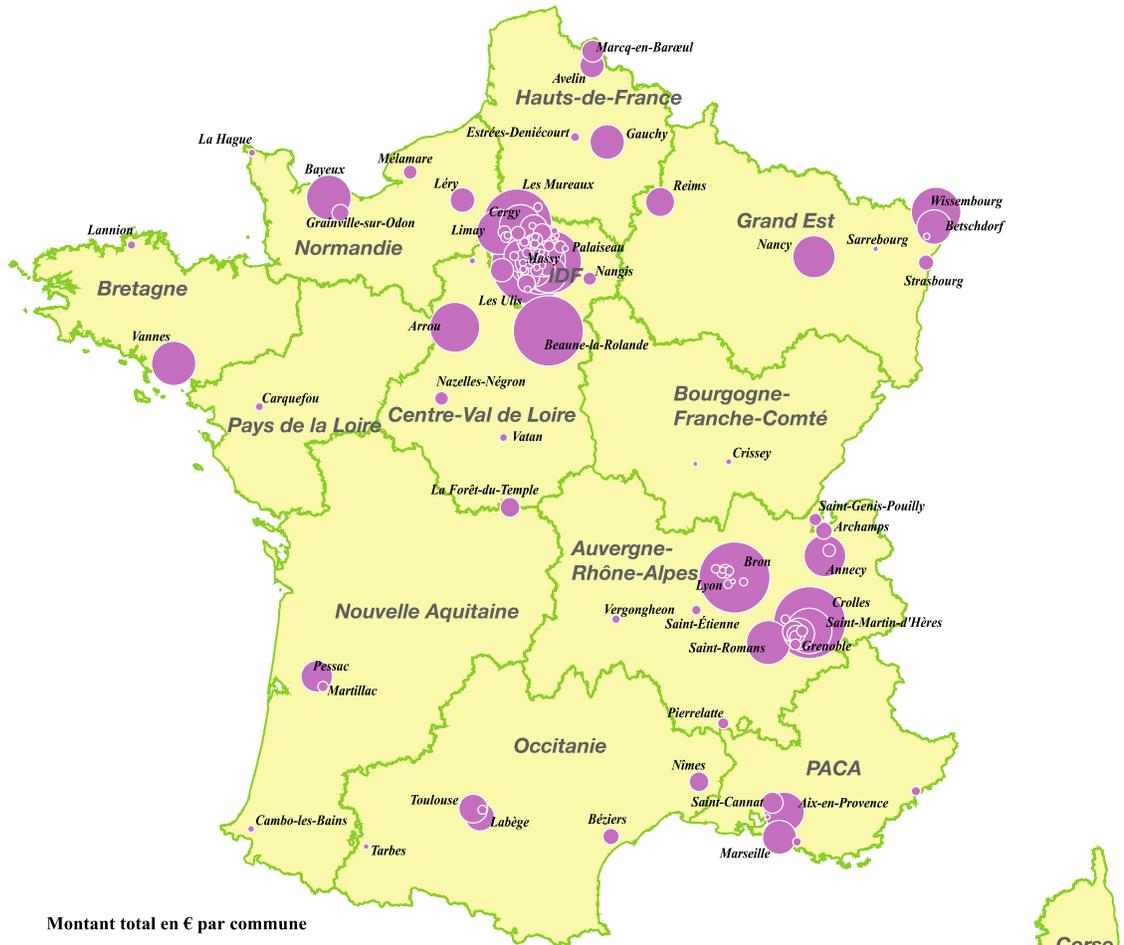
La Carte 1 ci-dessous présente les montants des commandes par commune. Les principales communes concernées sont indiquées pour que le lecteur puisse se repérer, mais il est impossible d'écrire tous les noms. Les limites des Régions sont également indiquées.

Ce qui est particulièrement visible sur la carte, c'est la forte concentration des montants de commandes sur quelques territoires. La grande région parisienne est clairement le premier territoire concerné. Il est à noter que ce cluster dépasse l'Ile de France, particulièrement par le Sud. L'autre grand territoire concerné est Auvergne-Rhône-Alpes (ARA), mais l'Auvergne, récemment fusionnée dans la nouvelle Région ARA ne contribue que modestement à l'offre de fournisseurs. C'est donc bien de l'ancienne région Rhône-Alpes qu'il s'agit, et c'est même tout le territoire de Rhône-Alpes qui forme ce second cluster (pas seulement Grenoble), en particulier grâce à Lyon et aux départements savoyards.

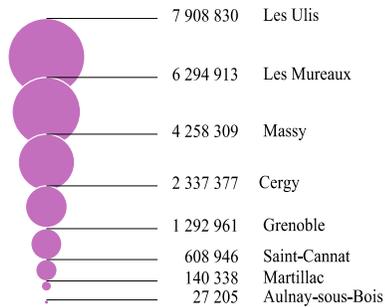
Certaines régions apparaissent quasiment vides, comme Bourgogne-Franche Comté. En situation intermédiaire, se démarquent typiquement Centre-Val de Loire et le Grand Est. Pour ce dernier, les trois anciennes régions sont représentées : Reims et Nancy à l'Ouest et l'Alsace à l'Est (mais avec une concentration sur le Bas-Rhin).

⁵ 287 zones d'emploi en France métropolitaine.

Fournisseurs du synchrotron "SOLEIL" par commune : montants en € (2010-2020)



Montant total en € par commune



Un ou plusieurs fournisseurs sont localisés dans 139 communes pour un montant total de 126 502 127€ sur la période 2010-2020. Les Ulis, Crolles, Bron, Les Mureaux et Palaiseau avec des montants supérieurs à 5 millions d'euros représentent 32% du total. Au niveau régional, 5 territoires regroupent 87,4% des montants : Île-de-France (47,6%), Auvergne-Rhône-Alpes (21%), centre-Val de Loire (8,2%), Grand Est (7%) et PACA (3,6%)

0 50 100 km

Régions

Source : Synchrotron SOLEIL 2021
 Fond de carte : France © IGN - GEOFLA
 Auteur : Jean-Patrick Jouhaud - Géographe-Cartographe — APR © 2022
 Carte réalisée avec le logiciel Philcarto : <http://philcarto.free.fr>

3. Cartographie par zone d'emploi des montants de contrats

L'avantage de la carte des zones d'emploi (voir Carte 2 ci-dessous) est d'agréger les communes, ce qui facilite la lecture. Il y a moins de clusters à considérer et leurs noms sont plus clairs pour un lecteur qui n'est pas spécialiste de chaque micro-territoire. Ainsi, l'établissement de La Forêt du Temple est repéré comme appartenant à la ZE de Guéret. De même, en Région Centre, Arrou correspond à Châteaudun et Beaune la Rolande à Pithiviers.

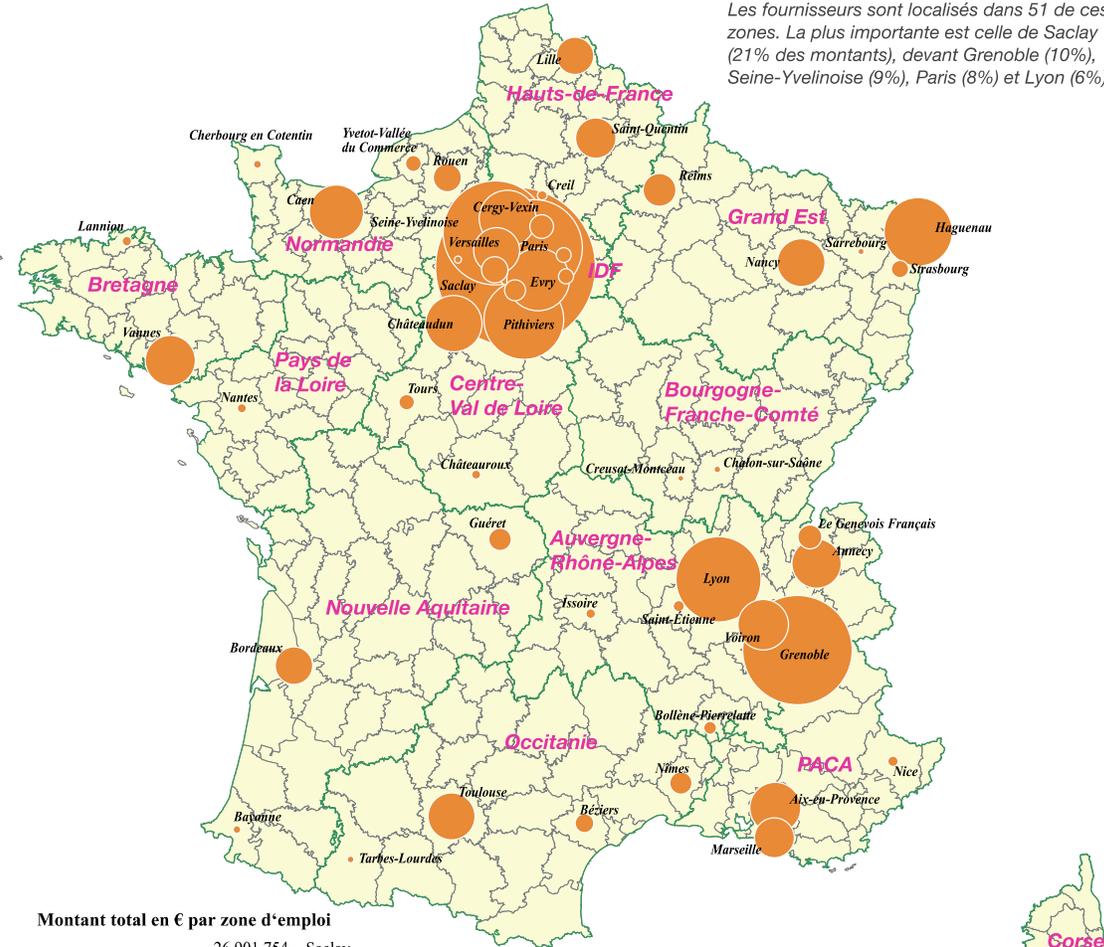
D'un autre côté, en connaissant bien une région, il est parfois dommage de perdre le détail communal. Ainsi, dans le Bas-Rhin, la ZE « Haguenau » agrège Wissembourg, ce qui est dommage car il s'agit d'un contexte territorial différent : à la différence de la commune de Betschdorf qui peut être assimilée au pôle de Haguenau, Wissembourg est relié à la zone d'attractivité de Karlsruhe en matière d'emploi. Il y a là probablement un effet frontière, point aveugle des statistiques nationales produites par l'Insee.

Pour le reste, cette carte confirme l'information de la précédente, à savoir la forte concentration des fournisseurs sur deux grands territoires, respectivement centrés sur Paris et Grenoble-Lyon-Savoie. Les pôles secondaires sont à proximité de Strasbourg, Caen, Vannes, Bordeaux, Toulouse et Aix-Marseille.

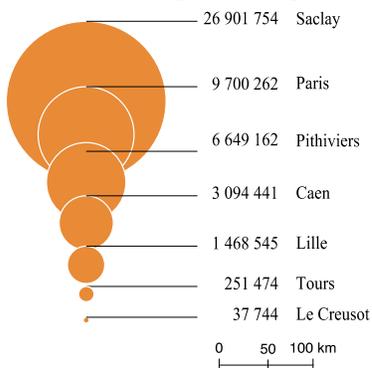
Fournisseurs du synchrotron "SOLEIL" par zone d'emploi* : montants en € (2010-2020)

La France métropolitaine comprend 287 zones d'emploi définies en 2020.

Les fournisseurs sont localisés dans 51 de ces zones. La plus importante est celle de Saclay (21% des montants), devant Grenoble (10%), Seine-Yvelinoise (9%), Paris (8%) et Lyon (6%).



Montant total en € par zone d'emploi



* Une zone d'emploi est un ensemble de communes dans lequel la plupart des actifs résident et travaillent. Ce zonage d'étude est basé sur les déplacements domicile-travail, et il est régulièrement mis à jour pour tenir compte de l'évolution des économies locales. Il est adapté pour l'étude des marchés du travail locaux.

En 2020, l'Insee et la Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares, service statistique du Ministère en charge du travail et de l'emploi) ont révisé ce zonage en s'appuyant sur une méthodologie développée par Eurostat, permettant ainsi de se comparer plus facilement entre pays européens.

— Zones d'emploi 2020
— Régions

Source : Synchrotron SOLEIL 2021
Fond de carte : France © IGN - GEOFLA
Auteur : Jean-Patrick Jouhaud - Géographe-Cartographe — APR © 2022
Carte réalisée avec le logiciel Philcarto : <http://philcarto.free.fr>

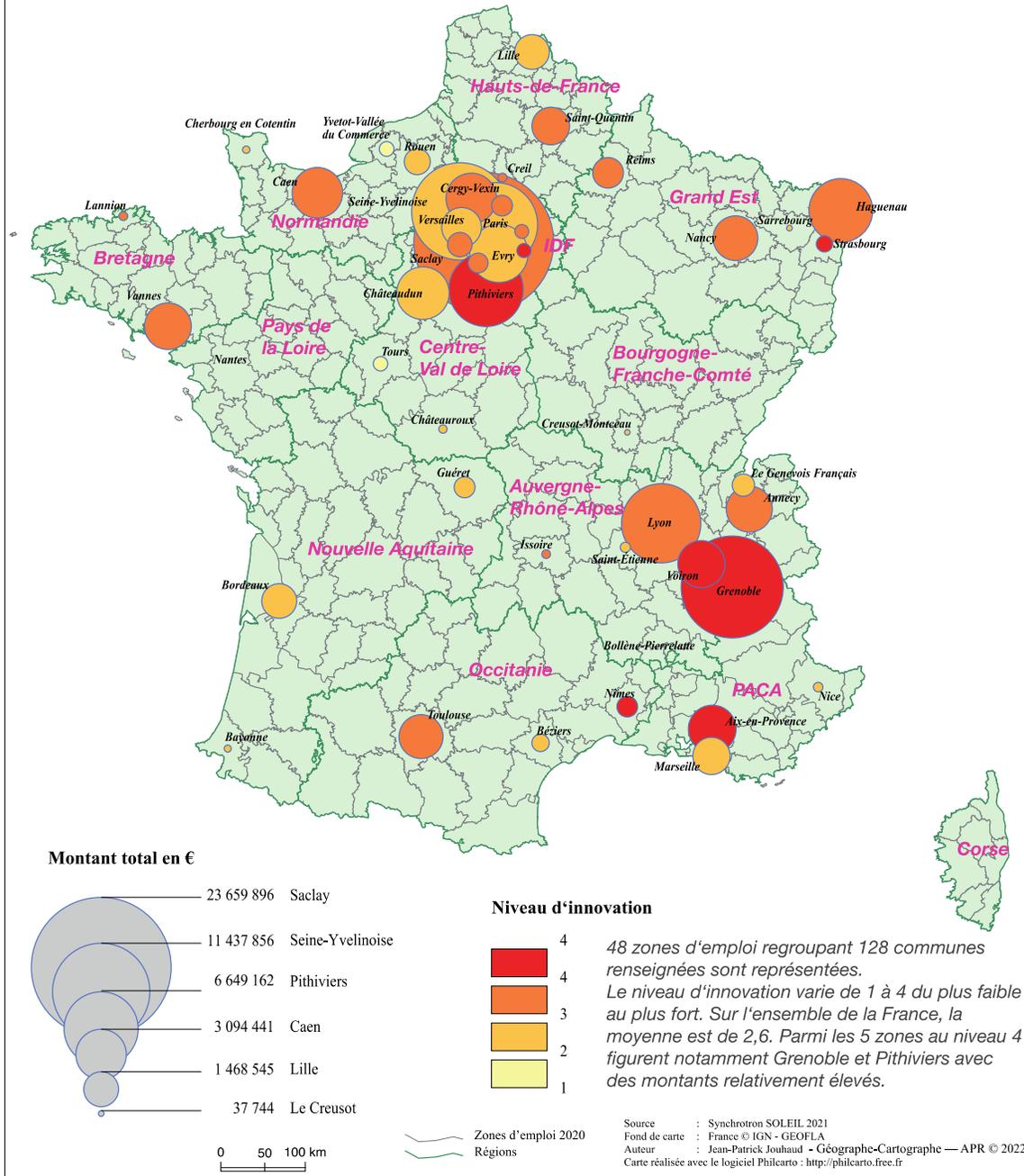
4. Analyse des caractéristiques de l'innovation

Comme le niveau d'innovation de chaque fournisseur est connu (il est évalué par les ingénieurs de SOLEIL), il est possible pour chaque ZE de faire une moyenne de ces niveaux. La moyenne est pondérée par les montants de commandes de chaque fournisseur présent sur le territoire. Le résultat est présenté sur la Carte 3 avec une palette de couleurs où les teintes les plus prononcées (rouge) correspondent à des produits très innovants. C'est ainsi qu'on peut repérer Grenoble, Voiron, Pithiviers, et Aix-en-Provence comme des lieux particulièrement créatifs avec des volumes de commandes importants. Il y a aussi de plus petits contributeurs en termes de commandes qui ont un haut niveau innovant, comme Strasbourg et Nîmes.

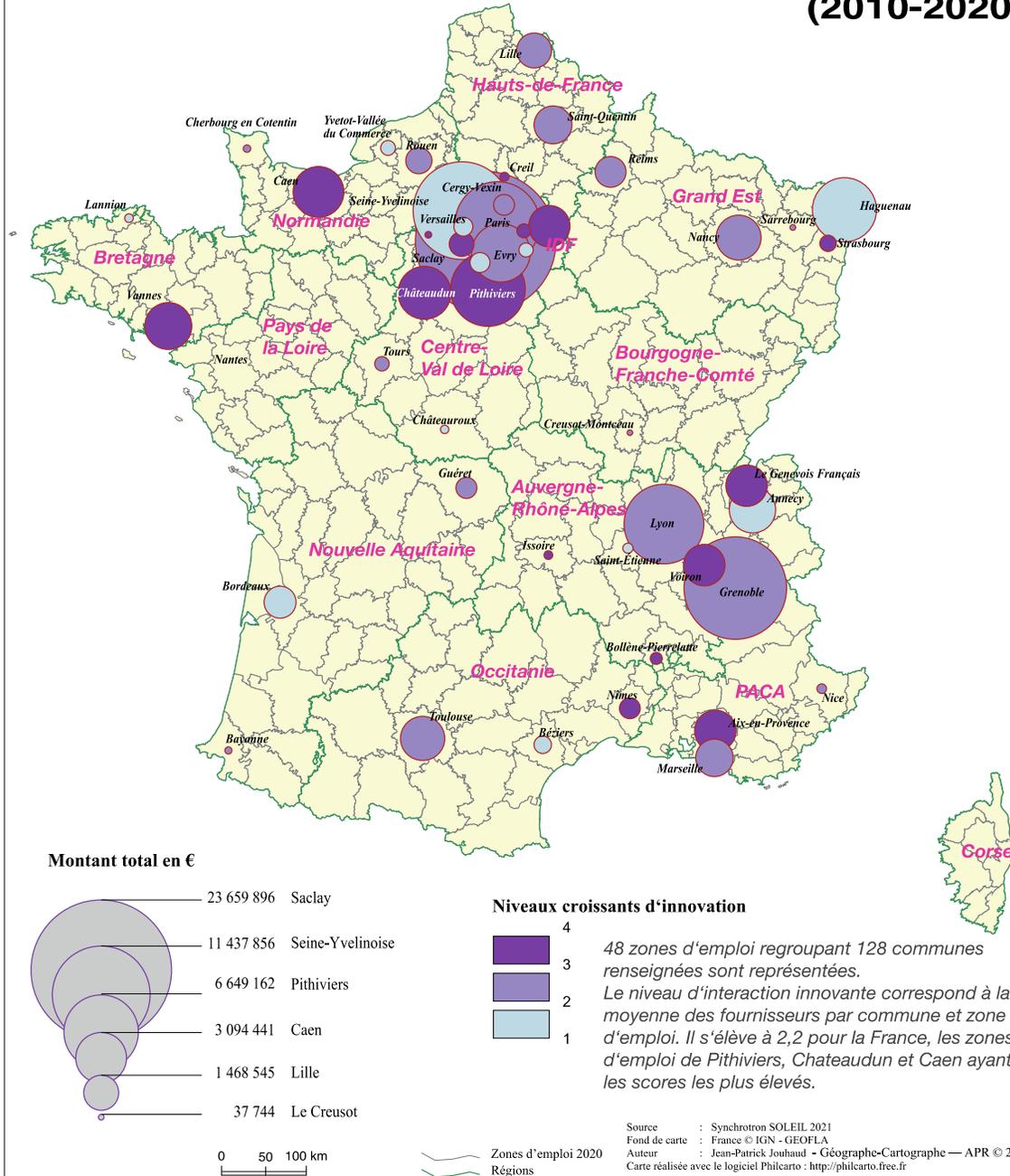
Le niveau d'innovation relevé pour toutes les firmes relevant d'une ZE est celui des produits livrés à SOLEIL. Par ailleurs, la base de données contient un autre indicateur qui concerne le degré plus ou moins « high tech » de la firme (toujours évalué par les responsables de SOLEIL). Comme l'APR a observé une forte corrélation statistique entre les deux critères (niveau d'innovation et niveau technologique), il n'a pas paru nécessaire de produire une cartographie sur la base du second. Cette carte aurait certainement la même allure générale.

La Carte 4 donne une précision supplémentaire sur les fournisseurs, à savoir le niveau d'interaction innovante. La teinte la plus légère correspond à des produits existants légèrement adaptés à la demande, tandis que la plus foncée signale un véritable partenariat de R&D pour aboutir au produit désiré. Beaucoup de fournitures à forte interaction proviennent de la région parisienne, mais il est intéressant de relever que la co-conception peut aussi se faire avec des sites éloignés du plateau de Saclay, comme les territoires de Grenoble, Caen, Vannes, Aix-en-Provence ou Strasbourg.

Fournisseeurs du synchrotron "SOLEIL" par zone d'emploi: Niveau d'innovation (2010-2020)



Fournisseurs du synchrotron "SOLEIL" par zone d'emploi : Niveaux croissants d'interaction innovante (2010-2020)



Remarques conclusives

Les essais de cartographie présentés dans cette note montrent la possibilité de caractériser les territoires en fonction de leurs capacités à répondre à des appels d'offre de haut niveau technologique et à co-créeer avec une grande institution spécialisée des produits et services innovants. En consultant ces cartes il est possible d'observer que la France n'est pas homogène. Les commandes du synchrotron SOLEIL montrent de fortes concentrations géographiques de fournisseurs, principalement autour de Paris et en Rhône-Alpes. L'Alsace n'est pas absente mais l'échantillon ne fait pas apparaître de fournisseurs notables en dehors du Bas-Rhin.

Ces résultats doivent cependant être considérés avec une certaine prudence. En effet, l'échantillon de 200 fournisseurs retenus comporte certainement des biais. Le principal problème est la difficulté de caractériser les fournisseurs : s'agit-il d'entreprises indépendantes, d'établissements relevant de sociétés dont le siège est ailleurs, de producteurs directs ou de simples revendeurs ? Dans l'impossibilité de faire une enquête approfondie sur chaque cas, le parti a été pris de sélectionner très strictement les 200 fournisseurs retenus. Ce faisant, pour prendre le cas de l'Alsace, il se peut que quelques entreprises du Haut-Rhin aient échappé à cette étude.

D'autres perspectives de recherche existent autour de la collaboration avec SOLEIL. Une nouvelle base de données sera disponible prochainement, celle des utilisateurs de l'infrastructure. Les cartographies qui pourraient être réalisées sur cette nouvelle base répondraient à une autre question : quels sont les territoires capables d'adresser une demande de connaissance à l'infrastructure, que ce soit pour de la caractérisation de matériaux, pour la description de structures de protéines, ou toute autre application de l'une des lignes de lumière du synchrotron ?