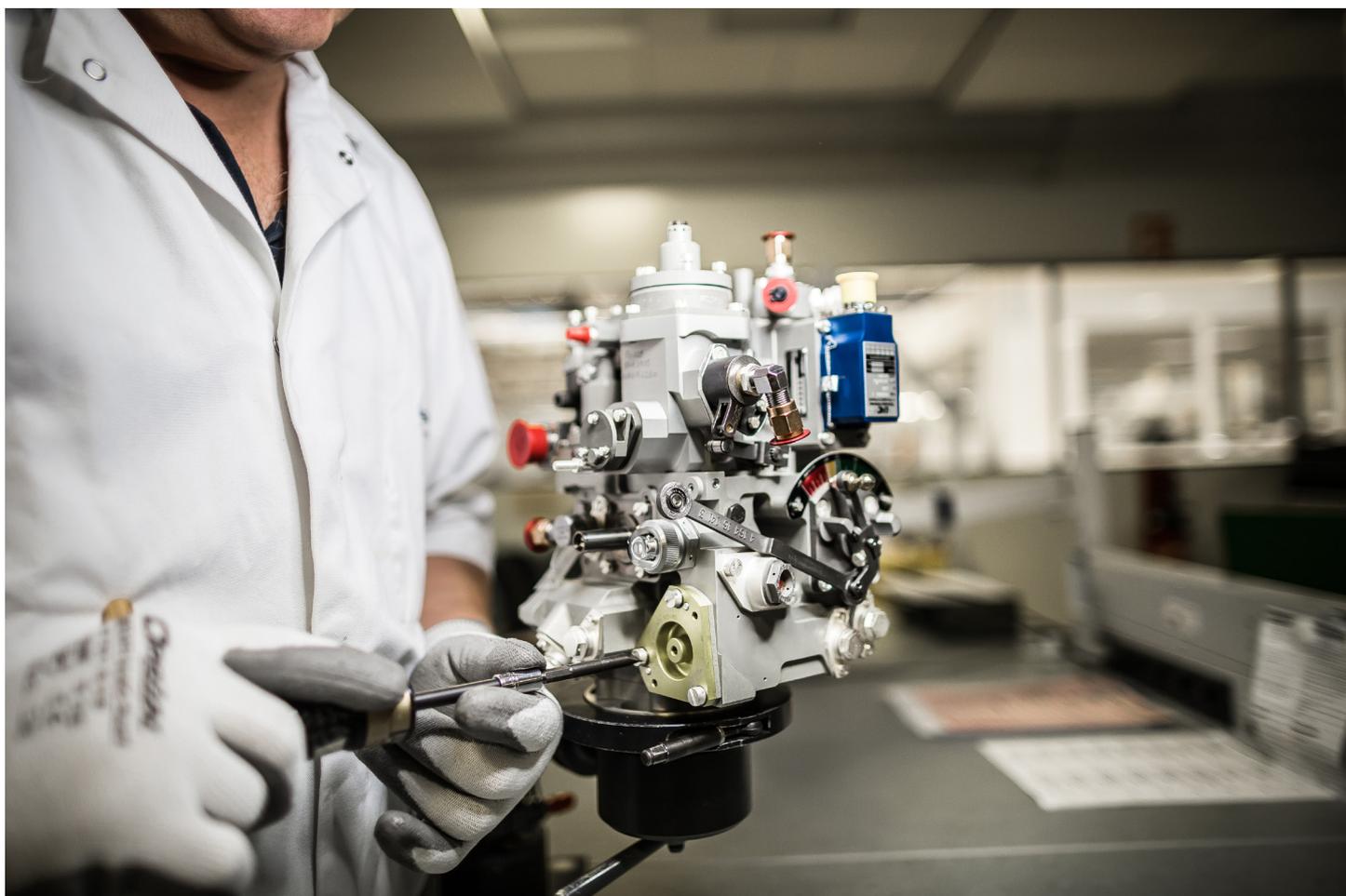


LA MÉCATRONIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

UNE FILIÈRE MÉCONNUE MAIS ESSENTIELLE
POUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE FRANCILIENNE



JUIN 2017

6.16.013

ISBN 978 2 7371 2019 6



www.iau-idf.fr



IAU

INSTITUT
D'AMÉNAGEMENT
ET D'URBANISME

* île de France

La mécatronique en Île-de-France

Une filière méconnue, mais essentielle pour l'avenir
de l'industrie francilienne

Juin / 2017

IAU île-de-France

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15
Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : + 33 (1) 77 49 76 02
<http://www.iau-idf.fr>

Directeur général : Fouad Awada
Département DE : Vincent, Gollain, directeur de département
Étude réalisée par Thierry Petit
Cartographie réalisée par Noémie Le Grand
N° d'ordonnancement : 6.16.013
Crédit photo de couverture : Crédit © Adrien Daste / Safran

En cas de citation du document, merci d'en mentionner la source : Petit Thierry / La mécatronique en Ile-de-France / IAU îdF / 2017

Remerciements : Merci aux membres du comité de pilotage pour leur collaboration active et la relecture attentive du document. Aux personnes qui ont bien voulu consacrer du temps à répondre à nos questions.

Avant-propos

L'étude sur le profil de la mécatronique francilienne est originellement issue des échanges entre la Région Ile-de-France et les acteurs de la Seine Aval dans le cadre du pacte territorial. Du fait de la concentration d'entreprises mécatroniques à l'échelle locale, une étude était inscrite dans le plan d'actions de ce pacte.

Lorsque l'IAU-IDF a été mandaté par le Conseil Régional pour mener cette étude, il a été convenu d'étendre l'analyse à l'ensemble des territoires constituant la région Ile-de-France. L'ambition, outre la connaissance des acteurs de la chaîne de valeur, avec notamment la constitution d'une base de données des entreprises de la filière¹, est d'explicitier le rôle et les ambitions des acteurs locaux, territoires et associations, avec pour objectif de renforcer les synergies entre les différents territoires franciliens tout en tenant compte de leur spécificité et des besoins exprimés par les entreprises.

¹ cf annexe I

Sommaire

Introduction	05
Première partie : Mécatronique principes généraux	06
1 -Définition	07
2 –Les mots de la mécatronique	10
3 –Intérêt et enjeux de la mécatronique	11
4 –la chaîne de valeur mécatronique	12
5 –Eléments de positionnement de la France en Europe et dans le monde	15
6 –la mécatronique en France Quelle place de l'Île-de-France ?	16
Seconde partie : La mécatronique en Île-de-France	18
1 –Données clés de la mécatronique francilienne	19
2 –Les acteurs de la chaîne de valeur francilienne	27
2.1 – Focus : les fournisseurs d'équipement mécatroniques cœur de la chaîne de valeur	29
2.2 – Focus : Les bureaux d'études technologiques	31
3 –Les principaux acteurs franciliens de la R&D mécatronique	33
4 –Les formations supérieures en mécatronique	36
5 –Les structures d'animation dédiées ou actives dans la mécatronique en Île-de-France, les ambitions des territoires	37
Troisième partie : La géographie de la chaîne de valeur mécatronique francilienne	44
1 –Les principales concentrations d'entreprises mécatroniques en IDF	45
2 –Synthèse de la géographie mécatronique francilienne	51
3 –Focus Grand paris Seine & Oise	53
Quatrième partie : benchmark et recommandations	60
1 –benchmark d'autres clusters	61
2 –AFOM de la mécatronique francilienne	64
3 –Recommandations	65
Conclusion	69
Annexes	70
I : Méthodologie d'identification des établissements des entreprises de la mécatronique francilienne	70
II : Méthodologie de « hiérarchisation » des territoires	72
III : Cartographie de synthèse A3	73
IV : Liste des membres du comité technique	74
V : bibliographie, sitographie	76

Introduction

La mécatronique a été désignée comme étant l'une des technologies clés de l'industrie² française. Elle est considérée comme essentielle pour améliorer sa compétitivité et favoriser sa montée en gamme.

Particulièrement développée au sein des secteurs de l'automobile et de l'aéronautique, elle a vocation à se diffuser à l'ensemble des activités industrielles et à participer à l'émergence de l'industrie du futur.

A ce titre, soutenir les entreprises actives dans ce domaine, notamment les fournisseurs d'équipements, favoriser le développement de l'intégration de la mécatronique au sein des entreprises de la mécanique apparaît primordial pour la Région et les territoires, compte-tenu de la volonté réaffirmée par le Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation (SRDEII) de soutenir l'industrie francilienne et de maintenir une économie diversifiée.

Des initiatives locales ont émergé au sein de différents territoires franciliens ayant une longue tradition industrielle et accueillant un tissu d'acteurs actifs dans la mécatronique. Cependant souvent complémentaires, ces actions ne sont pas encore coordonnées au niveau régional. Ce besoin se fait d'autant plus sentir que d'autres territoires apparaissent aussi bien dotés en offre mécatronique et auraient aussi vocation à s'investir sur cette thématique. Ils devront toutefois développer ces actions en synergie avec les autres acteurs franciliens.

La première partie de l'étude portera sur une analyse générale de la mécatronique avec une définition, l'intérêt d'une telle démarche, une description de la chaîne de valeur ainsi que les positionnements de la France et de l'Ile-de-France.

La deuxième partie portera plus spécifiquement sur la mécatronique en Ile-de-France avec une description de la chaîne de valeur francilienne, les acteurs de la recherche, les formations existantes et les structures d'animations présentes en Ile-de-France.

La troisième partie présentera la géographie de la chaîne de valeur mécatronique francilienne pour terminer sur une carte de synthèse de la mécatronique en Ile-de-France

Un zoom spécifique sur le territoire de la Seine aval est proposé conformément aux attentes initialement exprimée et rappelées en avant-propos de cette étude.

Une quatrième et dernière partie proposera des éléments de benchmark qui viendront alimenter une analyse Atouts, Faiblesse, Opportunités, Menaces pour conclure sur des recommandations d'action.

² Voir les rapports « Technologies clés 2015 », Direction Générale de Entreprises, 2011, et « Technologies clés 2020 », Direction Générale de Entreprises, 2016

Première partie : Mécatronique principes généraux

1 - Définition :

Avant tout une démarche intégrée...

On peut définir la mécatronique comme une approche qui intègre plusieurs spécialités : la mécanique, l'électronique, l'informatique et le contrôle.

L'expression « mécatronique » est née à la fin des années 60 au Japon, inventée par les ingénieurs Etsuro Mori et Er. Jiveshwar Sharma de l'entreprise Yaskawa fabricant de contrôle machines.

En France, la norme NF E01-010 définit la mécatronique comme étant une : « *une démarche visant l'intégration en synergie de la mécanique, l'électronique, l'automatique et l'informatique dans la conception et la fabrication d'un produit en vue d'augmenter et/ou d'optimiser sa fonctionnalité.* »

Ici les mots intégration et synergie sont clés et impliquent une capacité à gérer une complexité croissante des systèmes comme le souligne ce passage issu du site Genesics dédié à la mécatronique :

« La mécatronique relève, pour la décrire simplement, du processus d'intégration de fonctions précédemment dispersées et pilotant un actionneur. Sans actionneur, un produit ne peut être dit « mécatronique ». ...L'approche « intégrative » semble évidente mais elle est en fait pleine d'embûches du fait de l'accroissement significatif de la complexité résultant du processus d'intégration. Tout changement dans le niveau de cette complexité introduit des problèmes émergents dont la nature et l'importance va dépendre de la profondeur du processus d'intégration et de l'accroissement des fonctionnalités du produit mécatronique final. Tout déploiement d'un processus d'intégration va donc nécessiter, à son tour, le déploiement du principe de « double action » : intégration et correction. »

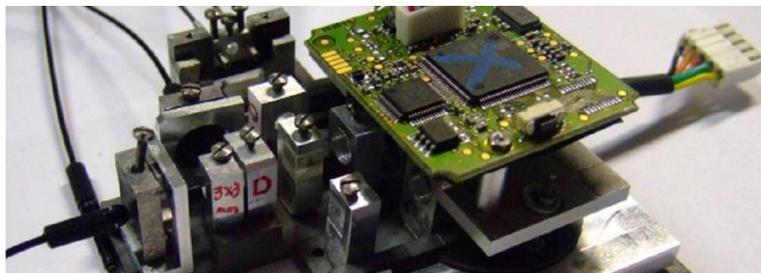
Par ailleurs on peut préciser la définition officielle par les éléments suivants :

« Un système mécatronique est en général caractérisé par sa fonctionnalité d'autorégulation, c'est-à-dire qu'il réagit en temps réel ou non en fonction de son propre état. Un système classique est donc composé de capteurs qui informent sur l'état de celui-ci, des actionneurs qui agissent sur le système à réguler et un outil de correction, généralement logiciel, pour améliorer la qualité de la régulation (vitesse de réaction, précision, justesse, adaptabilité du système à des situations nouvelles...). »³

« La mécatronique est la convergence de la mécanique et de l'électronique. Elle associe à ces deux éléments les notions d'informatiques nécessaires au contrôle et au traitement des informations provenant des différents capteurs.

Les trois principales composantes de la mécatronique étant :

- La partie opérative (l'ensemble cinématique avec ses actionneurs et ses capteurs - Mécanique et Électronique).
- La partie commande (l'intelligence du système - Électronique et Informatique temps réel).
- La partie Interface Homme/Machine (le pilotage du système - Informatique et communication) ».⁴



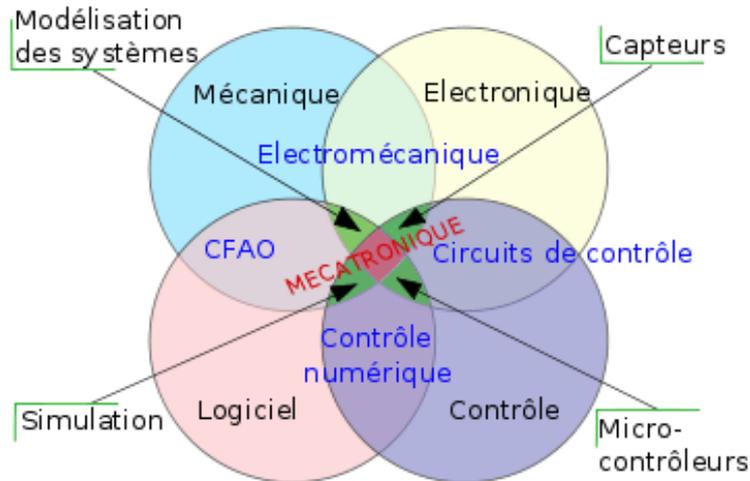
Un système mécatronique avec ses 3 composantes

³ Source ARTEMA : <http://www.artema-france.org/Default.aspx?lid=1&rid=119&rvd=119>

⁴ Source Noval : <http://www.noval-france.com/mechatronics>

Le schéma ci-dessous permet de visualiser le caractère transversal de la mécatronique, point de rencontre de plusieurs disciplines.

fig- 1 La mécatronique à l'interface de plusieurs disciplines



Source : Wikipedia

...Au service de marchés

La mécatronique se définit donc avant tout par une démarche holistique et intégrée. C'est la capacité à mettre en synergie les différentes compétences requises qui est la clé de la réussite d'un projet mécatronique plus que la juxtaposition de technologies et de compétences.

La mécatronique ne peut pas être réduite à une technologie. Elle n'est pas non plus une filière en tant que telle, c'est surtout une démarche qui répond à des besoins exprimés par des marchés. Les offres mécatroniques, produits et solutions ne sont pas standardisés, ils sont conçus sur mesure pour répondre aux besoins des donneurs d'ordre.

La mécatronique se trouve potentiellement là où il y a un besoin de contrôle, et d'optimisation des fonctionnalités de systèmes ayant une composante mécanique c'est-à-dire potentiellement partout. Ainsi, un des premiers champs d'application de la mécatronique a été l'automobile sous l'effet des contraintes de normes toujours croissantes, de l'optimisation des performances, de la concurrence acharnée entre constructeurs. Pourtant l'application la plus médiatisée de la mécatronique est la robotique car plus évidente aux yeux du grand public.

Cependant, la mécatronique dépasse largement et depuis déjà longtemps le domaine de la robotique comme en témoigne ces quelques exemples d'application mécatroniques dont certaines encore embryonnaires :

- Automobile : Système de freinage antiblocage des roues (ABS) dès 1978, système d'injection, alternateur, direction assistée, serrures, lève vitre électrique, sièges ergonomiques intelligents, véhicules autonomes...

- Aéronautique, défense et sécurité : systèmes internes (d'injection, anti vibration...), robotique mobile et autonome (drones notamment), contrôle d'accès...

- Loisirs/électroménager/domotique : robotique de loisirs (drones, robots), robotique de service aux particuliers (aspirateurs autonomes...), machines à laver intelligentes, autofocus, disques durs, serrures intelligentes ...

- Médical : micro-robots médicaux, endoscopes intelligents, connecteurs intelligents, télématique embarquée, X by wire, remplacement d'organes humains (biomécatronique)...

- Equipement industriel et de recherche : banc de tests, robotique manufacturière, automation

Le besoin d'une révision de la définition, vers la cyber mécatronique ?

A mesure que la numérisation se propage à l'ensemble de l'économie, la mécatronique devient centrale pour un nombre de plus en plus important d'objets conçus et fabriqués pour lesquels elle joue le rôle d'interface entre le monde physique et le cyber espace.

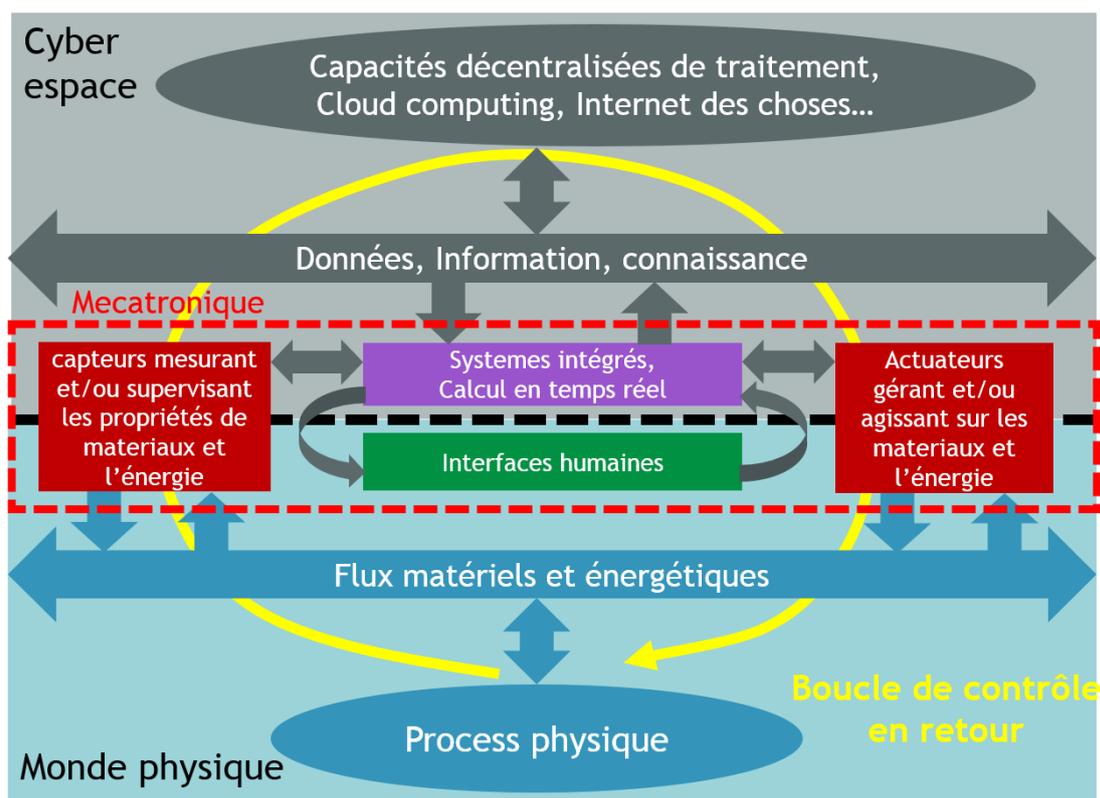
On vient de voir dans la première définition officielle comment la mécatronique répondait à des besoins d'optimisation de sous-systèmes et était incluse dans des systèmes plus vastes comme une automobile par exemple. Au sein de ces systèmes, les sous-systèmes mécatroniques sont appelés à de plus en plus communiquer entre eux et interagir.

A côté de cette vision de la mécatronique on assiste à la diffusion de nouveaux usages et besoins liés aux objets connectés, au big data, au cloud etc... Les systèmes intégrant de la mécatronique s'ouvrent eux-mêmes sur d'autres systèmes via le cyber monde pour ajouter plus de fonctionnalités et encore augmenter les performances. Par exemple, une automobile autonome pourra communiquer ses données à une centre de calcul big data qui lui-même sera en mesure de fournir à ce véhicule des retours d'expérience d'autres véhicules ayant connu des situations similaires pour l'aider à optimiser son fonctionnement.

De l'avis des spécialistes du domaine, cette nouvelle dimension « cyber » appelle aussi à prendre en compte de nouvelles compétences et donc d'élargir la définition originelle de l'AFNOR citée plus haut.

D'autant que la mécatronique, dans son acception originelle, est désormais considérée par certains acteurs comme un prérequis et n'est plus suffisamment différenciante pour les acteurs industriels.

Fig 2- Schéma du positionnement de la mécatronique



Source : d'après "topology-Based Safety Analysis for Safety Critical CPS", Jean-Yves Choley, Faïda Mhenni, Nga Nguyenb, Anis Bakloutia, Laboratoire Quartz, Supméca, Laboratoire Quartz, EISTI, communication au congrès complex adaptive systems, 2016.

2- Les mots de la mécatronique

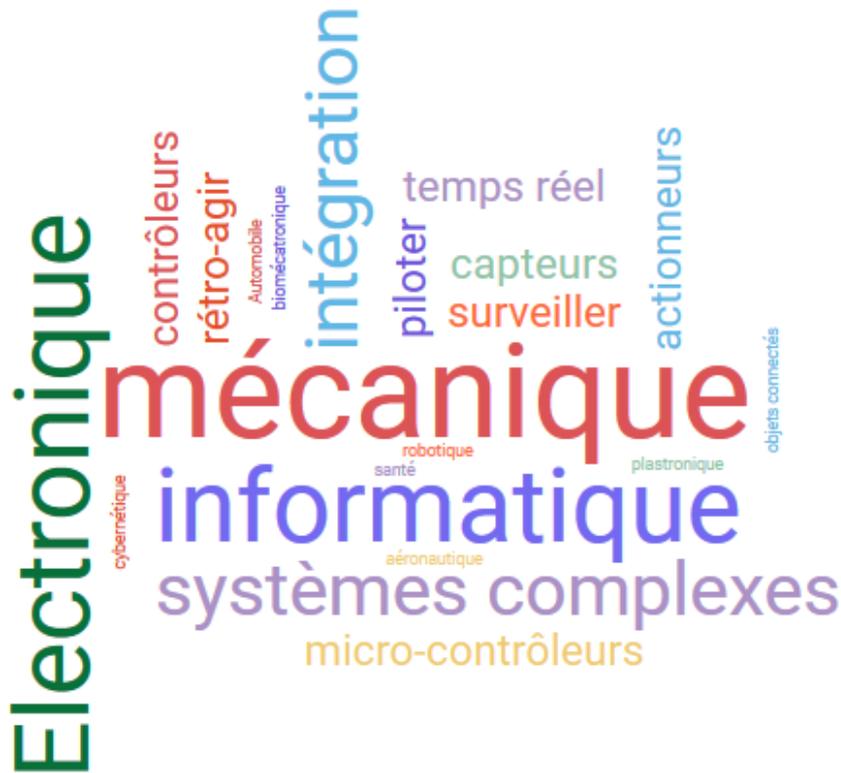
Décrire la mécatronique, on l'a vu, est complexe. La plupart du temps, les entreprises n'ont pas conscience de faire de la mécatronique car ce mot n'entre pas dans leur vocabulaire, même si finalement la description de leur activité montre qu'elles sont actives dans ce domaine.

Décrire la mécatronique par des mots est aussi un enjeu pour aider les entreprises à identifier des partenaires potentiels, et se faire connaître notamment via leur site web et les réseaux sociaux, premiers vecteurs de notoriété des entreprises.

Parmi les principales associations de mots et expressions clés décrivant la mécatronique on trouve :

Electronique, mécanique, informatique, intégration, systèmes complexes, piloter, surveiller, rétroagir, microcontrôleurs, actionneurs, temps réel, système embarqué, intelligence embarquée, temps réel, biomécatronique, robotique, cybernétique, actionneurs, capteurs, contrôleurs, microélectronique, systèmes d'interconnexion complexes, matériaux, packaging, plastronique, logiciels embarqués, composants électroniques critiques, systèmes opératifs, méthodes managériales...

Fig 3-Les mots de la mécatronique



Source : IAU-IDF, réalisé à l'aide du site Infogram

3 - Intérêt et enjeux de la mécatronique

Le développement de la mécatronique, on l'a vu, est lié à l'optimisation des systèmes mécaniques et le besoin d'évoluer vers de nouvelles fonctionnalités, ce qui revêt plusieurs intérêts pour les produits et les entreprises qui maîtrisent cette offre. Elle comporte aussi plusieurs enjeux à la fois au niveau de l'entreprise et au niveau de son environnement.

Intérêts :

La mécatronique, permet :

- D'obtenir des performances supérieures comparées aux solutions traditionnelles, de réaliser de nouvelles fonctionnalités, et de rendre plus compacts les produits ayant intégré de la mécatronique.
- L'augmentation de la flexibilité des équipements et de la performance des équipements de production ainsi qu'une plus grande sûreté de fonctionnement (fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité).
- La réduction du nombre de composants critiques et donc accroissement de la robustesse.
- D'éloigner les entreprises de la concurrence par les coûts en allant vers une compétitivité basée sur la qualité et la différenciation.
- L'élévation durable de l'entreprise dans la chaîne de valeur, en passant d'une offre « composants » à une offre « solutions ». Cela permet aux entreprises de resserrer leurs liens avec les clients et de garder un contact client continu.
- D'avoir une nouvelle approche sur les produits, leur conception...

Enjeux/défis :

Le principal défi est l'interdisciplinarité inhérente au système mécatronique. Il est nécessaire de rapprocher des mondes qui s'ignorent encore trop souvent (mécanique, électronique, informatique, régulation) pour les aider à collaborer et concevoir des systèmes intégrant en amont toutes les fonctionnalités de la mécatronique. Cela implique :

-Au niveau des entreprises, différents types de stratégies non exclusives sont possibles :

- L'intégration de compétences complémentaires manquantes avec toutefois des difficultés potentielles à ne pas sous-estimer. Par exemple la culture et la pratique de la mécanique valorise l'expérience et donc l'ancienneté là où l'informatique valorise l'agilité et la jeunesse.
- La mise en place d'une meilleure approche coopérative inter disciplinaire au sein de l'entreprise
- L'intégration de compétences ayant un profil facilitant ce rapprochement des compétences soit internes à l'entreprise, soit en allant les chercher à l'extérieur de l'entreprise auprès de partenaires
- Le développement/l'acquisition d'outils de conception qui intègrent et facilitent cette diversité d'approche

-Au niveau de la formation, la mise en place ou le renforcement de :

- Cours interdisciplinaires où l'on enseigne aux ingénieurs de différents domaines à mieux collaborer entre eux, le développement de formations d'ingénieurs systèmes, l'intégration plus forte de l'innovation ouverte et où on prend mieux en compte les usages et besoins des praticiens et usagers des équipements qu'ils seront amenés à élaborer...
- Rencontres interdisciplinaires pour faire se rencontrer et travailler sur des projets communs des domaines très éloignés : par exemple mécatronique et santé, mécatronique et industries culturelles...
- Formations pluridisciplinaires dans lesquelles les ingénieurs disposent des différentes compétences à partir d'une base solide dans l'un des trois domaines : mécanique, électronique, informatique.

4 - La chaîne de valeur mécatronique

En amont les constructeurs créent la demande

Les constructeurs s'occupent principalement de la conception d'ensemble des produits : automobiles, avions...pour lesquels ils doivent concevoir :

- l'architecture globale,
- les sous-systèmes composant ces produits en collaboration avec leurs fournisseurs de rang 1 puis leur intégration dans le produit final,
- l'industrialisation en tenant compte des caractéristiques des sous-ensembles, des contraintes de logistiques...

Ils en réalisent in-fine leur assemblage puis la commercialisation.

Les constructeurs poursuivent leur montée en gamme et s'acheminent de plus en plus vers la fourniture d'un service global incluant leur produit initial dans un package. Par exemple, PSA réfléchit à un service de mobilité en incluant diverses modes de transport dont il assure la production : automobile, scooter...mais en allant au-delà de ses compétences initiales pour nouer des partenariats avec d'autres acteurs et aller notamment sur le terrain de l'auto-partage.

La montée en gamme des constructeurs tire vers le haut l'ensemble de la chaîne de valeur en incitant chaque maillon à monter en compétence et complexifier son offre.

Les fournisseurs de rang 1, que l'on appelle aussi les équipementiers sont les principaux concernés par ces évolutions. Ils offrent des solutions complètes aux constructeurs sur des sous-ensembles pour lesquels ils ont eux-mêmes mené la conception (en collaboration avec les constructeurs) puis la fabrication en organisant et animant leur propre réseau de fournisseurs.

Ce sont ces fournisseurs de rang 1 ou équipementiers qui constituent les donneurs d'ordre des fournisseurs de systèmes mécatroniques.

Les donneurs d'ordre de la mécatronique sont principalement des équipementiers de rang 1

Les donneurs d'ordre des fournisseurs de systèmes mécatroniques sont principalement des équipementiers de rang 1 de l'automobile, de l'aéronautique et autres qui proposent de nouvelles solutions ou doivent répondre aux attentes des constructeurs.

Afin d'enrichir leurs systèmes, ces donneurs d'ordre font appel aux compétences de leurs fournisseurs pour trouver des solutions à partir de leur offre initiale.

Certains donneurs d'ordre maîtrisent en partie ce savoir-faire (notamment en termes de conception mais aussi éventuellement en production) et peuvent eux même se positionner en tant que fournisseurs d'équipements « en compte propre ». On trouve notamment dans cette catégorie des fournisseurs automobiles pour lesquels le recours à la sous-traitance est moins prononcé.

On trouve aussi de plus petites entreprises dont des start-up technologiques, comme dans la robotique, qui s'appuient sur les compétences des fournisseurs et leur outil industriel pour se positionner comme concepteurs et assembleurs de produits intégrant des systèmes mécatroniques.

Les fournisseurs de systèmes mécatroniques sont très souvent issus de la mécanique

Parce-que la mécanique est à la base de nombreux sous-systèmes, et que les mécaniciens détiennent le savoir-faire et l'outil industriel très capitalistique, ce sont essentiellement des mécaniciens qui sont à l'origine des innovations en mécatronique sous la direction ou en collaboration avec les donneurs d'ordre. Il est plus rare qu'un produit mécatronique soit issu d'un industriel de l'électronique et encore moins d'un fournisseur de solutions logicielles.

Ainsi, le constructeur français de roulement à billes SNR a conçu et breveté un système mécatronique permettant de connaître la vitesse de rotation des roulements qui était nécessaire à l'élaboration d'un système de freinage anti blocage de roues élaboré par l'équipementier automobile Bosch et connu du public sous le nom de système anti blocage des freins ABS.

Lorsque l'on évoque les fournisseurs d'équipements mécatroniques on parle en fait de plusieurs réalités qui vont des fournisseurs de systèmes à des fournisseurs de services mécatroniques (stade le plus abouti).

Les fournisseurs d'équipements mécatroniques, et plus encore de services, bénéficient globalement d'une position plus favorable vis-à-vis des donneurs d'ordre que les fournisseurs d'autres types d'équipements. Cela est d'autant plus vrai à mesure que leur offre se complexifie.

Leur pouvoir de négociation est relativement plus important vis-à-vis de donneurs d'ordre qui ne maîtrisent pas aussi bien la technologie et qui en sont de ce fait dépendants.

Les donneurs d'ordre des fournisseurs d'équipements mécatroniques cherchent ainsi à coopérer avec les entreprises détenant les technologies et les compétences pour répondre à leur besoin et élaborer ensemble les produits et solutions qu'ils recherchent. Dans la plupart des secteurs, cette coopération est l'occasion de bâtir des relations stables gagnant-gagnant sur le long terme.

D'autres fournisseurs interviennent en tant que fournisseurs spécialistes : prestations logicielles (SSII), mécanique, traitement de surface, électronique...en interface avec les fournisseurs d'équipements mécatroniques, éventuellement en direct avec les donneurs d'ordre intégrateurs.

Les bureaux d'études technologiques sont à l'interface entre donneurs d'ordre et fournisseurs d'équipements

Les bureaux d'études sont des acteurs indispensables à la démarche. Ce sont eux qui facilitent la montée en gamme des fournisseurs d'équipements mécatroniques en les accompagnant dans l'innovation et la conception d'ensemble et en faisant appel aux entreprises ayant les compétences complémentaires.

Ces bureaux d'études sont souvent pluridisciplinaires, ce qui les place naturellement dans cette position.

Fig 4- Synthèse des acteurs de la chaîne de valeur

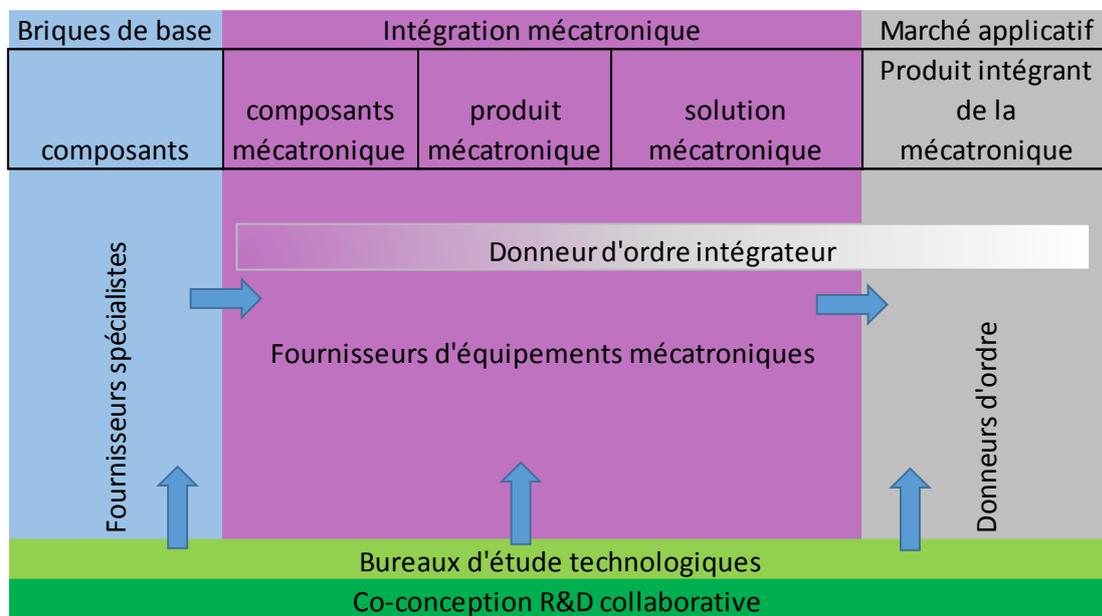
Type d'acteur	Compétences spécifiques
1-Constructeurs	Entreprise qui conçoit ou fabrique un produit final incluant une dimension mécatronique.
2-Donneur d'ordre	Entreprise qui intègre un sous-ensemble mécatronique à ses produits. Elle utilise des solutions mécatroniques développées en externe par ses fournisseurs ou en co-développement
3-Donneur d'ordre intégrateur	Idem mais ici l'entreprise a intégré au moins une partie des capacités d'études et de réalisation
4-Fournisseur d'équipements	Entreprise spécialiste sous-traitante des donneurs d'ordre (2 et 3). Elle dispose de compétences fortes en mécanique. Elle dispose de la propriété intellectuelle du produit. Ce segment est considéré comme la « colonne vertébrale » d'un cluster mécatronique.
5-Fournisseur complémentaire	Dispose de compétences directement complémentaires avec la mécanique
6-Bureau d'études technologique	Entreprises sur un modèle service pouvant disposer de capacités de production en propre pour des préséries. Travaillent sur un cahier des charges établi par un donneur d'ordre. Ont la capacité d'organiser la relation entre différents spécialistes notamment de travailler directement avec les mécaniciens.

Source d'après Aprim et Associés

Notre propos se concentre sur les acteurs 2 à 6, avec cependant un éclairage limité sur des acteurs de la catégorie 5. (voir aussi note méthodologique en annexe 1)

On peut ainsi schématiser la chaîne de valeur mécatronique (schéma ci-dessous).

Fig 5- Schéma simplifié de la chaîne de valeur mécatronique



Source IAU-IDF d'après Aprim et Associés

Notre analyse du tissu francilien se calera sur ces différentes catégories.

5 - Éléments de positionnement de la France en Europe et dans le monde

La France figure parmi les grands pays mécatroniques

La littérature économique sur la filière mécatronique est assez pauvre. En Europe, plusieurs sources hétérogènes convergent néanmoins pour placer la France en 4^e position derrière l'Allemagne, l'Italie et l'Autriche pour le chiffre d'affaires estimé et les effectifs. Ces chiffres se basent sur une estimation de 2006 où la mécatronique représentait 10 à 15% du chiffre d'affaire des entreprises de la filière, part qui était appelée à doubler en 2015. Ils restent cependant à relativiser à l'aune d'une vision de la mécatronique plus restrictive en France qu'en Allemagne par exemple, ce qui explique la difficulté à mettre en place une norme européenne. Par ailleurs la France a depuis mieux intégré les technologies numériques à la mécatronique, ce qui selon Thésame⁵ placerait la France parmi les principaux leaders mondiaux.

Fig 6- La mécatronique en Europe

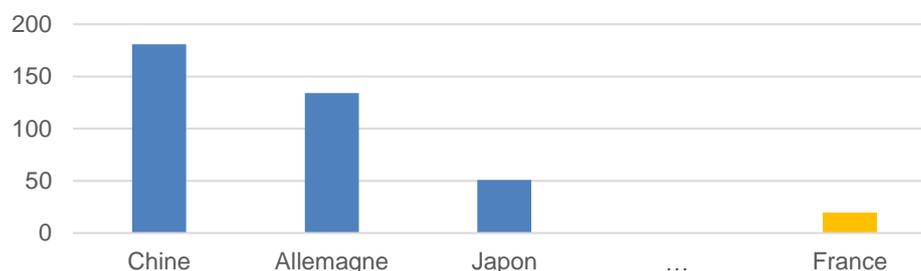
	France*	Allemagne**	Italie**	Autriche**
CA estimé des entreprises impliquées (Mds €)	7,4	30	20	11
Nombre de salariés des entreprises impliquées	35 000	150 000 à 200 000	125 000	60 000

Sources : * adhérents ARTEMA, **Aprim et Associés

En termes d'innovation que l'on peut partiellement mesurer par les dépôts de brevets⁶, la Chine et l'Allemagne se détachent nettement des autres pays du monde. Les dépôts de brevet dans le monde sur la thématique de la mécatronique ont commencé à accélérer à partir de 2002 pour atteindre une trentaine de brevets contre une moyenne de 5 annuellement les années précédentes. Depuis 2010 on assiste à une explosion du nombre de dépôts de brevets qui approche puis dépasse les 100 annuels.

Dans cet ensemble la Chine, avec une dynamique très forte ces dernières années, se classe en tête suivie de l'Allemagne avec respectivement 181 et 134 brevets cumulés, suivis du Japon avec 50 brevets. La France se situe dans le peloton mondial avec 20 brevets cumulés.

Fig 7- Les brevets en mécatronique détenus par pays (2013)



Source : Aprim et associés

⁵ Thésame : cluster français en mécatronique. (voir la présentation en p61, chapitre Benchmark et recommandations).

⁶ Le dépôt de brevet est une mesure imparfaite de l'innovation dans le sens où de nombreuses entreprises françaises et non des moindres comme Dassault Aviation, choisissent de ne pas déposer de brevets pour des raisons de confidentialité. Pour d'autres acteurs, le manque d'organisation interne et le coût des moyens mis en œuvre pour le suivi des éventuelles contrefaçons constitue un frein au dépôt de brevets de leurs innovations.

6 - La mécatronique en France : quelle place de l'Ile-de-France ?

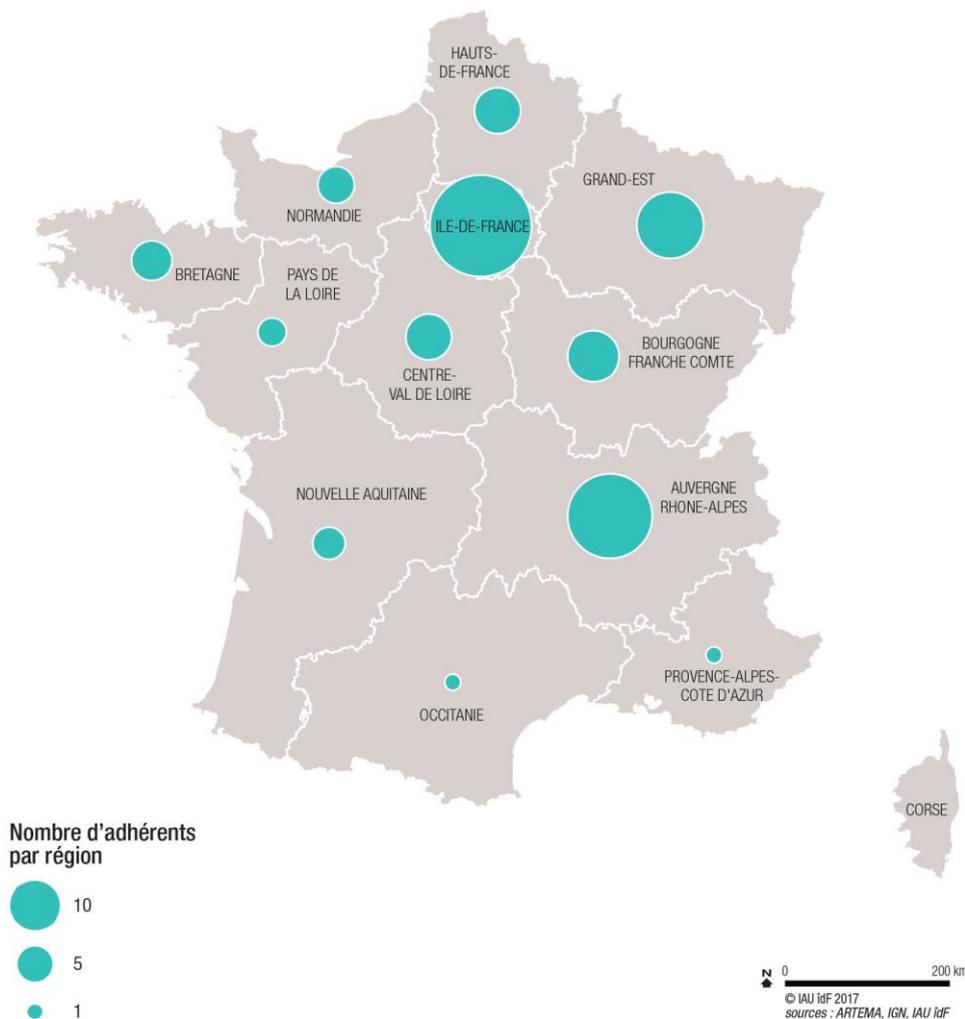
A défaut d'études et de statistiques comparables, du fait de la nature transversale de la mécatronique, nous pouvons tenter d'apprécier la place de l'Ile de France au regard de plusieurs sources, elles-mêmes partielles et incomplètes.

Cette approche permet de supposer que l'Ile de France est un des principaux centres français de la mécatronique devant la région Rhône-Alpes-Auvergne, et les régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté, autres principaux centres de la mécatronique française.

En se basant sur le nombre d'adhérents à ARTEMA, le syndicat français des industriels de la mécatronique qui revendique représenter 80% de la production française, on constate que l'Ile-de-France abrite environ le tiers de ses adhérents (siège ou établissement).

Fig 8- ARTEMA carte des membres adhérents

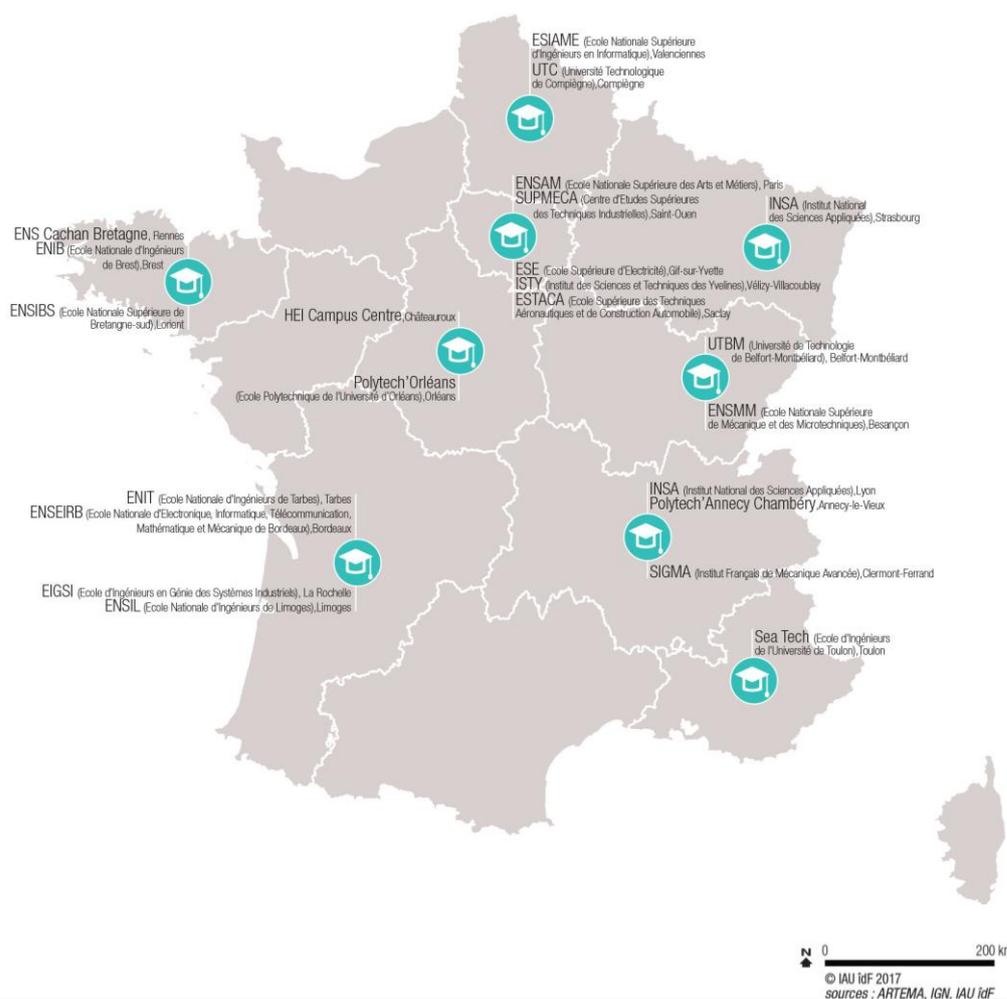
Répartition nationale des adhérents à l'association professionnelle des entreprises de la mécatronique ARTEMA



La carte des formations d'ingénieurs en France avec une spécialisation en mécatronique montre de son côté une plus grande répartition nationale, avec une concentration légèrement plus marquée en IDF qui compte 5 formations (20% des formations nationales).

Fig 9-Carte de France des formations ingénieur avec une spécialisation en mécatronique

Formations d'ingénieur en mécatronique



Elle est enfin une des deux régions française avec la région Rhône-Alpes-Auvergne à abriter un pôle de compétitivité dont un des DAS (Domaine d'activité Stratégique) mentionne explicitement la mécatronique.

Le pôle francilien et Normand Mov'eo, a eu jusqu'à fin 2016 un DAS SME (Systèmes Mécatroniques pour l'Électrification du Véhicule⁷). Principalement axé autour de la problématique de l'électrification du véhicule, tant pour les véhicules électriques qu'hybrides, ce DAS s'intéressait aux machines et actionneurs, aux composants passifs et actifs intégrés dans les objets mécatroniques, les matériaux haute performance pour la mécatronique ainsi qu'à la robustesse des produits et aux méthodes d'industrialisation en grand volume des objets mécatroniques.

Le pôle Mont blanc industries localisé à Cluses près d'Annecy comporte deux DAS dont un intitulé mécatronique⁸. Ce DAS porte sur quatre aspects : les modules mécatroniques, la robotique collaborative, la qualité des produits et les technologies émergentes. Un groupe stratégie mécatronique 2020 a aussi été créé. Ces deux pôles avaient d'ailleurs signé une convention de partenariat pour 3 ans en 2010 sur la thématique de la mécatronique.

⁷<http://pole-moveo.org/moveo-projets/les-das/das-sme-systemes-mecatroniques-electrification-vehicule/>

⁸<http://www.montblancindustries.com/strategie-reseau/filieres-d'excellence/>

Seconde partie : La mécatronique en Ile-de-France

1- Données clés de la mécatronique francilienne

A partir d'une recherche par adhérents de diverses structures dédiées à la mécatronique en France et en Ile-de-France, abondée par une recherche par mots clés et par l'apport des membres du comité de pilotage⁹, nous avons pu aboutir à une estimation partagée de la chaîne de valeur de la mécatronique francilienne.

La planche infographique ci-dessous en résume les principaux résultats¹⁰ :

Fig 10- Les chiffres clés de la mécatronique francilienne

CHIFFRES CLÉS DE LA MÉCATRONIQUE



297

Établissements impliqués dans la mécatronique dont **46** de plus de 100 salariés



15 400

Salariés de ces établissements



4,2 milliards d'€

Le chiffre d'affaires estimé de ces établissements



1,3 milliards d'€

La valeur ajoutée estimée de ces établissements



1,4 milliards d'€

La contribution estimée de ces établissements au chiffre d'affaires export



33 %

Le taux d'exportation apparent de ces établissements

Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

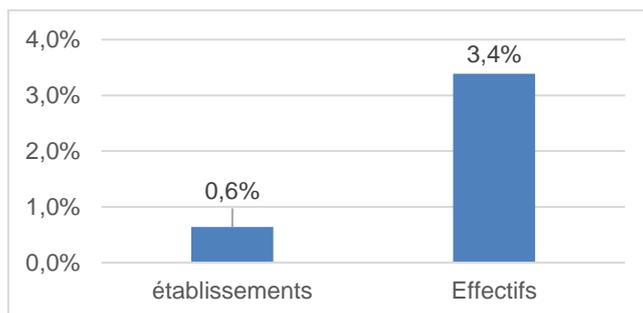
⁹ Voir note méthodologique en annexe II

¹⁰ Note : Ici les données financières : CA, VA et CA export sont disponibles uniquement au niveau de l'entreprise. Elles ont été estimées par établissement identifiés participant à la mécatronique en Ile-de-France, au prorata de la part effectifs de ces établissements dans l'ensemble des effectifs des entreprises auxquels ils sont rattachés via leur code SIREN.

Poids des entreprises de la mécatronique dans l'industrie francilienne

Si l'on compare ces données avec celles de l'ensemble de l'industrie francilienne, il apparaît que les entreprises engagées dans la mécatronique représentent 3,4% des effectifs industriels franciliens employés au sein de seulement 0,6% des établissements. Cela tient à une taille relativement plus grande des établissements franciliens de la mécatronique (voir plus loin). Il ne nous est pas possible d'estimer le poids de la mécatronique dans la valeur ajoutée industrielle régionale ou sa part dans le chiffre d'affaire à l'exportation. En effet, ces données étant disponibles à l'entreprise et non à l'établissement, il nous faudrait réaliser la même estimation de ces agrégats que pour la mécatronique au prorata du poids des établissements franciliens au sein de leurs entreprises respectives, tâche que nous ne sommes pas en mesure de réaliser pour cette étude sur les 45 000 établissements franciliens.

Fig 11- Part de la mécatronique dans l'industrie francilienne



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

La moitié des entreprises de la mécatronique exportent

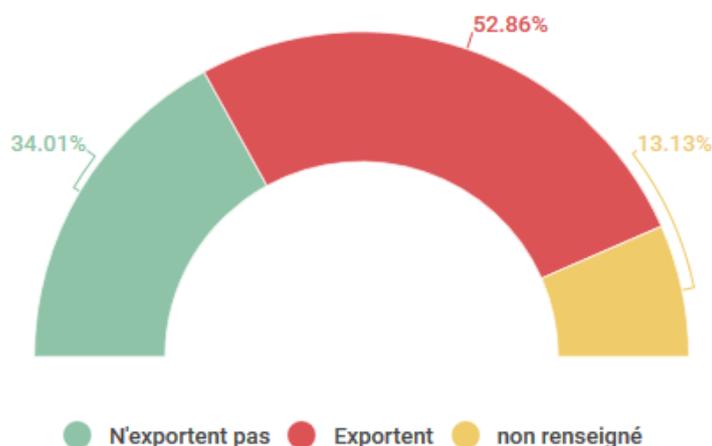
Les quelques 300 établissements identifiés représentent presque autant d'entreprises au sens de l'INSEE (nombre de SIREN).

Parmi celles-ci, 101, soit 34% du total n'exportaient pas à la dernière date connue (entre 2014 et 2015).

Par ailleurs 157 (53%) exportent, avec un taux d'export moyen de 33%

Pour les 39 entreprises restantes (13%), les données ne sont pas disponibles.

Fig 12 – Part des entreprises de la mécatronique qui exportent

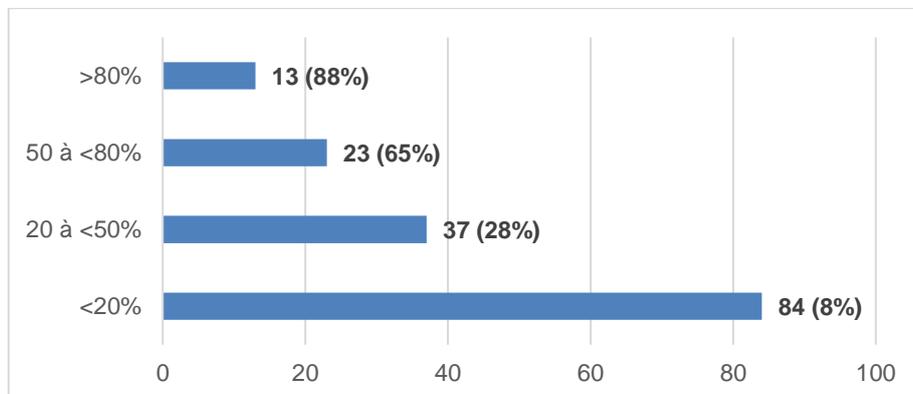


Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015, réalisé à l'aide du site Infogram

Ces chiffres portent sur l'ensemble des entreprises de la chaîne de valeur avec de fortes variations suivant les catégories d'acteurs considérées, comme nous le verrons dans le détail plus loin.

Au total, sur les 157 entreprises qui exportent, 73 (46%) exportent avec un taux supérieur à 20% de leur CA. Cette proportion tombe à 23% si l'on ne considère que 36 entreprises dont le taux d'export est supérieur à 50%.

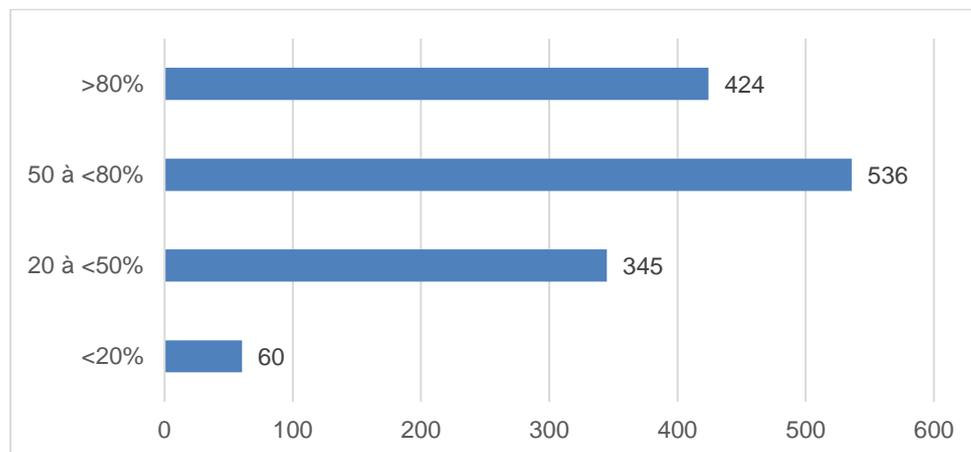
Fig 13- Nombre d'établissements de la mécatronique qui exportent par tranche (taux d'export moyen par tranche)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015, lecture : 84 des entreprises de la mécatronique exportent avec un taux d'export (export/CA) inférieur à 20%. Le taux d'export moyen de cette classe est de 8%

Le groupe des entreprises qui exportent moins de 20% de leur CA ont un CA cumulé de 60 millions d'€, là où la tranche des entreprises exportant 50 à 80% de leur CA (23 établissements) représente 40% des exportations soit un cumul de 540 millions d'€ (ci-dessous) pour un taux d'exportation moyen de 65% (ci-dessus).

Fig 14- Les établissements de la mécatronique qui exportent (valeur export Mds € par tranche)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Les résultats précédents à l'exportation sont légèrement en retrait si on les compare au comportement moyen des entreprises franciliennes exportatrices de moins de 5 000 salariés¹¹. Selon cette enquête 66% exportent régulièrement et 58% des entreprises qui exportent font plus de 20% de leur CA à l'export tandis que 32% y réalisent plus de 50%.

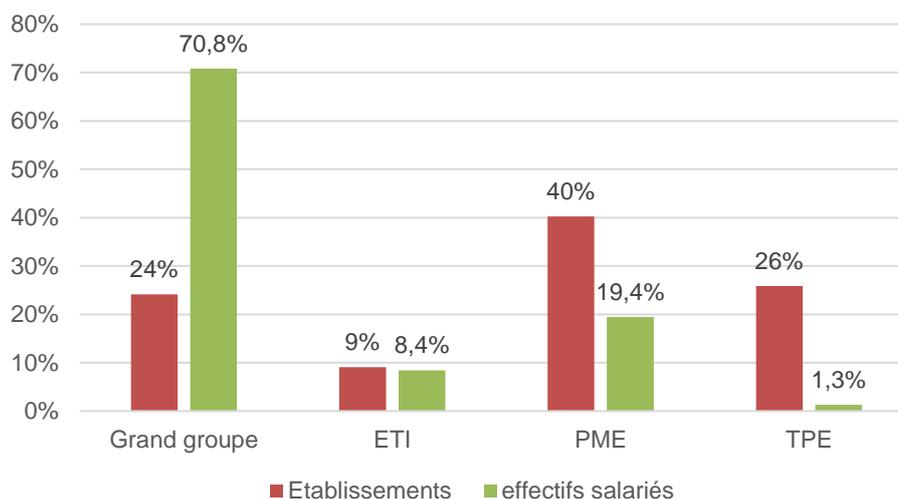
Cependant, notre analyse porte sur l'ensemble de la chaîne de valeur qui inclut une forte proportion d'établissements tertiaire non exportateurs. Par contre le cœur de la chaîne de valeur, à savoir les fournisseurs d'équipements, sont particulièrement actifs à l'exportation comme nous le verrons en détail plus loin.

¹¹ Source : CCIP, observatoire des entreprises exportatrices

Une forte présence des grands groupes

Que ce soit au niveau de la proportion d'établissements et encore plus par leurs effectifs, les grands groupes sont très présents dans la mécatronique par rapport à l'ensemble de l'industrie. A l'inverse les très petites entreprises (TPE avec moins de 10 salariés) sont relativement faiblement représentées.

Fig 15- La répartition des établissements de la mécatronique par taille d'entreprise



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

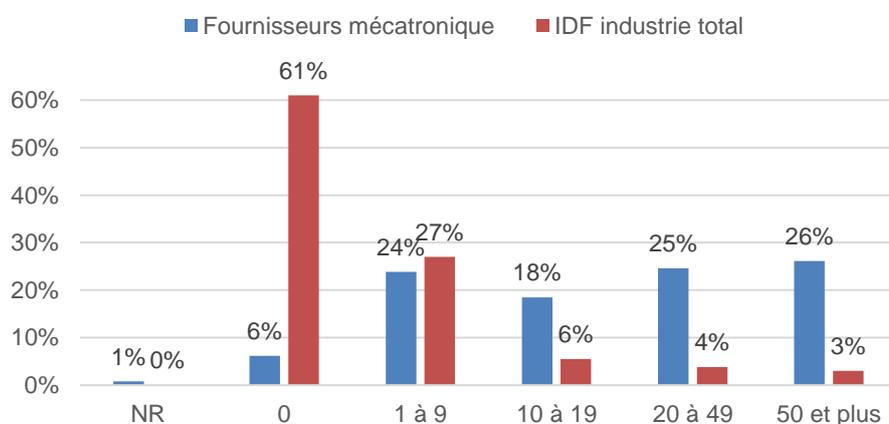
Des établissements relativement plus gros que la moyenne francilienne

Conséquence logique de cette forte présence des grands groupes, la taille moyenne des établissements de la mécatronique apparaît supérieure à celle de l'industrie francilienne.

En ne comparant que les fournisseurs d'équipements mécatroniques¹² à l'ensemble de l'industrie francilienne, on constate que les premiers comptent très peu d'établissements sans salariés (6%).

Les fournisseurs d'équipements sont composés d'établissements relativement plus gros, avec en moyenne 22 salariés par établissement contre 9,8 pour l'ensemble de l'industrie francilienne. L'écart avec l'ensemble de l'industrie progresse à mesure que la taille des établissements augmente.

Fig 16- Etablissements des fournisseurs d'équipements mécatroniques vs ensemble de l'industrie par tranche d'effectif



Source IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015 et à partir de données clap 2014 pour l'ensemble de l'industrie

¹² Type d'acteurs ayant la plus forte proportion d'établissements ayant l'industrie pour code d'activité principale l'industrie (à hauteur de 61% des effectifs de cette catégorie).

Comme on l'a vu, une plus forte présence d'ETI et de grands groupes, notamment étrangers positionnés dans cette catégorie explique la forte proportion d'établissements de 50 salariés et plus. En ce qui concerne la sur représentation des établissements de 10 à 49 salariés, cela peut plutôt s'expliquer par le fait que les entreprises actives dans la mécanique doivent s'appuyer sur des moyens internes plus conséquents, notamment des capacités de bureau d'étude et d'ingénierie.

Une forte présence étrangère

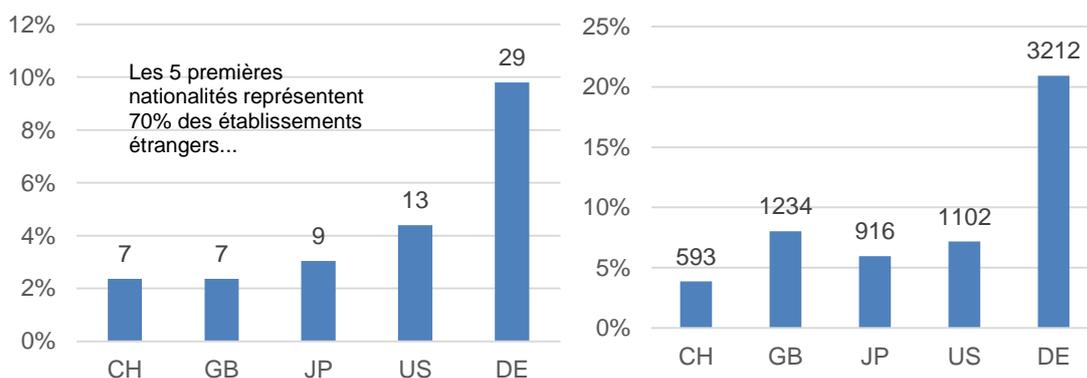
Les établissements étrangers¹³, au nombre de 89, représentent 30% des établissements et 57% des effectifs totaux de la chaîne de valeur, avec un total de 8 700 employés.¹⁴

Pour comparaison, en IDF on compte en moyenne 4% d'établissements étrangers dans l'industrie¹⁵ (uniquement pour les entreprises pour lesquelles cette information est disponible).

On constate une forte concentration de la présence étrangère autour de quelques nationalités au premier rang desquels les entreprises allemandes puis états-uniennes.

Les 5 nationalités les plus représentées totalisent ainsi 78% des effectifs étrangers. Ce sont le Royaume-Uni (avec par exemple Delphi), la Suisse (Tyco electronics, Sulzer), le Japon (Softbank robotic Europe, Horiba), les Etats Unis avec notamment (Goodrich, Visteon electronics...) et surtout l'Allemagne (Bosch, Siemens, Bertrandt...) qui représente à elle seule 30% des effectifs étrangers.

Fig 17–Principales nationalités représentées, part du total francilien (nombre d'établissements à g. et effectifs salariés à d.)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Cette forte présence étrangère témoigne de l'attractivité de la région pour ces acteurs du fait on l'a vu de la présence de marchés importants et de donneurs d'ordre de rang mondial dans des filières (aéronautiques et automobiles) elles même très globalisées.

Elle interroge cependant sur la capacité des entreprises françaises à se positionner sur ce marché et aussi d'une manière plus générale sur le signe d'une faiblesse du tissu productif francilien de capitaux français, hors grands groupes, vis-à-vis de ses confrères étrangers.

¹³ Un établissement est étranger lorsqu'il émane d'une entreprise détenue à plus de 50% par des capitaux étrangers

¹⁴ Ces chiffres sont probablement sous-estimés compte-tenu du fait que pour 50% des établissements de notre recensement cette information n'est pas disponible. Cependant la taille des établissements non renseignés (<10 sal) peut laisser supposer qu'ils sont très majoritairement français.

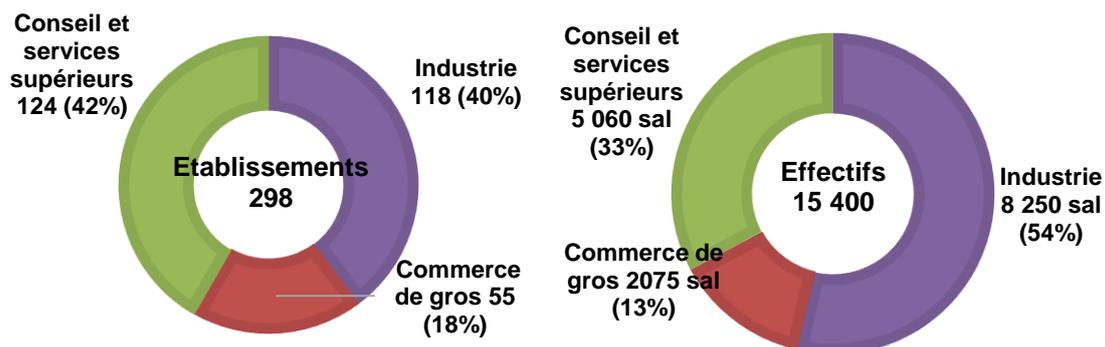
¹⁵ Uniquement pour les entreprises pour lesquelles cette information est disponible, soit 25% du total.

Plus de la moitié des effectifs de la mécatronique francilienne relève de l'industrie

Une lecture par code d'activité principale montre une domination des acteurs (établissements) liés au service de conseil à parité avec ceux impliqués dans la production de biens mécatroniques (40% chacun environ). Les acteurs identifiés dans le commerce de gros correspondent fréquemment à des industriels dont les activités principales en Ile-de-France relèvent de fonctions commerciales, ce qui n'exclut pas d'autres activités plus minoritaires y compris de la production.

La même analyse, cette fois-ci à partir des effectifs des établissements, accorde une part plus importante aux activités productives (54%), notamment par rapport aux activités de conseil (33%) où les établissements sont en moyenne plus petits comme nous le verrons plus loin.

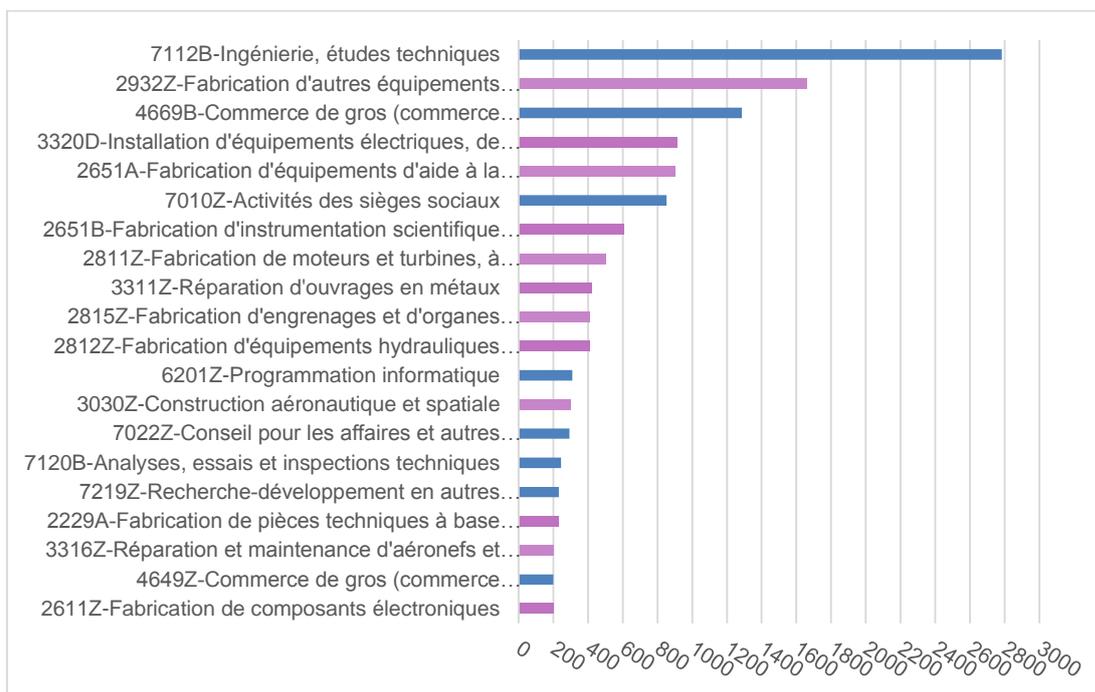
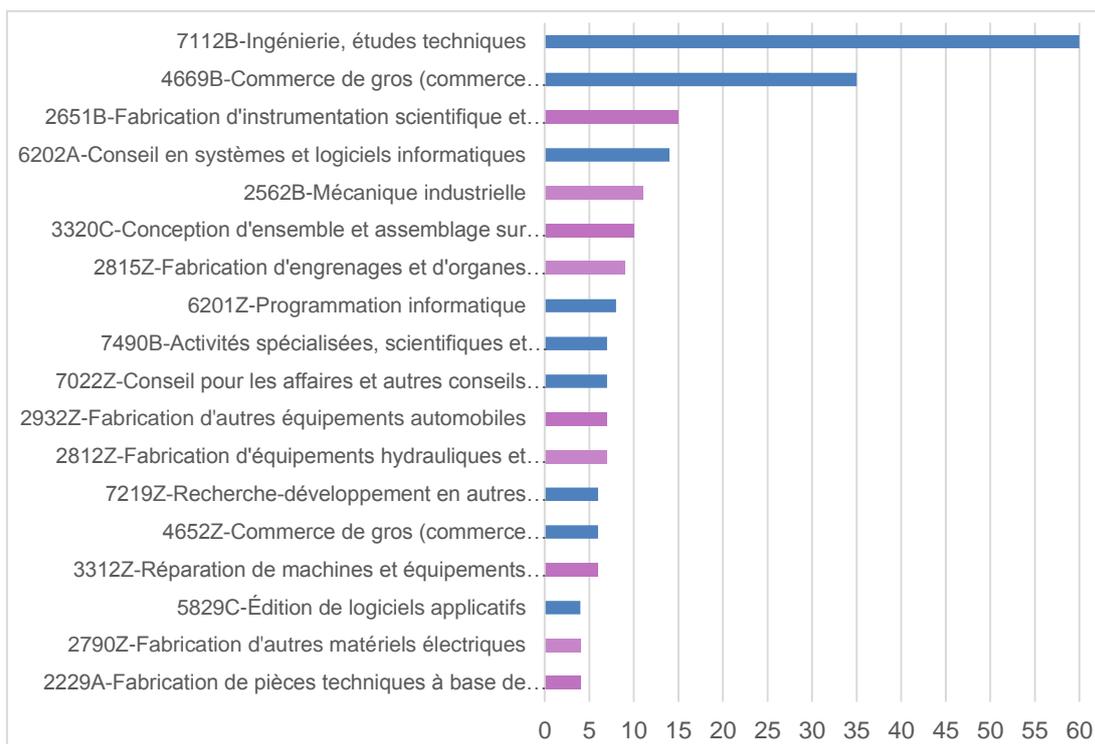
Fig 18-Répartition des établissements par activité principale (nombre d'établissements et effectifs)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Une lecture plus fine par code d'activité permet de mieux saisir la nature des acteurs représentés dans la mécatronique en Ile-de-France (fig 19 page suivante). On retrouve en tête les activités d'ingénierie et de conseil en systèmes informatiques suivies par de nombreux codes relevant de l'industrie (en violet). Parmi ces derniers, la fabrication d'instruments scientifiques et techniques, la mécanique industrielle, la conception et l'assemblage d'équipements de contrôle industriel ainsi que la fabrication d'engrenage sont bien représentés.

Fig 19-Principaux codes d'activités représentés (en nombre d'établissements, en effectifs en bas)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Quelles sont les activités les plus spécifiques à la mécatronique ?

L'occurrence des codes d'activités est un indice qui n'est cependant pas suffisant pour repérer si la mécatronique est spécifique à ce domaine.

En concentrant notre propos sur les entreprises relevant de l'industrie, nous comparons l'occurrence d'établissements identifiés comme relevant de la mécatronique avec le total d'établissements ayant ce code d'activité en Ile-de-France.

Les entreprises fournisseurs d'équipement mécatroniques représentent globalement 1,4% de l'emploi industriel francilien. Cependant si l'on compare les effectifs des fournisseurs d'équipements mécatroniques à l'ensemble des effectifs industriels par classe d'activité détaillée on constate que pour une douzaine d'entre eux, la mécatronique est notablement surreprésentée.

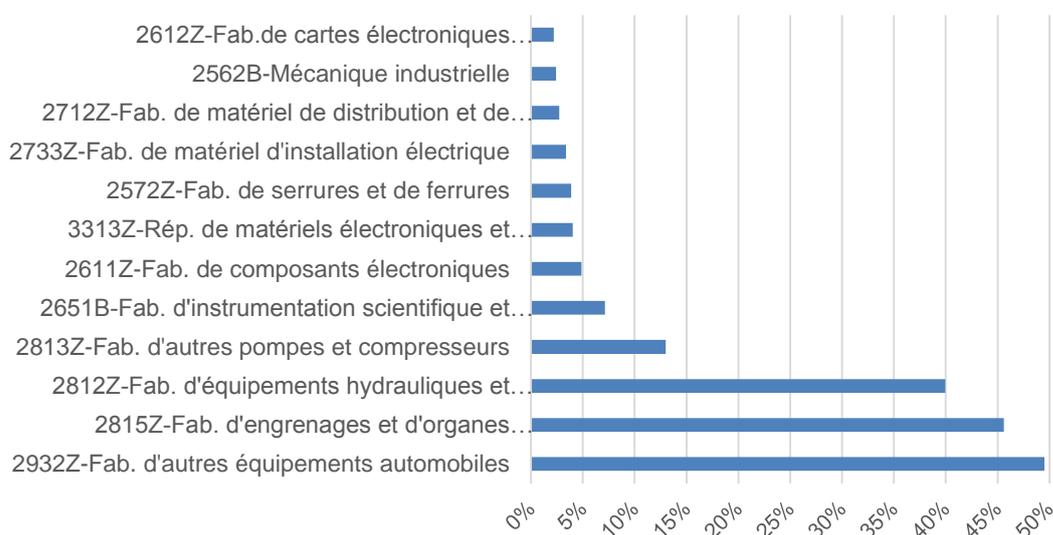
Parmi ces 12 classes d'activités, trois se détachent nettement au sein desquelles les entreprises engagées dans la mécatronique représentent 40% et plus des effectifs totaux.

Il s'agit de :

- La fabrication d'autres équipements automobiles (équipements non électroniques comme les sièges...),
- la fabrication d'engrenages et d'organes mécaniques de transmission,
- la fabrication d'équipements hydrauliques et pneumatiques.

D'autres activités comportent une part relativement importante d'entreprises identifiées comme actives dans la mécatronique : pompes et compresseurs, instrumentation scientifique...Le graphique ci-dessous détaille ces classes d'activités pour lesquelles les entreprises de la mécatronique représentent plus de 2% des effectifs totaux et que l'on peut donc considérer comme ayant une spécificité dans la mécatronique.

Fig 20- Part des effectifs des fournisseurs mécatroniques parmi les principales classes d'activités industrielles représentées dans la mécatronique francilienne



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

2- Les acteurs de la chaîne de valeur francilienne

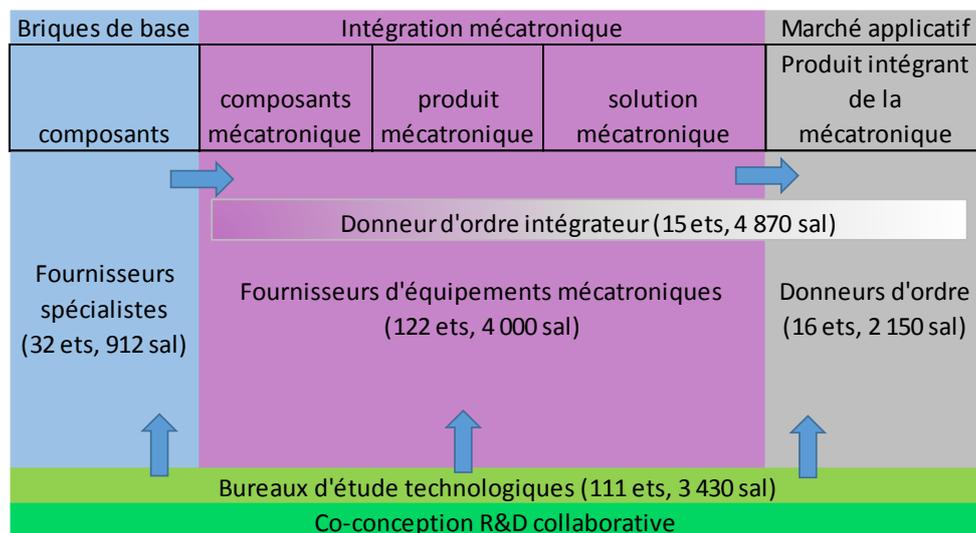
L'Ile de France se caractérise par une forte présence de donneurs d'ordre qui se positionnent eux-mêmes en tant que fournisseurs des constructeurs, principalement automobiles et aéronautiques, qui ont été les pionniers dans l'introduction de la mécatronique dans leurs produits.

Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre 4 p12, ces donneurs d'ordre s'appuient sur des compétences qu'ils n'ont pas en interne, auprès de fournisseurs spécialisés de systèmes mécatroniques et avec l'aide de bureaux d'études. Ceux-ci peuvent servir d'intermédiaires entre acteurs de la mécatronique et d'autres fournisseurs spécialisés qui ne maîtrisent pas forcément la mécatronique mais une de ses composantes : électronique, informatique, mécanique...

Ainsi parmi les acteurs que nous avons identifiés, deux principaux groupes d'acteurs se distinguent largement par le nombre d'établissements. Ce sont d'une part les fournisseurs d'équipements et d'autre part les bureaux d'études. Ces deux types d'acteurs représentent environ 80% des établissements identifiés ayant une activité mécatronique. Mais seulement 60% des effectifs du fait de la taille des établissements des donneurs d'ordre (intégrateurs ou non).

A partir des éléments recueillis nous avons pu positionner les acteurs identifiés au sein de la chaîne de valeur présentée précédemment (cf fig5, p14).

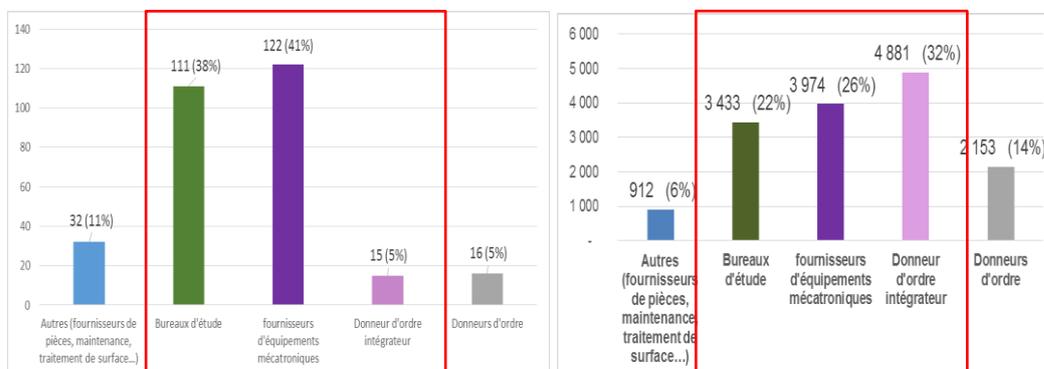
Fig 21- Schéma simplifié de la chaîne de valeur mécatronique en Ile-de-France



Source IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015 et d'après Aprim et Associés

Au total, le cœur de la filière mécatronique (carré rouge sur les figures ci-dessous) compte 248 établissements et 12 500 salariés.

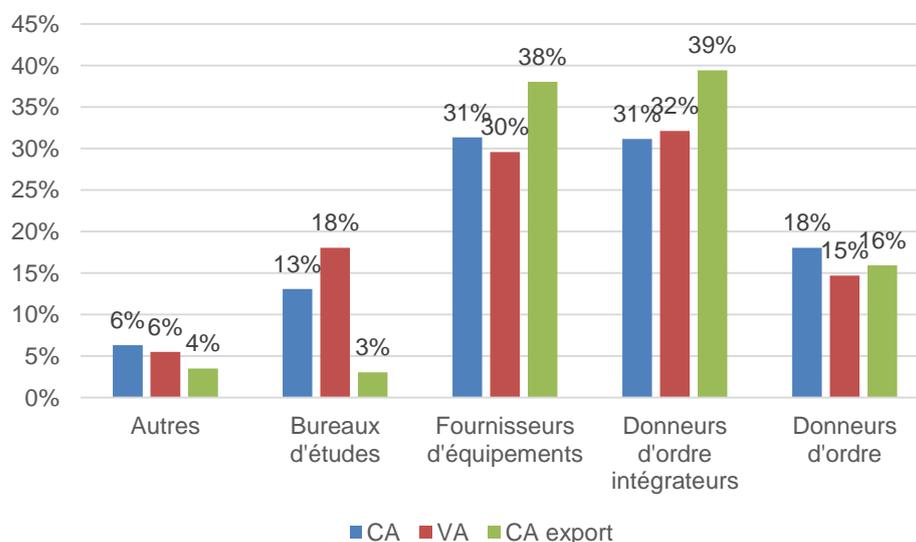
Fig 22- Poids des acteurs de la chaîne de valeur mécatronique en Ile-de-France en nombre d'établissements (à G.) et en effectifs salariés (à D.)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Il concentre aussi l'essentiel de la valeur ajoutée et des exportations de la mécatronique francilienne avec respectivement 76% du CA, 80% de la VA et 81 % des exportations. Ces dernières sont d'ailleurs très concentrées sur les donneurs d'ordres intégrateurs et les fournisseurs d'équipements à près de 40% chacun, avec des taux d'exportations respectifs de 41% et 40%, soit 10 points au-dessus de la moyenne des acteurs de la mécatronique, notamment des donneurs d'ordre.

Fig 23- Poids des acteurs de la chaîne de valeur mécatronique en Ile-de-France dans les CA, VA et CA export estimés



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015. Nb Ces valeurs sont estimées en fonction du poids des effectifs franciliens par rapport aux effectifs français des entreprises impliquées.

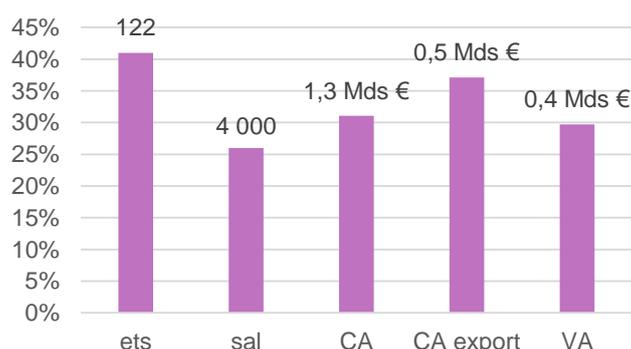
2.1- Focus : Les fournisseurs d'équipements mécatroniques cœur de la chaîne de valeur mécatronique

Les fournisseurs d'équipement mécatroniques sont représentés notamment par des entreprises de la mécanique. Il s'agit principalement de fabricants des roulements à billes (SKF, SNR roulement, CGR roulements...), de fabricants d'organes mécaniques comme les engrenages, les transmissions (Bonfiglioli transmissions), les réducteurs (Nord réducteurs, Telma...), les pompes, vannes et machines hydrauliques (Sulzer pompes, Era-sib...). On y trouve aussi de nombreux acteurs de l'automatisation, des fabricants d'actionneurs ou microcontrôleurs, fournisseurs de systèmes automatiques, aux constructeurs de machines-outils pour l'industrie, comme l'allemand Festo, Fanuc..., dont des acteurs de la robotique (Kuka...). On voit aussi apparaître des acteurs de la serrurerie (Pollux sureté...), des fabricants de matériel de levage (la PME Pavard...), d'instrumentation scientifique et de mesure de précision (Horiba, Bamo mesures...), des prothèses (Otto Bock, Proteor) ou encore d'acteurs de la plasturgie qui investissent la mécatronique comme Hutchinson, Norma....

Les fournisseurs d'équipement sont très exportateurs

Les fournisseurs d'équipements que nous avons identifiés, représentent 122 établissements et 4 000 salariés soit 26% des effectifs de la chaîne de valeur francilienne pour 30% du CA et de la VA et 37% des exportations. Cette catégorie d'acteurs a pour caractéristique particulière d'avoir le taux d'exportation apparent le plus élevé de l'ensemble de la chaîne de valeur à 40%, soit 8 points supérieur à la moyenne francilienne.

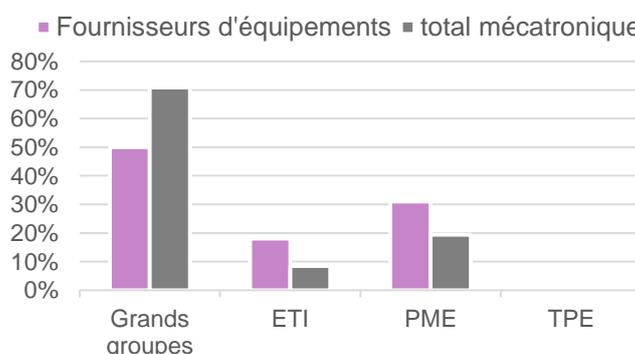
Fig 24- La part des fournisseurs d'équipement dans la chaîne de valeur mécatronique suivant certains indicateurs (valeur absolue au sommet des histogrammes)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015. Lecture : les fournisseurs d'équipement comptent 122 établissements, ce qui représente 41% des établissements de la mécatronique francilienne

Dans cette catégorie, le poids relatif des PME et surtout des ETI est plus important que dans l'ensemble de la mécatronique, avec respectivement 30% et 17%, tandis que celui des grands groupes recule de 20 points. Les grands groupes restent cependant majoritaires avec 50% des effectifs.

Fig 25- Répartition des entreprises de la catégorie fournisseurs d'équipement par taille (en effectifs salariés)

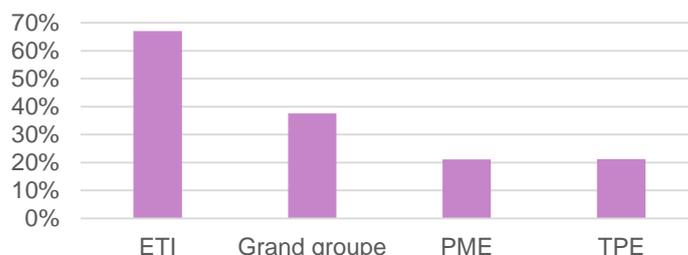


Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Les ETI tirent les exportations de cette catégorie

Les fournisseurs d'équipement sont les acteurs ayant la plus forte propension à exporter, avec un taux d'exportation apparent de 40% contre 32% pour l'ensemble de la chaîne de valeur. Parmi les fournisseurs d'équipements, ce sont avant tout les ETI qui tirent la moyenne avec un taux de 67%, tandis que pour les PME et les TPE ce taux est de 21%.

Fig 26- Taux d'exportation apparent des fournisseurs d'équipements mécatroniques par taille d'entreprise



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

D'autres acteurs ont développé en interne de fortes compétences en mécatronique. Ce sont des donneurs d'ordre dits « intégrateurs » car ils sont aussi fournisseurs d'équipements au moins pour leur propre compte. Au premier rang de ces acteurs figurent plusieurs équipementiers automobiles (Bosch avec sa filiale Rexroth, Faurecia sièges auto, Valéo, Telma, Visteon...), mais aussi des électroniciens qui font évoluer leurs produits (Johnson controls, Tyco electronics...). Du côté des équipementiers de l'aéronautique, Safran a développé des compétences internes autour de la motorisation (Safran Helicopter Engines) ou encore au sein de sa branche sécurité avec sa branche Electronics et Defense. C'est aussi le cas de Thalès, notamment dans son activité de simulateurs de vol (Training et simulation).

On trouve enfin des constructeurs qui mènent des activités de R&D sur le thème de la mécatronique comme chez Renault pour qui l'intérêt pour la mécatronique est monté en puissance avec le véhicule électrique. C'est aussi le cas chez PSA dans une moindre mesure.

Dans l'aéronautique, Dassault aviation a développé des compétences dans ce domaine en lien avec sa filiale Dassault Système.

Les constructeurs ne sont pas comptabilisés dans les effectifs de la chaîne de valeur mécatronique, mais figurent sur la carte des compétences en R&D (voir chapitre 3 et la carte p35).

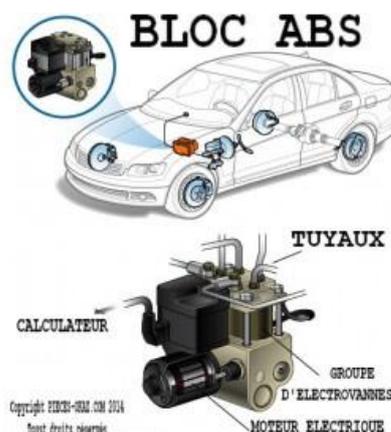
Exemples d'équipements mécatroniques

Une électrovanne



Crédit photo © Era-SIB

Un bloc ABS



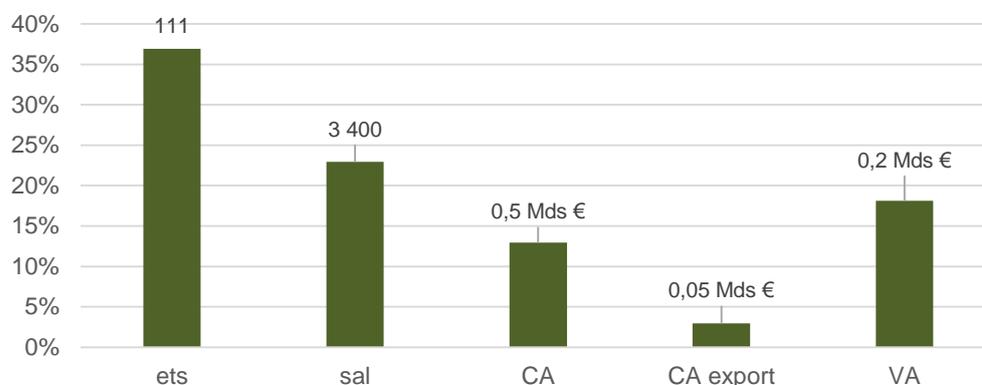
2.2- Focus : Les bureaux d'études technologiques

On a vu précédemment le rôle joué par les bureaux d'études en tant qu'apporteurs de solutions et de lien entre des entreprises aux savoirs faire complémentaires. Les bureaux d'études sont donc une des composantes indispensables à la chaîne de valeur. Leur présence sur le territoire francilien montre à la fois une logique de grands comptes avec des concentrations marquées à proximité des grands centres de recherche de l'industrie, mais aussi une logique de proximité de plus petites structures avec les petites entreprises industrielles du territoire.

Les bureaux d'études sont peu exportateurs

Les bureaux d'études représentent 37% des établissements de la mécanique francilienne, 23% des effectifs ainsi que 13% du CA total pour 18% de la valeur ajoutée et seulement 3% des exportations (avec un taux d'export moyen de 7,5%).

Fig 27- A G. Part des bureaux d'études dans la chaîne de valeur mécanique (valeur absolue au sommet des histogrammes). A D. Taille des entreprises de la catégorie bureau d'études (eff. Sal.)

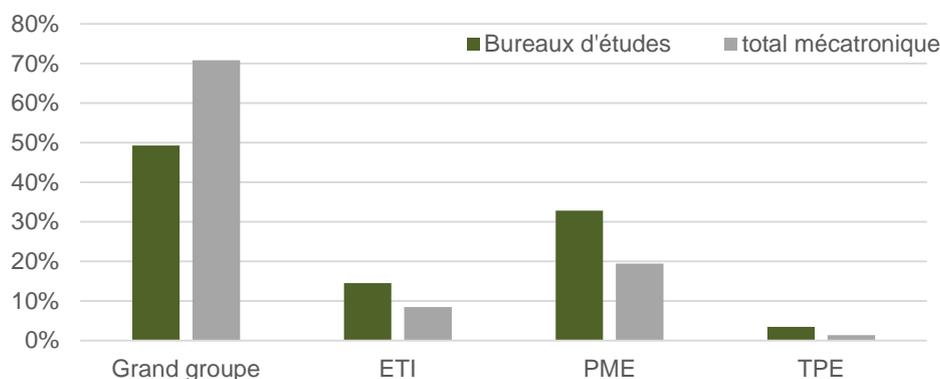


Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Parmi les bureaux d'études, les PME ont le taux d'exportation le plus élevé

Les PME ayant une activité de bureau d'étude sont relativement plus exportatrices que les autres entreprises de cette catégorie. Alors qu'elles représentent 1/3 du CA des bureaux d'études, elles pèsent 77% de l'ensemble des exportations, avec un taux d'exportation de 13%. On peut expliquer cette surreprésentation des PME par le fait que contrairement aux grands groupes et ETI, elles ne disposent que rarement d'équipes à l'international ayant la capacité d'assurer sur place des prestations de service d'étude.

Fig 28- répartition des entreprises de la catégorie bureau d'études/vs total mécanique (eff. Sal.)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Des entreprises en moyenne plus petites

Les bureaux d'étude identifiés sont par ailleurs des entreprises relativement plus petites que dans l'ensemble de la chaîne de valeur et ce y compris par rapport aux fournisseurs d'équipements, avec une présence plus marquée des PME et des TPE. On dénombre ainsi 45 établissements de moins de 10 salariés (41%), dont 17 établissements sans salariés.

Les effectifs employés par les PME et les TPE représentent 36% des effectifs totaux, contre 20% pour l'ensemble de la chaîne de valeur (fig de droite). Les TPE pèsent notamment deux fois plus que la moyenne de l'ensemble de la mécanique.

Parmi les bureaux d'études et entreprises d'ingénierie, on compte aussi une vingtaine d'établissements issus de plusieurs grands groupes ou d'ETI d'envergure internationale qui travaillent directement avec les grands comptes que sont les constructeurs et les équipementiers des grandes industries franciliennes dont au premier rang l'automobile, l'aéronautique mais aussi le médical, l'automation... parmi ces grands noms on peut citer le britannique Assystem, avec plus de 1 000 collaborateurs en Ile-de-France et un siège à Montigny-le-Bretonneux, le Suisse Akka ingénierie produits à Boulogne Billancourt, mais aussi l'allemand Bertrandt à Bièvres, Segula technologies ou encore l'allemand FEV tous deux à Trappes. D'autres groupes comptent plus de cent collaborateurs en Ile-de-France comme Emitech à Montigny le Bretonneux ou EMC à Achères.

Une forte présence étrangère

Les étrangers sont relativement bien représentés parmi les grands acteurs de cette catégorie puisque 8 entreprises sont étrangères, soit près de la moitié des grands groupes et des ETI.

Les entreprises allemandes représentent à elle seules la moitié des entreprises étrangères de la catégorie bureaux d'études, en ne considérant que les ETI et les grands groupes.

3- Les principaux acteurs franciliens de la R&D mécatronique

Selon notre recensement, 31 laboratoires publics et au moins 16 centres de recherche privés sont actifs dans le domaine de la mécatronique. Pour la plupart d'entre eux, la mécatronique ne constitue qu'une partie de leur activité.

Concernant les structures privées, il n'est pas possible d'estimer un effectif de recherche vraisemblable dédié à la mécatronique sans tomber dans l'excès.

En ce qui concerne les structures publiques, le problème est similaire, d'autant que les sujets de recherche varient aussi dans le temps. Cependant la disponibilité des informations produites par chaque laboratoire sur ses activités permet de réduire l'incertitude à un niveau plus acceptable. Si l'on considère les effectifs des équipes de recherche (sous-groupes de laboratoires) ayant effectivement une activité de recherche dans la mécatronique à ce jour, on peut estimer que 550 chercheurs au sein de 14 laboratoires et instituts de recherche travaillent principalement sur le thème de la mécatronique tandis que 950 autres au sein de 17 laboratoires travaillent sur une thématique liée à la mécatronique en Ile-de-France.

Les trois plus gros laboratoires en effectifs dans ce domaine sont :

-Le CEA LIST à Palaiseau en partenariat avec l'Université Paris Sud (UPS), avec un axe fort en robotique,

-l'Institut des Systèmes Intelligents et Robotiques (ISIR), laboratoire commun CNRS, INSERM et UPMC à Paris spécialisé en robotique et systèmes intelligents pour la chirurgie et les relations sociales

-le laboratoire Modélisation et Simulation Multi-Echelle (MSME) commun à l'UPEC le CNRS et l'UPEM et localisé à Créteil, avec pour thématique principale la mécanique : modélisation, matériaux et biomécanique.

Les autres laboratoires sont visibles sur la carte en page 35.

Parmi les points forts de la recherche francilienne ayant une forte composante mécatronique figurent les thèmes suivants :

-Systèmes complexes, systèmes embarqués

-Véhicule électrique et autonome, motorisation

-Robotique de service et d'accompagnement social

-Robotique et mécatronique & systèmes de santé, ingénierie médicale, biomécanique dont échelle nanométrique

-Objets connectés

La forte densité francilienne peut aussi avoir pour contrepartie la coexistence de plusieurs laboratoires sur un sujet proche. Ces zones de recouvrement ne sont cependant pas forcément préjudiciables car plusieurs approches d'un même problème peuvent cohabiter pour aboutir à des innovations. Des regroupements sont néanmoins en cours sur des thématiques communes axées marché/besoin, comme par exemple UPMC, Paris IV et l'UTC de Compiègne qui formeront un pôle service/médecine/humanité avec une composante mécatronique.

La nature des relations de travail entre laboratoires publics et entreprises semble fortement corrélée à la taille des entreprises.

Les grandes entreprises ont les moyens d'intégrer et d'initier des projets financés sur le fonds unique interministériel (FUI), tandis que les plus petites entreprises ont souvent peu de moyens internes pour y accéder, hormis lorsqu'elles arrivent à participer à un projet FUI mené par un gros acteur. Pour beaucoup de PME cependant le niveau de recherche des laboratoires publics est situé trop en amont du marché pour leur capacité de portage, avec des délais considérés comme réhibitoires. Néanmoins les universités soulignent que la multiplication de l'accueil de start-up incubées dans leurs locaux a favorisé le développement des collaborations avec la recherche académique.

L'automobile avec l'électrification des véhicules, premier moteur de la recherche en mécatronique

La recherche privée en mécatronique a bénéficié de l'effet de l'électrification des véhicules qui fait appel à des systèmes mécatroniques pour gérer ces nouvelles interfaces.

Ainsi, Renault est-il relativement avancé dans ce domaine, ce qui lui vaut d'être sollicité par d'autres constructeurs notamment allemands. PSA est aussi actif sur ce thème bien que moins avancé.

Les équipementiers automobiles sont en première ligne sur la recherche en mécatronique pour offrir des solutions avancées aux constructeurs. Ceux-ci collaborent avec des fournisseurs d'équipements mécatroniques dont nombre ont pour cœur de métier historique la mécanique.

Ainsi, parmi les acteurs de la R&D trouve-t-on les grands équipementiers automobiles, Faurecia sièges auto, Valeo, Bosch, Tyco Electronics, Akebono, Visteon ...

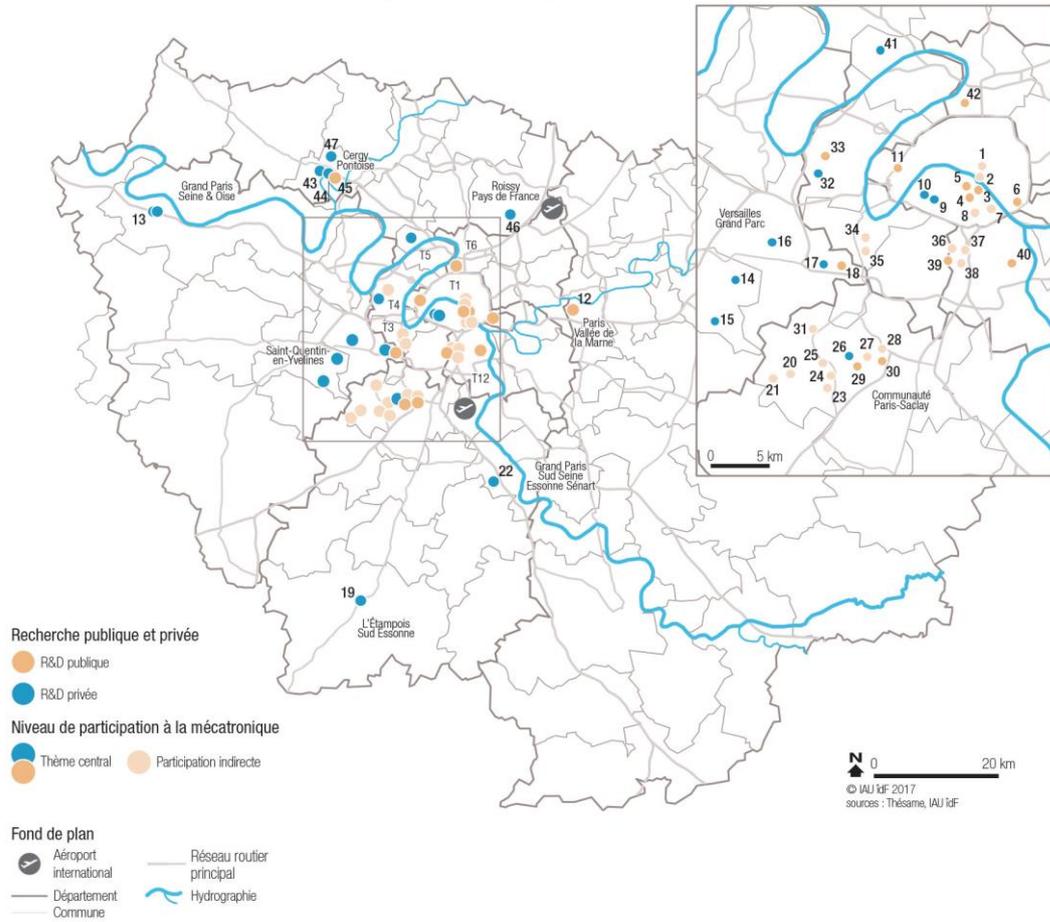
Du côté de l'aéronautique, les équipementiers sont aussi très actifs dans la recherche mécatronique en propre et en collaboration avec des fournisseurs spécialisés. Le principal acteur francilien et premier équipementier aéronautique français est Safran, notamment à travers ses différentes composantes : moteur, sécurité... Thalès ou Dassault aviation sont d'autres grands acteurs industriels de l'aéronautique ayant développé de fortes compétences de recherche en mécatronique.

Enfin, parmi les principaux acteurs privés de la recherche en mécatronique présents en Ile-de-France figurent les acteurs de l'automation et de la robotique, avec notamment le centre de recherche parisien du japonais Softbank robotics (anciennement Aldebaran robotics) en mécatronique avancée, spécialisé dans la conception de mains articulées, avec ses 300 salariés.

Parmi les principaux enjeux de la recherche en mécatronique figure l'intégration à des ensembles plus vastes via l'internet des objets.

Un autre enjeu pour la recherche publique en mécatronique réside dans une plus forte capacité à travailler avec les petites entreprises sur des projets restreints et des délais plus courts.

Les acteurs de la recherche publique et privée en mécatronique (Île-de-France)



Laboratoires et tutelles

- 1 LMSSC (Laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés) - CNAM - Paris 3
- 2 STMS (Sciences et Technologie de la Musique et du Son) - IRCAM, CNRS, UNIV PIERRE/MARIE CURIE, MINISTÈRE CULTURE ET COMMUNICATION - Paris 4
- 3 CAOR (Centre de Robotique) - Armines-Mines Paristech - Paris 5
- 4 CAS (Centre Automatique et Systèmes) - Armines-Mines Paristech - Paris 5
- 5 ISIR (Institut des Systèmes Intelligents et Robotiques) - UPMC, CNRS, INSERM - Paris 5
- 6 RITS (Robotics and Intelligent Transportation Systems) - INRIA - Paris 12
- 7 LTCI (Laboratoire Traitement et Communication de l'Information) - CNRS, Mines et Télécom - Paris 13
- 8 PIMM (Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux) - CNRS, Arts et Métiers Paristech, CNAM - Paris 13
- 9 Sotfbank Robotics - Paris 15
- 10 LACSC (Laboratoire d'analyse et de contrôle des systèmes complexes) - ECE - Paris 15
- 11 LIMMS (Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems) - CNRS - Paris 16
- 12 MSME (Modélisation et Simulation Multi-échelle) - UPEC, CNRS, UPEM - Champs-sur-Marne
- 13 Safran Helicopter engines - Buchelay & Sulzer pompes - Buchelay
- 14 Renault Technocentre - Guyancourt
- 15 Safran Tech - Magny-les-Hameaux
- 16 Nexter Systems - Versailles
- 17 PSA - Vélizy-Villacoublay
- 18 LISV (Laboratoire d'ingénierie des systèmes de Versailles) - UVSQ - Vélizy-Villacoublay
- 19 Faurecia sièges d'automobile - Etampes
- 20 L2S (Laboratoire des Signaux et Systèmes) - Centrale-Supélec, CNRS, Upsud - Gif-sur-Yvettes
- 21 GeePs (Laboratoire Génie électrique et électronique de Paris) - CNRS, UPMC, Centrale Supélec, UNIV Paris Sud - Gif-sur-Yvettes
- 22 T P S H - Lisses
- 23 C2N (Centre de nanosciences et de nanotechnologies) - UNIV Paris Sud, CNRS - Orsay
- 24 LIMSI (Laboratoire d'informatique pour la mécatronique et les sciences de l'ingénieur) - CNRS - Orsay
- 25 LRI (Laboratoire de recherche en informatique) - UNIV Paris Sud - Orsay
- 26 Horiba research center - Palaiseau
- 27 LOA (Laboratoire d'optique appliquée) - ENSTA-Paris Tech, CNRS, Ecole Polytechnique - Palaiseau
- 28 Thales-RT, unité mixte de physique CNRS/Thalès - Palaiseau
- 29 LIST (Laboratoire intégration de systèmes et des technologies) - CEA, UPS - Palaiseau
- 30 Centre français de recherche aérospatiale, DCPS - ONERA - Palaiseau
- 31 MdIS (Maison de la Simulation), CEA, CNRS, INRIA, UVSQY, UPSUD - Saclay
- 32 Safran - SAGEMCOM B SAS - Rueil-Malmaison
- 33 IFPEN (Institut français du pétrole et des énergies nouvelles) - IFPEN - Rueil-Malmaison
- 34 LESIA (Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique) - CNRS - Meudon
- 35 LERMA (Laboratoire d'études du rayonnement et de la matière en astrophysique et atmosphère) - CNRS, Observatoire de Paris, UNIV Cergy-Pontoise, UNIV Pierre/Marie Curie - Meudon
- 36 LSV (Laboratoire spécification et vérification) - ENS Cachan, CNRS - Cachan
- 37 SATIE (Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie) - CNRS, ENS Cachan, CNAM, UNIV Cergy-Pontoise, IFSTTAR-ENS Rennes, UNIV Paris Sud - Cachan
- 38 LURPA (Laboratoire universitaire de recherche en production automatisée) - ENS Cachan, UNIV Paris Sud 11 - Cachan
- 39 LMT (Laboratoire de mécanique et technologie) - ENS Cachan, CNRS, UNIV Pierre/Marie Curie - Cachan
- 40 LISSI (Laboratoire Images, signaux et systèmes intelligents) - UPEC - Vry-sur-Seine
- 41 Dassault Aviation - Argenteuil
- 42 Laboratoire Quartz EA 7393 - Saint-Ouen
- 43 Valéo - Cergy
- 44 Visteon Electronics France - Cergy
- 45 ECS (Electronique et commande des systèmes) - ENSEA - Cergy
- 46 AKEBONO Europe - Gonesse
- 47 Thales Training et simulation - Orsay

4 - Les formations supérieures en mécatronique

Nous avons identifié 7 formations de niveau ingénieur proposant au moins un module en mécatronique dont une formation, l'Institut des Sciences et Techniques des Yvelines (Isty) issue de l'université de Saint Quentin en Yvelines, entièrement dédiée à la mécatronique. Ces 7 formations représentent un tiers des formations du même type en France.

Par ailleurs 8 autres organismes dispensent au moins une formation supérieure de type Licence professionnelle et plus (hors formation d'ingénieurs).

Formation ingénieur et autre formation supérieure intégrant au moins une option en mécatronique (Île-de-France)



Caractéristiques des formations



Formation d'ingénieur avec au moins une option en mécatronique



Autre formation supérieure intégrant la mécatronique

Intercommunalités de Paris et de la Petite Couronne

Paris (T1)	Paris Terres d'Envol (T7)
Vallée Sud Grand Paris (T2)	Est ensemble (T8)
Grand Paris Seine Ouest (T3)	Grand-Paris Grand-Est (T9)
Paris Ouest La Défense (T4)	Paris Est Marne et Bois (T10)
Boucle Nord de Seine (T5)	Grand Paris Sud Est Avenir (T11)
Plaine Commune (T6)	Grand-Orly Seine Bièvre (T12)

Fond de plan

	intercommunalité
	département
	hydrographie

Institutions de formation

- 1 ENSAM (École Nationale Supérieure des Arts et Métiers) - Paris 13
- 2 SUPMECA (Centre d'Études Supérieures des Techniques Industrielles / IPSA (Institut Polytechnique des Sciences Avancées) - Saint-Ouen
- 3 ESE (École Supérieure d'Électricité) - Gif-sur-Yvette
- 4 ISTE (Institut des Sciences et Techniques des Yvelines) - Vélizy-Villacoublay / Mantes-la-Jolie
- 5 ESTACA (École Supérieure des Techniques Aéronautiques et de Construction Automobile) - Montigny-Le Bretonneux
- 6 EISTI / IPSA (Institut Polytechnique des Sciences Avancées) - Cergy
- 7 ENSEA / IPSA - Cergy
- 8 ESME Sudria - Paris 15
- 9 IUT Mantes en Yvelines - Mantes-la-Jolie
- 10 IUT Saint-Denis - Saint-Denis
- 11 Université Paris 13 Campus Villetaneuse - Villetaneuse
- 12 UPMC - Paris 13
- 13 CENTRALE SUPELEC (chaire mécatronique automobile) - Châtenay-Malabry
- 14 I.F.C (Institut de formation continue) - Bois-le-Roi
- 15 IUT de Cachan - Cachan

5 -Les structures d’animation dédiées ou actives dans la mécatronique en Ile-de-France et les projets des territoires

Plusieurs types de structures ont une action dans le domaine de la mécatronique. Certaines ont une envergure nationale et couvrent aussi l’Ile-de-France à travers un bureau ou une personne ressource comme le CETIM ou l’association Jessika France et son action Captronic. D’autres structures ont une envergure régionale comme le comité mécanique d’Ile-de-France, tandis que plusieurs structures sont plutôt locales.

La plupart de ces structures sont largement financées par des fonds publics. Les récentes évolutions de compétences liées à la réforme des collectivités territoriales ont modifié le modèle de financement de nombreuses structures locales dont plusieurs sont en pleine recomposition.

Les structures que nous appelons locales, sont très attachées à leur territoire car elles s’appuient sur des ressources et acteurs locaux et surtout de par la nature locale d’une partie importante de leurs financements (villes, agglomérations, et auparavant départements) en plus d’autres financements publics de la région de l’Etat voire de l’union européenne, et à côté de financements privés sous forme d’adhésions, prestations…

On distingue 4 types d’acteurs sur le territoire :

- Des structures d’appui et de transfert technologiques,
- des plates-formes technologiques,
- des incubateurs et pépinières,
- des réseaux/clusters/pôles de compétitivité

Fig 29- Tableau synthétique des structures d’animation en Ile-de-France

Nom	Type d’organisme	Structure porteuse	Localisation/rayonnement	Membres	spécialité	Type de prestation
Captronic	Association	Jessika France (CEA/BPIFrance) min. Industrie	Palaiseau (antenne IDF)/ National	1000	Mécanique	Expertise, transfert de technologie à destination des PME
CETIM (Centre technique des industries mécaniques)		FIM, Min. Industrie	Courbevoie (antenne IDF) /National	6500	Mécanique	Veille technologique, appui à l’innovation, information, conseil aux PME. R&D, innovation, transfert techno.
Comité mécanique IDF		IDF, Etat	Cergy/IDF		Mécanique	Valorisation de la filière mécanique francilienne, appui à la définition et mise en œuvre du programme régional d’appui aux entreprises de la mécanique
Pôle Mov’eo	Pôle de compétitivité	IDF/Etat	Paris/IDF- Normandie	350	Automobile	Animation, projets de recherche coopératifs
Defi mécatronic	Réseau	EPT 12 Val de Marne (94)	EPT/12	~30	Mécatronique	Mise en relation, conférences Réseau en cours de réactivation
Pôle mécatronique de Bezons	Incubateur pépinière	CA St Germain Boucles de Seine (78)	Bezons/ CA St Germain Boucles de Seine (78)	10 incubés	Mécatronique et innovation	Incubateur, pépinière développant une surface totale de 2000m ² de bureaux et 3 ateliers de 100m ² chacun, des salles de réunions de conférence. Conférences,
Robot lab CRIIF (Centre de Robotique Intégrée IDF)	Incubateur privé	Paris IDF	Paris/Idf		Robotique et objets connectés	Expertise, accélérateur, prise de participation financière, espace coworking.
Plate-forme technologique mécatronique du Mantois	Plate-forme technologique (GIP). Dissout en fev 2017.	Mantes la jolie Isty/IUT de Mantès	Mantes la jolie/GPS&O		mécatronique	Expertise, transfert de technologie à destination des PME. Plate-forme en cours de réactivation

Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Appui et transfert technologiques

-**Captronic** est une initiative nationale issue du partenariat entre le CEA et Bpifrance et portée par l'association Jessika France.



Le programme CAP'TRONIC a pour objectif d'aider les PME françaises, quel que soit leur secteur d'activité, à améliorer leur compétitivité grâce à l'intégration de solutions électroniques et de logiciel embarqué dans leurs produits. Il s'appuie sur un réseau de 24 ingénieurs répartis sur le territoire national. A titre d'illustration ce programme a aidé 3 400 PME en 2015, pour les 2/3 par le biais de séminaires techniques et d'ateliers, par du conseil individualisé (1/4 des MPE aidées) ainsi que par des contrats d'appui technique ou le suivi de PME et de leurs projets. Parmi les 350 entreprises ayant bénéficié de conseil avancé, environ 50 (15%) étaient localisées en Île de France.

Un volet spécifique francilien dédié à la mécatronique nommé GenesSICs2 qui visait plus spécifiquement les PME a été mis en œuvre en collaboration avec le pôle mécatronique du Mantois (disparu depuis) entre 2006 et 2011, avec l'aide fonds européens FEDER, de l'ETAT (DRRE à l'époque) et de financements du Conseil Régional. Il s'agissait de soutenir le développement d'un produit ou service mécatronique porté par deux PME ou plus dans un projet conjoint. Le CETIM était partie prenante du dispositif ainsi que deux cabinets de conseil.

Depuis cette date, le programme Captronic ne comprend plus de dispositif spécifique dédié à la mécatronique, cependant dans les faits, de nombreuses entreprises ayant recours à leurs prestations ont une problématique relevant de la mécatronique.

Captronic, avec 1 ingénieur dédié à l'Île-de-France, fonctionne en interaction avec les acteurs locaux soit en s'appuyant sur leurs compétences (écoles d'ingénieurs, centres techniques et plates formes technologiques), soit en orientant les entreprises vers l'interlocuteur idoine. Captronic a été en lien avec le cluster Défi mécatronic pour lequel il a mené diverses actions envers ses membres mais aussi organisé conjointement des conférences thématiques.

Le réseau Captronic serait favorable à l'éclosion d'un réseau mécatronique francilien et serait prêt à collaborer avec ce dernier en lui apportant ses compétences en organisation de séminaires, de transfert de technologies...

-**CETIM, Centre Technique des Industries mécaniques** (labellisé Institut Carnot depuis 2006)



« Le Centre technique des industries mécaniques a été créé, à la demande des industriels de la mécanique afin d'apporter aux entreprises des moyens et des compétences pour accroître leur compétitivité, participer à la normalisation, faire le lien entre la recherche scientifique et l'industrie, promouvoir le progrès des techniques, aider à l'amélioration du rendement et à la garantie de la qualité. »

Avec une présence nationale, son action s'articule autour de 4 missions :

- L'anticipation technologique (veille stratégique)
- L'innovation technologique avec des travaux de R&D en partenariat avec le monde de la recherche, des projets fédérateurs, la normalisation, la formation.
- La diffusion de l'information technologique
- Des prestations payantes de services sur mesure de conseil, d'ingénierie et d'essais.

Le CETIM s'oriente vers des programmes de recherche dans un contexte d'ouverture européenne.

Il souhaite notamment :

- renforcer les démarches d'innovation collaboratives avec les PME,
- renforcer la mise en réseau au niveau régional pour ancrer les actions du CETIM dans le cadre des pôles de compétitivités
- Développer des prestations d'ingénierie à l'international en coopération avec les entreprises françaises

La mécatronique figure parmi les 5 thématiques technologiques abordées par le CETIM qui dispose d'un centre de ressources dédié à la mécatronique en région Rhône Alpes Auvergne à Annecy.

-Le Comité mécanique Ile-de-France (CMIDF)



Le Comité mécanique Ile-de-France est « né de la volonté de chefs d'entreprises désireux d'agir pour maintenir l'emploi de la filière mécanique dans la région Ile-de-France. Ils ont souhaité que les besoins exprimés par les entreprises servent de base à la définition des plans d'actions portés par le Comité et que l'ensemble des acteurs mécaniciens se mobilisent pour soutenir cette démarche. » L'Etat et la Région Ile-de-France y ont apporté un large concours financiers.

Ainsi le plan d'actions du CMIDF a été inscrit dans les contrats de plan Etat/Région 2001/2006 et 2007/2012. L'action du CMIDF a permis de faire reconnaître la filière mécanique comme l'une des huit filières franciliennes prioritaires du dernier contrat de plan 2007/2012. Le CMIDF fait désormais partie du Plan Industries.

Les objectifs du CMIDF sont de :

- permettre aux entreprises de disposer d'un interlocuteur unique représentant le monde de la mécanique
- assurer la valorisation de l'image de la filière mécanique
- définir et mettre en œuvre un programme régional d'appui aux entreprises de la mécanique

Plate-forme technologique

Plusieurs plates-formes ont coexisté dont deux ont cessé leur activité à ce jour :

- l'OPP95 (Optimisation des processus de production), liée à l'antenne de l'IUT de Neuville.
- Plate-Forme Technologique Matériaux, Mécanique, Productique (2MP), à Saint-Denis

-Plate-forme technologique (PFT) mécatronique du Mantois (ITT mécatronique de Mantes)



Cette plate-forme est née de l'initiative de l'IUT de mantes en Yvelines et de l'Isty (Institut supérieur de technologie des Yvelines) avec l'appui de l'université Versailles Saint Quentin en Yvelines, de l'académie de Versailles avec 5 lycées partenaires, de Mantes en Yvelines développement et d'EADS Développement. Cette PFT dont le projet a été initié en 2005 a existé entre 2013 et 2016 sous forme de GIP.

Son objectif initial était : « la réalisation d'actions destinées à favoriser l'innovation et le transfert de technologie entre les établissements publics d'enseignement général, technologiques et professionnels du second degré, les établissements d'enseignement supérieur et les laboratoires de recherche vers les entreprises PME – PMI du territoire en mécatronique »¹⁶. Elle entretenait notamment des relations avec Captronic avec laquelle elle menait des actions de formation continue. Le GIP a été dissout le 15 janvier 2017 avec notamment pour motif que la structure ne remplissait pas pleinement les objectifs qui lui étaient assignés.

Sous l'initiative de l'Isty et de l'IUT de Mantes et avec l'appui de la communauté urbaine, un projet de relance de la plate-forme technologique (PFT) mécatronique redimensionnée est à l'étude, avec un site physique localisée dans la ville de Mantes la Jolie. Il s'agira de recentrer ses activités sur son cœur de métier à savoir le transfert de technologie et la valorisation des compétences des enseignants des structures associées.

Parmi les orientations possibles de cette nouvelle plate-forme figure le biomédical avec la motricité et la mobilité en général avec l'automobile et l'aérospatial. Les acteurs académiques de Seine aval souhaitent d'une manière générale bénéficier d'une plus forte visibilité car ils ont le sentiment d'avoir du mal à exister entre Cergy d'une part et Saclay de l'autre. Une voie de différenciation selon GPS&O,

¹⁶ Source : Conseil régional d'Ile-de-France, CP 10-557 « ADOPTION DU PACTE POUR L'EMPLOI, LA FORMATION ET LE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE SUR LE TERRITOIRE DE LA SEINE AVAL ET PREMIERE MISE EN OEUVRE (SOUTIEN AU PROGRAMME LEADER SEINE AVAL) », juillet 2010.

notamment vis-à-vis de Saclay plus académique, est de miser sur sa technicité liée à la forte présence de l'industrie. Il s'agit de travailler sur les briques technologiques parmi lesquelles la mécatronique. Pour ce faire, il est nécessaire de créer des filières d'enseignement locales pour lesquelles les enseignants manquent ou ne sont pas assez formés.

Les acteurs académiques de Seine aval estiment enfin qu'il existe potentiellement des synergies entre ce projet de plate-forme relancée et le pôle mécatronique de Bezons (voir ci-dessous) qui sont tous deux situés dans le même bassin emploi-formation.

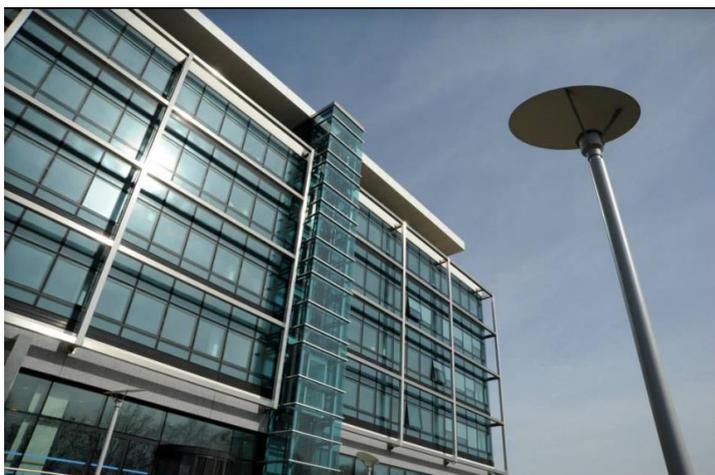
Incubateurs et autres structures de développement des entreprises

Le pôle mécatronique : un incubateur et une pépinière dédié aux entreprises de la mécatronique et aux jeunes entreprises innovantes.



Ce pôle a été créé en 2012 à l'initiative de l'agglomération Argenteuil-Bezons pour un coût total de 8,4 millions d'€, avec l'appui du Conseil général du Val d'Oise, de l'agglomération Argenteuil-Bezons, de la Région Ile-de-France et de fonds européens FEDER dans le cadre du projet de territoire in'Europe. Le pôle mécatronique de Bezons assure des missions d'incubateur et de pépinière d'entreprises ayant pour objet la mécatronique sur 2 000m². Son originalité : être le seul incubateur francilien explicitement positionné sur le thème de la mécatronique. Il offre à ses 10 incubés et « pépins » actuels la possibilité de bénéficier de 3 ateliers de 100m² chacun pour y exercer leur activité de pré-production.

Le pôle n'oppose pas de critère d'origine géographique concernant les choix des entreprises incubées, cependant l'agglomération espère que celles-ci chercheront à s'implanter sur le territoire à l'issue de leur incubation.



Source : Pôle mécatronique de Bezons

Depuis la création de la communauté d'agglomération Saint Germain Boucles de Seine (SGBS), cette dernière en assure la gestion avec deux équivalents temps plein : un poste de secrétariat, un poste de responsable et d'animation.

Afin d'optimiser le fonctionnement de cette structure, dont les locaux disposent d'espaces de bureaux disponibles, il a été décidé d'étendre la thématique aux entreprises innovantes dans leur ensemble et de ce fait accueillir aussi des entreprises du numérique.

De son côté, la ville d'Argenteuil poursuit son action en faveur de la mécatronique sous une forme plus générique à travers une démarche d'innovation soutenue par le Conseil Régional d'Ile-de-France. En attente d'une organisation du développement économique au niveau de l'agglomération, la ville reste en charge de ce dossier et a répondu à un appel à projet sur un programme de développement local cible de la Région. L'intitulé du projet est « Démarche pour un nouveau positionnement stratégique d'Argenteuil en matière d'innovation et d'entrepreneuriat, dans l'écosystème valdoisien et métropolitain ». Cette démarche vise à aider les nombreuses entreprises industrielles de son territoire à monter en gamme, notamment en intégrant la mécatronique dans leur process.

Robot Lab est un centre d'expertise et un accélérateur privé localisé à Paris (1^{er} arrondissement) spécialisé dans la robotique et l'internet des objets (IOT).

criif

Robot lab abrite le CRIIF (centre robotique intégré d'Ile-de-France) qui apporte son expertise aux entreprises. Robot Lab propose des espaces de travail diversifiés, bureaux, coworking, ateliers... Il participe aussi au financement de start-up à travers son entité Robot capital.

Si la thématique mécatronique n'est pas explicitement affichée dans son programme, elle est une des composantes principales de la robotique. Cette structure et ses composantes a notamment abrité ou collaboré avec Softbank robotics (ex Aldebaran) ou encore blue Frog Robotics que nous avons identifiées comme acteurs de la mécatronique francilienne.

Réseaux, clusters

Défi mécatronic :



A l'origine dénommé réseau mécatronique Seine Amont, ce réseau a été créé en 2000 sous l'impulsion du territoire de Seine Amont sous forme d'association loi 1901 pour formaliser des liens étroits qui existaient entre 12 entreprises locales. La plupart d'entre-elles étaient sous-traitantes de l'industrie automobile et principalement issues de la mécanique mais aussi de l'informatique et de l'électronique et souhaitaient monter en gamme en associant leur savoir-faire. Ce réseau a reçu l'appui des villes de l'agglomération, de la communauté d'agglomération Plaine centrale du Val de Marne, du Conseil général du Val de

Marne et de la Région Île-de-France. Ce cluster a ensuite été labellisé par la DATAR en tant que « SPL » puis lauréat de la sélection nationale Grappe d'Entreprises 2011 où il devient « Défi mécatronic ».

L'implantation de Défi Mécatronic est majoritairement Val de Marnaise avec cependant des liens avec le SPL MIREM (maintenance industrielle, robotique énergie matériaux) très implanté sur le sud Seine et Marne.

Evolution du cluster :

Après avoir atteint un palier de 35 adhérents, par la difficulté rencontrée à co-construire et engager des projets collaboratifs, par manque de projets et une difficulté d'accès aux marchés, par ses composantes, ce cluster a vu diminuer le nombre de ses adhérents et son activité est actuellement en sommeil, dans l'attente de trouver les opportunités et conditions permettant de la relancer.

Plusieurs raisons ont été identifiées par les acteurs du territoire à cette évolution :

-Externes : Les entreprises de la grappe ont fini par se rapprocher et beaucoup travailler ensemble voire fusionner, ce qui a eu pour conséquence de réduire le nombre d'adhérents et l'intérêt de cette grappe qui s'était fixé comme principal objet de favoriser les rencontres.

Plus récemment, la mauvaise conjoncture suite à la crise de 2007 a eu pour conséquence une forte résistance des sous-traitants à collaborer afin de conserver un maximum de marchés en propre.

-Internes : une politique interne du cluster qui a mis de côté l'animation au profit de la recherche de nouveaux adhérents, ce qui a aussi contribué à faire fuir certains membres. Une gouvernance trop refermée sur les seules entreprises, ce qui n'a pas permis de pleinement jouer le rôle de cluster.

Vers une relance du cluster :

Comptant sur une relance de l'activité de DEFI Mécatronic, l'EPT Grand Orly Seine Bièvre a établi avec cette grappe une convention de partenariat pour 2 ans (2016-2017).

L'arrivée en 2015 d'un nouveau directeur, dirigeant du réseau de tiers lieux Créative Valley, doit permettre de tisser des liens et synergies avec des entreprises innovantes.

Les moyens de ce renouveau sont :

-S'appuyer sur les spécificités locales avec une vision marchés et utilisateurs :

-La santé est un des principaux secteurs économiques de l'EPT 12 avec Sanofi mais aussi le secteur hospitaliers avec Villejuif (hôpitaux Gustave Roussy - Paul Brousse - Paul Guiraud), le Kremlin Bicêtre (hôpital du Kremlin Bicêtre), Ivry sur Seine (hôpital Charles Foix) et Créteil (hôpital Henri Mondor). Il s'agirait donc d'adosser le pôle mécatronique à la thématique santé et bien-être des malades et personnes dépendantes, dont l'écosystème d'acteurs économiques et entreprises est particulièrement riche sur ce territoire et porteur de projet, thèmes aussi liés au numérique et aux matériaux, autres clusters soutenus par l'EPT Grand-Orly Seine Bièvre (EPT12).

-Le numérique et les objets connectés en lien avec l'aéronautique (drones)

-La maintenance des trains et de l'aéronautique en lien avec la plate-forme aéroportuaire d'Orly.

-Réorienter la politique de la grappe dans l'esprit « cluster » au sens de la définition de Michael Porter en travaillant plus avec le monde de la recherche et académique. Pour cela la composition du conseil d'administration s'ouvrira au collège éducation et recherche en veillant à garder le même poids à chaque collège au fur et à mesure de la croissance du nombre de membres.

-Redéfinir les actions en faveur de l'accompagnement des entreprises dans leur développement technologique, notamment les jeunes entreprises, dans l'accompagnement de réponse à appel à projets groupés...

Pôle Mov'eo



Le pôle Moveo est le pôle de compétitivité francilien et normand de l'automobile. Parmi ses domaines d'activités stratégiques (DAS) figurait jusqu'en 2016 un DAS mécatronique et électrification du véhicule qui était l'héritier du projet de pôle mécatronique du mantois P2M. Faisant le constat que pour les industriels de l'automobile la mécatronique, qui reste importante, n'est plus un thème central et que leurs enjeux vont vers plus de fiabilité des systèmes, le DAS a cessé ses activités. Celles-ci ont été réparties au sein de deux DAS : « Matériaux, manufacturing et systèmes » d'une part, et « chaîne de traction et gestion de l'énergie » d'autre part.

Selon Mov'eo, la mécatronique, qui reste un thème important parmi les projets de recherche collaborative, est désormais bien intégrée au sein des entreprises de l'automobile. Elle est considérée comme un pré-requis indispensable mais n'est plus différenciante en soi pour les fournisseurs.

Avec le véhicule électrique et autonome apparaissent de nouveaux enjeux plus prioritaires comme notamment la fiabilité et l'intégration de la problématique objets connectés.

De ce fait, pour Mov'eo, il faut replacer la mécatronique dans un contexte plus large pour y intégrer ces nouveaux enjeux des industriels.

D'autres pôles de compétitivité franciliens sont concernés par le thème de la mécatronique sans que cela soit ou ait été aussi visible qu'au sein de mov'eo. C'est le cas pour le pôle aéronautique Aero Space Technologies (ASTech) et le pôle systématic qui travaillent par exemple avec le pôle mécatronique de Bezons et ont labellisé des projets de recherche avec le laboratoire Quartz¹⁷. Par ailleurs le pôle Cap Digital adresse notamment le thème de la robotique, le pôle Medicen de son côté travaille sur des appareillages à composants mécatroniques.

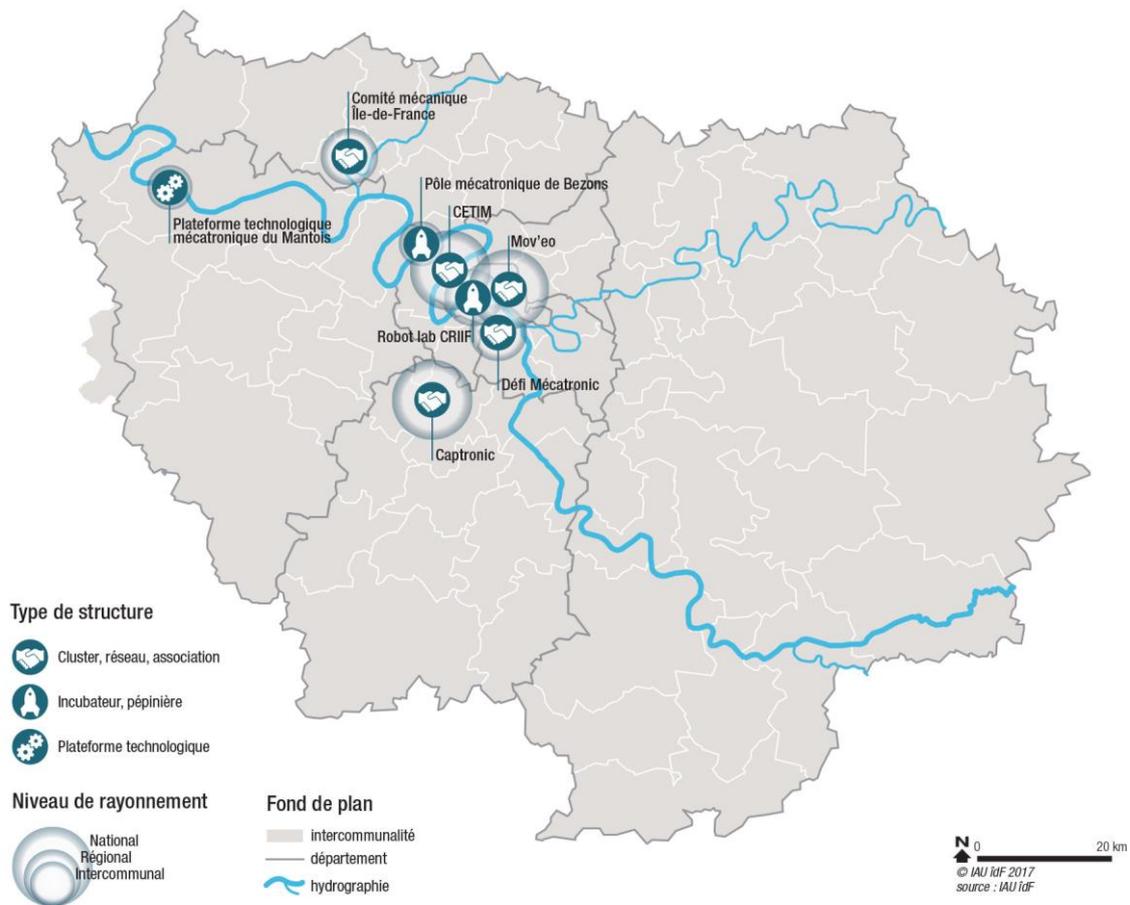
Parmi toutes ces structures d'appui, 3 ont un rayonnement territorial marqué et concernent des territoires qui sont aussi les plus actifs dans ce domaine et qui déclarent souhaiter poursuivre leurs efforts :

- Grand Paris Seine et Oise (GPS&O) avec la plate-forme technologique mécatronique du Mantois
- St Germain Boucle de Seine (SGBS), avec le pôle mécatronique de Bezons
- T12 Grand-Orly Val-de-Bievre Seine-Amont, avec le cluster défi mécatronique de rayonnement régional mais avec un fort ancrage territorial

Au niveau francilien, ces structures semblent ainsi relativement complémentaires à la fois de par la nature de leurs activités et de par l'aire géographique qu'elles recouvrent, les deux premières intercommunalités appartenant de plus au même bassin d'emploi de Seine aval (voir carte page suivante).

¹⁷ Le projet CESAL de commandes de vol électriques pour l'aviation légère (ECS-Lab, L@RIS et LISMA). En collaboration avec SAGEM, Dassault Systèmes, WUILFERT, labellisé par le pôle ASTech. Le projet O2M (Outils de Modélisation Mécatronique) co-labellisé par Mov'eo et System@tic. En collaboration avec Renault, Dassault Systèmes, Valeo...

Structures de soutien et d'animation avec un axe mécatronique (Île-de-France)



Par ailleurs, depuis quelques années, le paysage s'est modifié et plusieurs structures ont disparues : les plateformes technologiques OPP95 ou 2MP ou encore le pôle mécatronique du Mantois P2M.

Cependant cette apparente complémentarité est à relativiser. S'il existe des relations entre ces différentes entités, celles-ci restent trop faibles, trop peu institutionnalisées car trop basées sur l'action et le réseau de quelques personnes et surtout encore peu coordonnées au niveau francilien.

Plusieurs tentatives de rassembler les acteurs franciliens de la mécatronique n'ont pas réussi à déboucher sur un cluster francilien. Une tentative issue du projet P2M dans le Mantois a souffert de l'absence d'un leader incontesté et neutre non perçu par les autres acteurs comme un concurrent potentiel. Une tentative en 2012 de créer une grappe mécatronique portée notamment par les acteurs territoriaux du Mantois et la grappe défi mecatronic, n'a pu aboutir faute de financements suffisants. Ceci milite en faveur d'une action de niveau régional qui transcenderait les intérêts locaux tout en tenant compte des structures existantes ou des projets à l'étude.

A la lecture de ces événements et pour anticiper le risque de sentiment de lassitude de certains acteurs, il semble aussi que l'ambition doive rester atteignable et ce dans un délai relativement court.

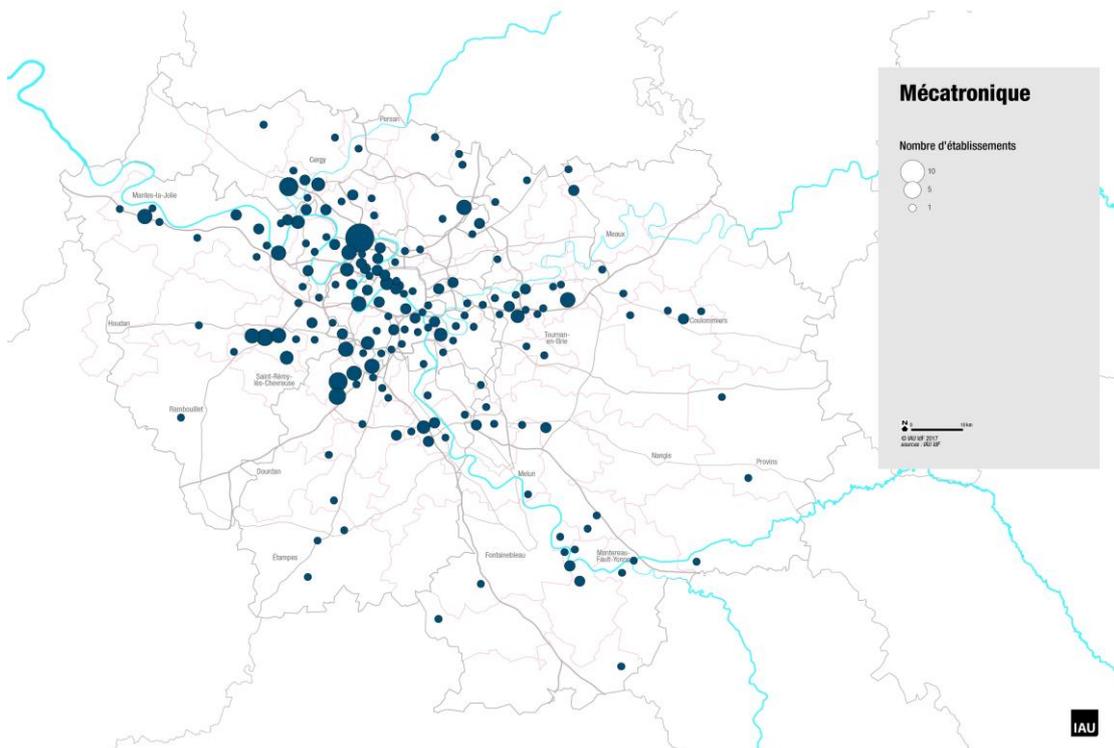
Les acteurs locaux se disent en effet favorables à un projet initialement modeste qui sera appelé à monter en puissance au fur et à mesure de l'appropriation de l'outil et de l'habitude prise de travailler ensemble et de manière plus systématique et organisée.

Troisième partie : La géographie de la chaîne de valeur mécatronique francilienne

1- Les principales concentrations d'entreprises mécatroniques en IDF.

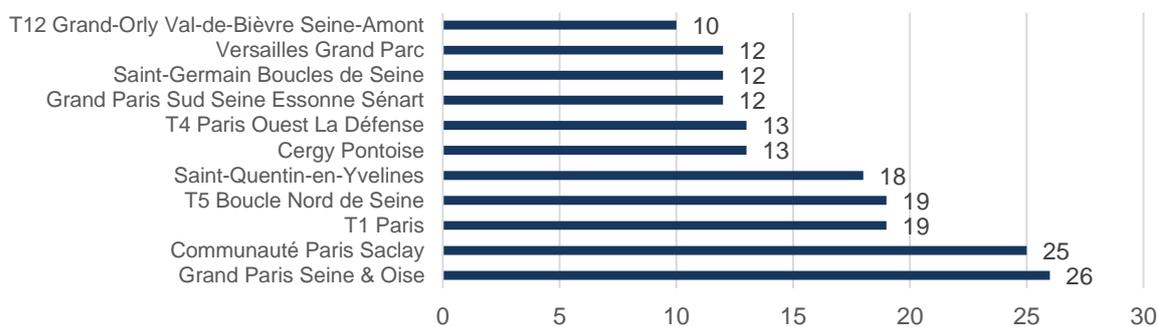
Les 297 établissements de la mécatronique sont relativement concentrés au sein de quelques intercommunalités. Les 11 premières intercommunalités franciliennes regroupent 60% des établissements identifiés. La communauté d'agglomération Grand Paris Seine & Oise (GPS&O) abrite la plus forte concentration d'établissements de la mécatronique, immédiatement suivie par l'agglomération Paris-Saclay, Paris, et la Boucle nord de Seine. C'est dans cette dernière que l'on trouve à Argenteuil la plus forte concentration mécatronique communale régionale.

Fig 30- la localisation des établissements de la mécatronique



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

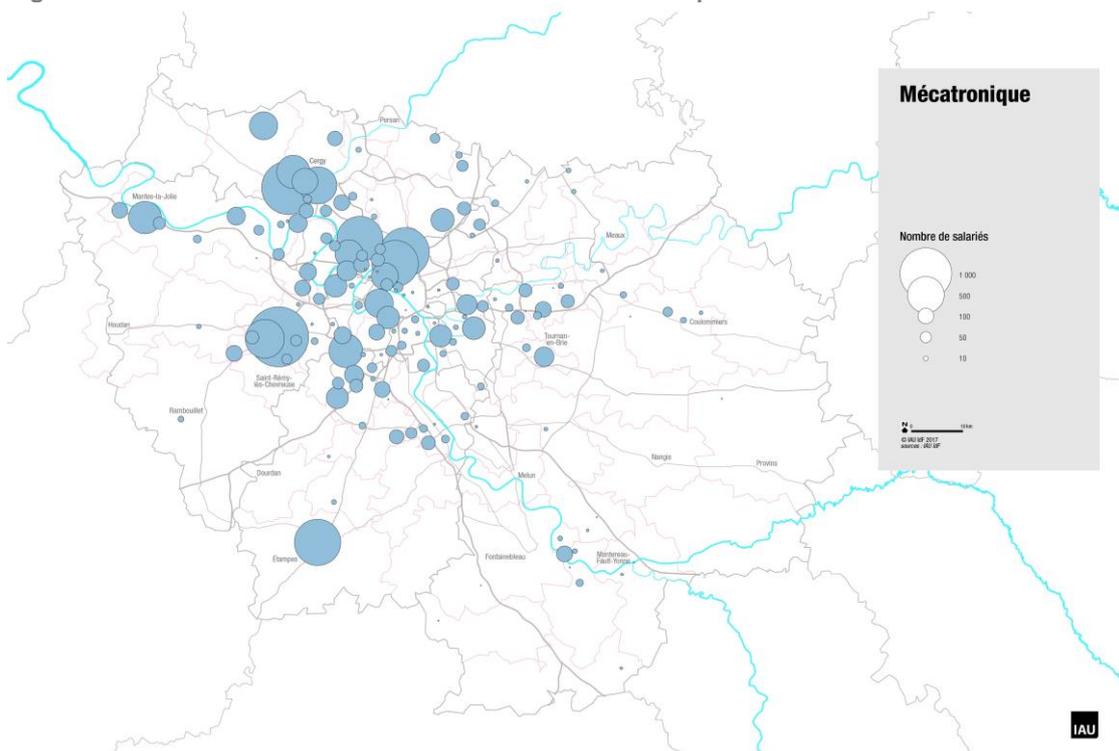
Fig 31- Les principales concentrations d'établissements de la mécatronique (10 ets et plus)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

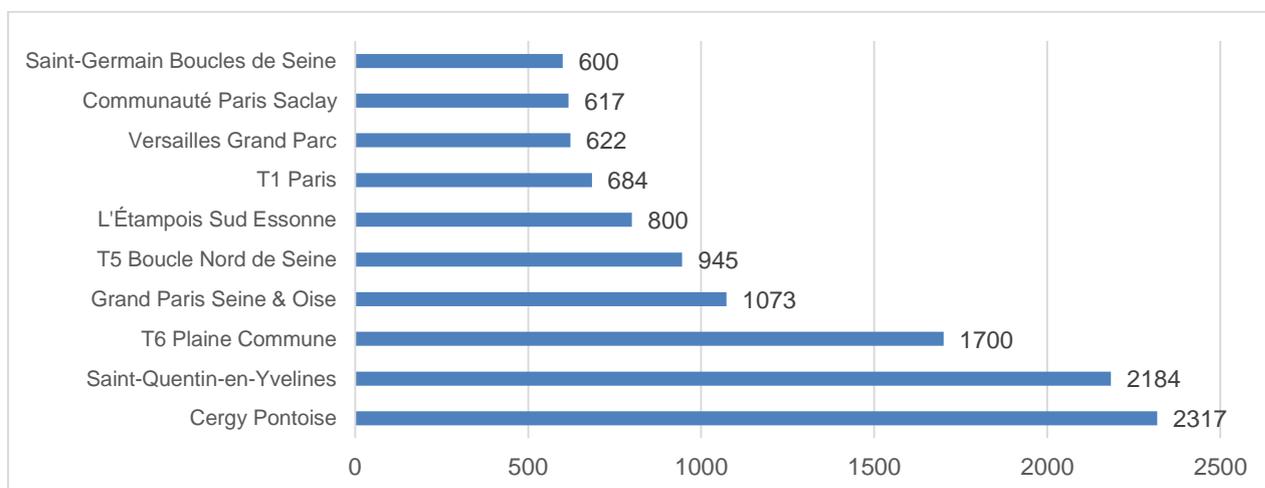
La carte et le graphique ci-dessous permettent de constater que la hiérarchie des intercommunalités est modifiée lorsque l'on s'intéresse aux effectifs salariés. La concentration y est plus intense puisque les 11 premières intercommunalités abritent 78% des effectifs totaux de la mécatronique. Cela tient à la nature des acteurs présents au sein de chaque territoire francilien. Certains territoires comme Cergy (Thales, Valeo...) ou Saint Quentin en Yvelines (Assystem) abritent plusieurs grands établissements de grands groupes. Des territoires qui ne figuraient pas dans la liste précédente apparaissent comme le sud Etampois avec l'établissement de Faurecia Siège auto ou Plaine Commune avec Siemens et Bosch. D'autres comme GPS&O ou Boucle nord de Seine abritent de plus petits établissements issus de plus petites entreprises et rétrogradent, tandis que le territoire du Grand-Orly, Val de Bièvre, Seine Amont (T12) disparaît de la liste (fig 31 ci-dessous).

Fig 32- La localisation des effectifs salariés de la mécatronique



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Fig 33- Les principales concentrations d'effectifs salariés de la mécatronique (>500 salariés)

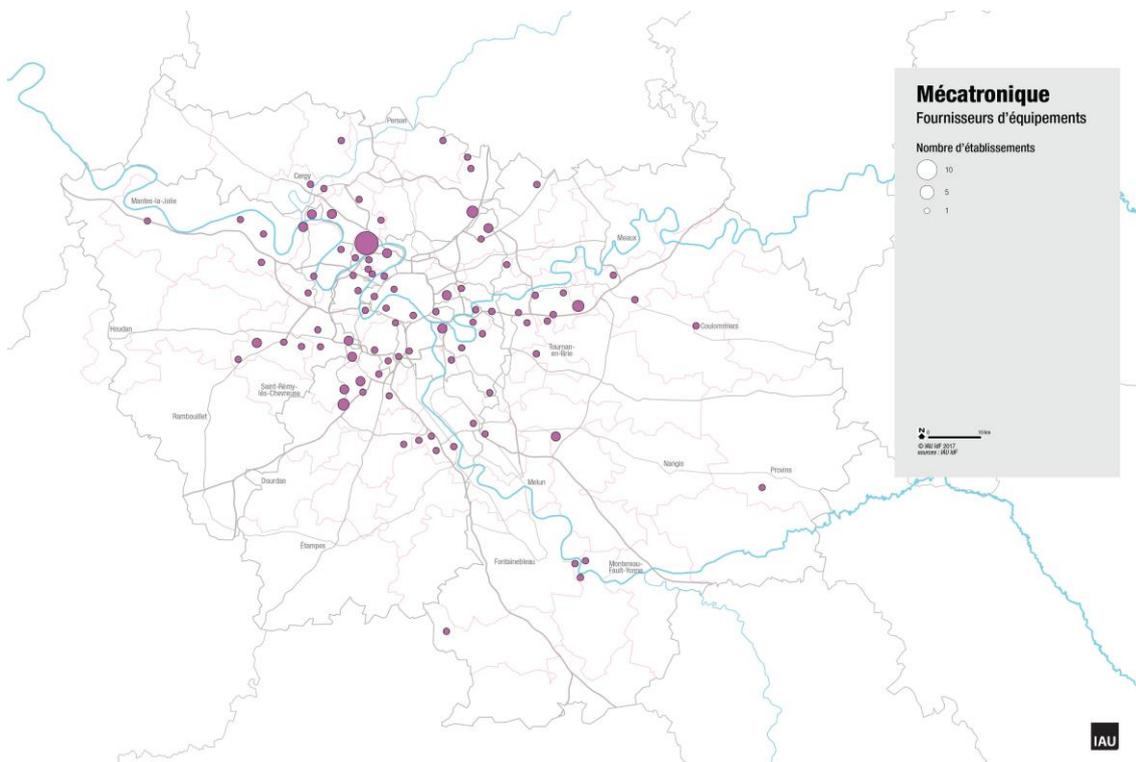


Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Les fournisseurs d'équipements mécatroniques

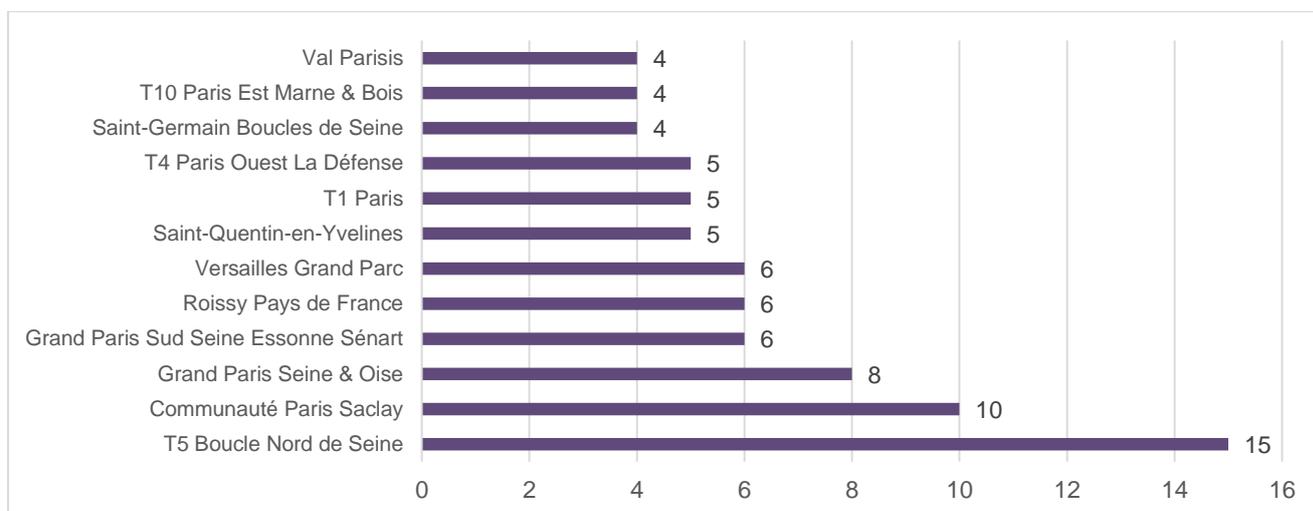
Si l'on se penche sur la géographie des fournisseurs d'équipements (hors donneurs d'ordre intégrateurs), on constate que la concentration est légèrement plus marquée puisque les 12 premières intercommunalités abritent 64% des établissements. Certaines d'entre-elles ressortent comme très marquées par ce type d'acteurs, en premier lieu la Boucle Nord de Seine (T5) avec Argenteuil qui est de loin la principale concentration communale régionale de ce type. On retrouve aussi l'agglomération de Paris Saclay, ainsi que GPS&O parmi les principales concentrations.

Fig 34- La localisation des établissements des fournisseurs d'équipements mécatroniques



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

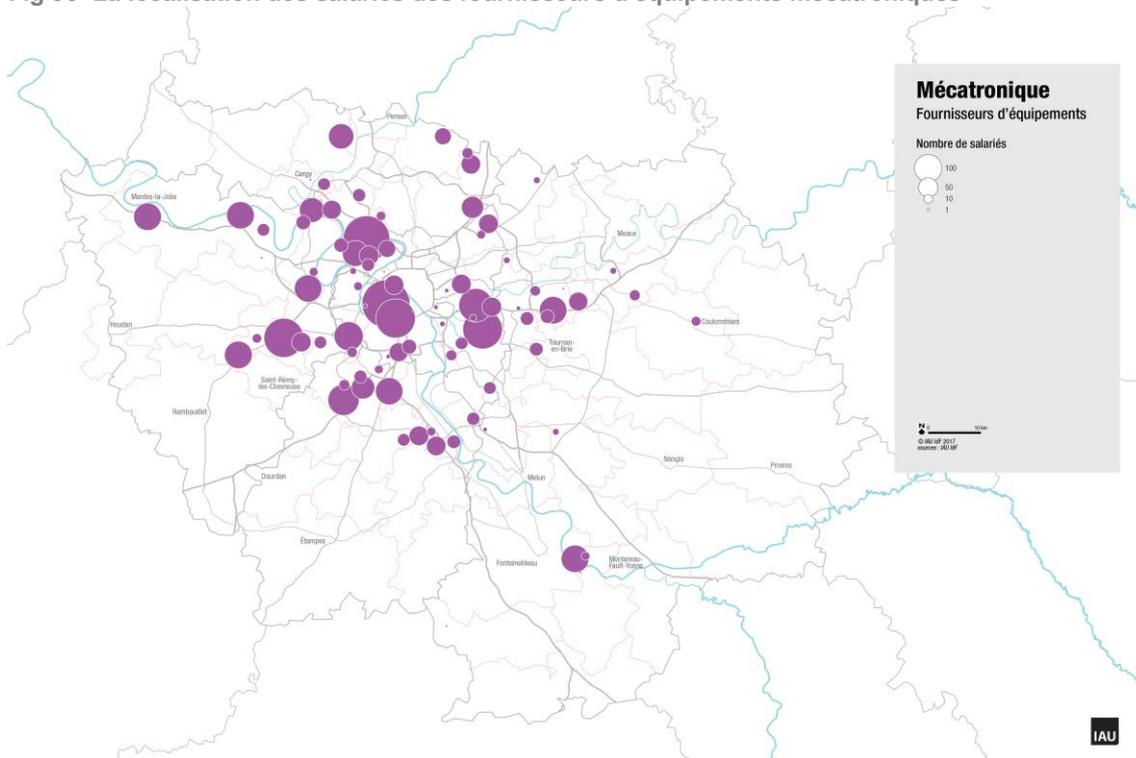
Fig 35- Les principales concentrations d'établissements de fournisseurs d'équipements mécatroniques (4 ets et plus)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

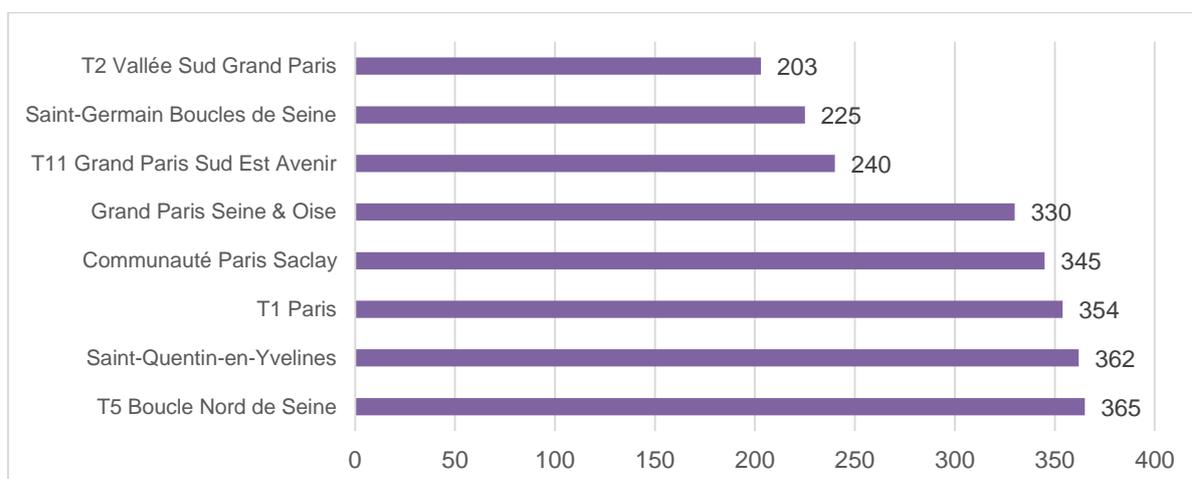
La lecture selon les effectifs salariés modifie la géographie perçue en faisant notamment ressortir les grandes entreprises et leurs grands établissements à côté de territoires abritant une forte densité de PME comme notamment la Boucle nord de la Seine (T5). C'est ainsi que Paris apparaît 3^e dans la liste grâce à la présence du centre de recherche du japonais Softbank robotics et ses 300 salariés ou que Vallée sud Grand Paris (T2) devient visible avec la présence du suisse STmicroelectronics. De leur côté, Saint Quentin en Yvelines accueille le suédois SKF France ainsi que l'irlandais Eaton, GPS&O accueille Cimlec industries et le suisse Sulzer pompes, la CA Paris-Saclay accueille le japonais Horiba Jobin Yvon et l'allemand Otto Bock France ou encore Grand Paris Sud Est Avenir (T11) les 200 salariés du japonais JTEKT HPI, pour ne citer que les principaux.

Fig 36- La localisation des salariés des fournisseurs d'équipements mécatroniques



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Fig 37- Les principales concentrations de salariés de fournisseurs d'équipements mécatroniques (plus de 200 salariés)

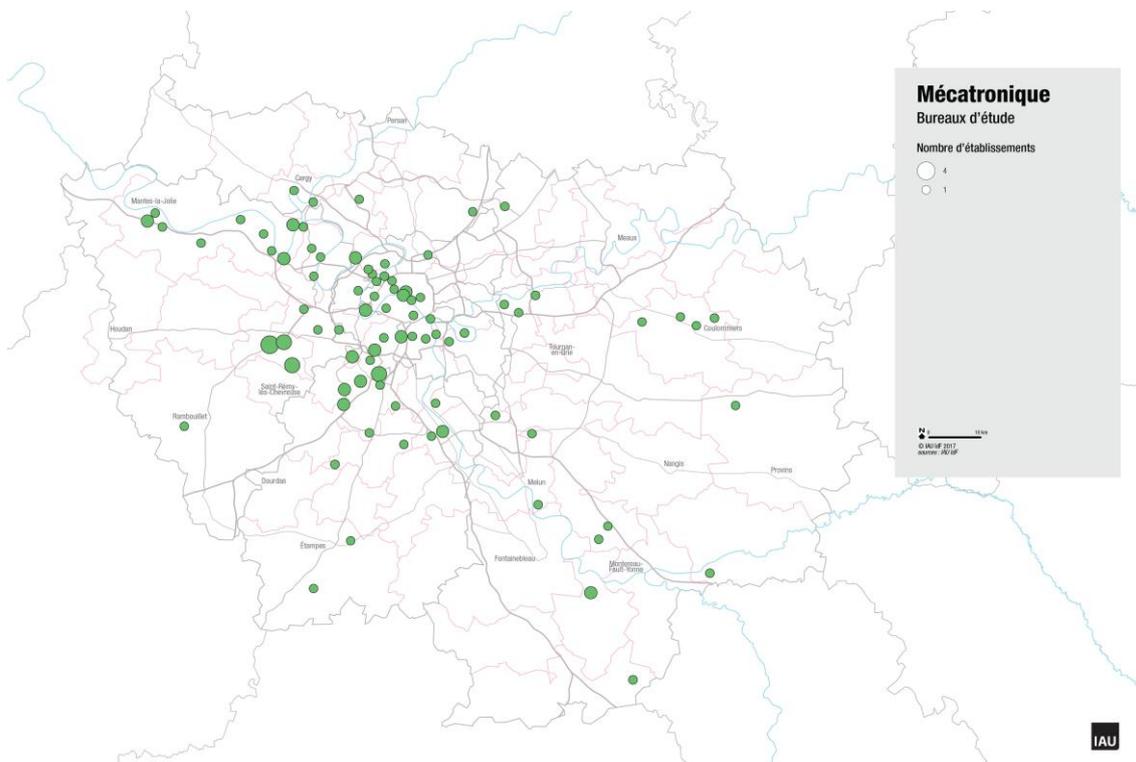


Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Les bureaux d'études

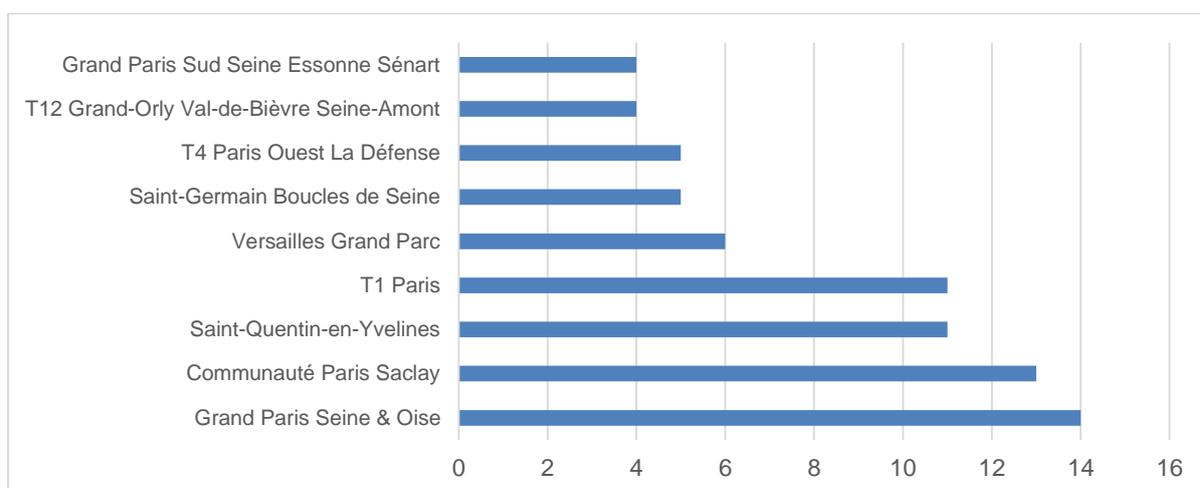
La présence des bureaux d'études sur le territoire francilien illustre deux phénomènes. Tout d'abord la stratégie de localisation de grands comptes qui consiste à rechercher des implantations à proximité des grands centres de recherche de l'industrie de l'ouest parisien. Les plus petites structures, parfois sans salariés, se co-localisent plutôt au sein des bassins regroupant de petites entreprises industrielles (voir carte page suivante). GPS&O abrite ici le plus grand nombre d'établissements juste devant Paris Saclay.

Fig 38- Les établissements des bureaux d'études technologiques



Scs : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

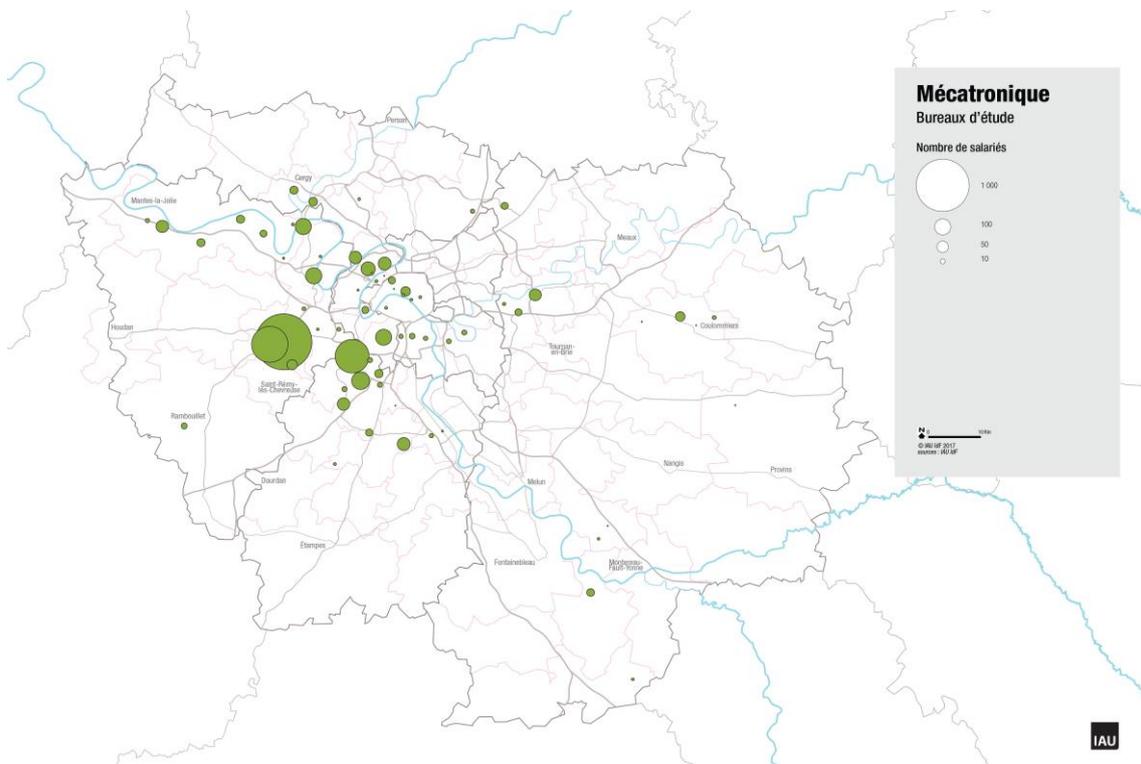
Fig 39-Principales concentrations d'établissements de bureaux d'études en mécatronique



Scs : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

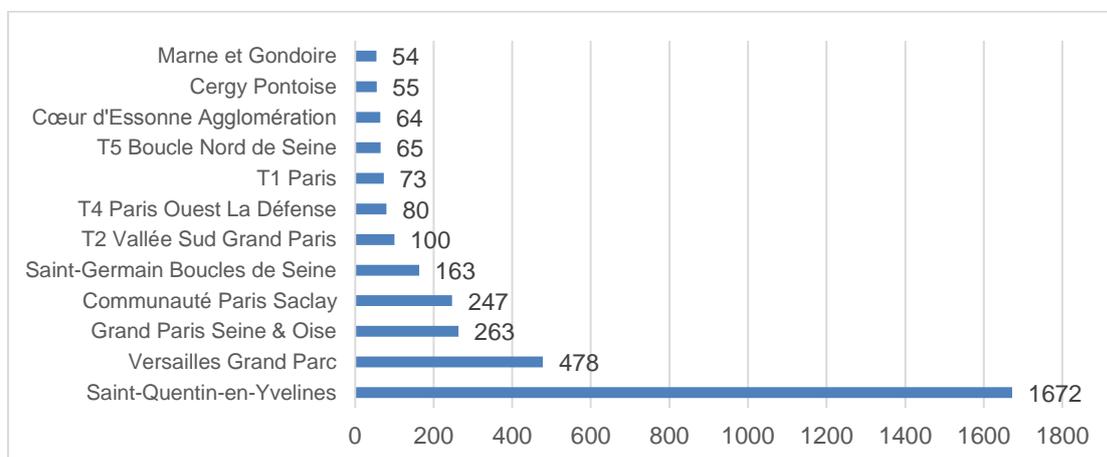
La géographie par effectifs montre une forte concentration sur deux territoires qui rassemblent de grands acteurs avec d'importants effectifs. En premier lieu l'agglomération de Saint Quentin en Yvelines qui représente à elle seule la moitié des effectifs de cette catégorie, avec notamment l'anglais Assystem, l'allemand FEV, Segula automotive. De son côté l'agglomération de Versailles Grand parc représente 13% du total avec notamment l'allemand Bertrandt. Chacun des établissements compte des effectifs minimum de 200 personnes voire 1 000 pour Assystem. A côté de ces très fortes concentrations, on trouve des territoires abritant plusieurs établissements de 50 à 100 salariés, notamment sur l'agglomération GPS&O avec EMC France, ou au sein de l'agglomération Paris Saclay avec AVL LMM. Enfin, on l'a vu précédemment, cette catégorie compte aussi 60% de TPE (65 établissements), qui irriguent le territoire, dont 22 ne comptent aucun salarié et n'apparaissent pas sur cette carte.

Fig 40- Les effectifs salariés des bureaux d'études technologiques



Scs : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Fig 41-Principales concentrations d'effectifs de bureaux d'études en mécatronique (>50sal)



Scs : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

2- Synthèse de la géographie mécatronique francilienne

La mécatronique francilienne est présente à travers ses effectifs salariés sur un nombre relativement élevé d'intercommunalités franciliennes avec 54 intercommunalités concernées sur les quelques 65 que compte la région au premier janvier 2017. Cependant une dizaine d'entre elles concentrent près de 80% des effectifs. Les principales concentrations (plus de 1000 salariés) se trouvent à Cergy Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines, à Plaine Commune (T6) et sur le territoire de l'agglomération de Grand Paris Seine et Oise.

Si la présence des acteurs industriels, notamment l'importance de leurs effectifs est un indicateur du potentiel du territoire au regard de la mécatronique, il n'est pas le seul. On a vu que l'animation du territoire via des structures diverses, la présence d'activités de recherche, et plus généralement la diversité des acteurs présents sur le territoire sont aussi des éléments à prendre en compte pour identifier la richesse et le potentiel d'un territoire à tirer parti de son tissu mécatronique.

En portant un regard d'ensemble sur les compétences présentes sur chacun des territoires franciliens (au niveau des agglomérations), nous avons pu les caractériser au regard de leur potentiel à participer localement à l'animation de l'écosystème mécatronique francilien. Il apparaît qu'une douzaine de territoires offrent des potentialités plus marquées que la moyenne francilienne. Ces concentrations cumulent à la fois une densité d'établissements et d'emplois, une diversité d'acteurs et pour certains la présence de structures dédiés ou liés à la mécatronique.

Selon cette approche multicritère¹⁸, nous avons ainsi hiérarchisé les territoires mécatroniques franciliens selon 3 classes :

Classe 1, fort potentiel : Territoires qui cumulent les aménités et concentrent à la fois un volume d'acteurs et d'emplois importants et une grande diversité d'acteurs et de structures. Les territoires les mieux dotés sont au nombre de 6. Au sein de cette catégorie on compte des territoires très centraux au sein desquels la recherche et l'enseignement supérieur sont particulièrement présents comme à Paris, Saclay ou Cergy. On y compte aussi d'autres territoires (GPS&O, Paris Ouest La Défense, Versailles Grand Parc) un peu moins bien dotés sur ces thématiques mais qui peuvent bénéficier d'autres spécificités. Par exemple GPS&O, le territoire le plus éloigné du cœur de l'agglomération de cette catégorie, est peu doté en recherche publique mais il bénéficie d'une plus grande diversité de formations en mécatronique et de la présence d'une des 4 structures de soutien d'échelle locale.

Classe 2, concentration relative : Territoires où la présence mécatronique est relativement moins marquée et diversifiée qu'en catégorie 1. Cette catégorie regroupe 6 territoires qui se différencient principalement de la catégorie suivante par une présence d'établissements de recherche et d'enseignement supérieur et une plus grande diversité dans le type d'acteurs de la chaîne de valeur et enfin des effectifs importants (plus de 300 emplois par agglomération).

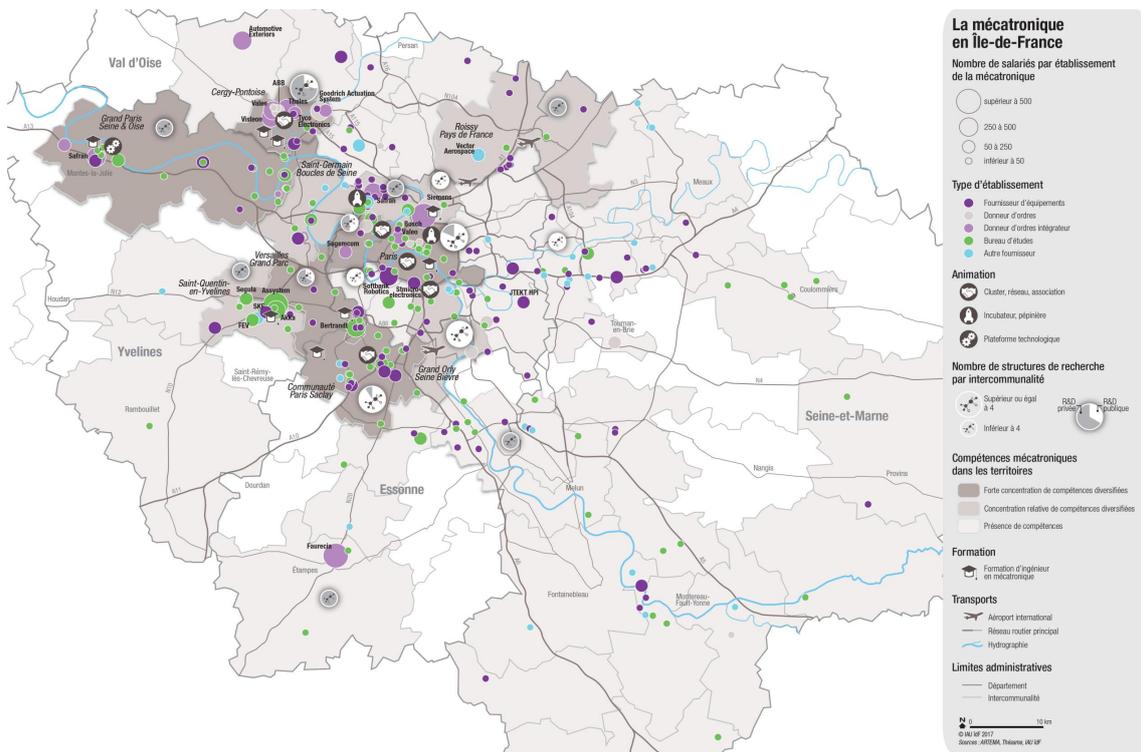
Classe 3, présence mécatronique : Territoires sur lesquels nous avons repéré une ou quelques compétences en mécatronique. Au total 44 territoires figurent dans cette catégorie avec pour la plupart la présence d'un ou plusieurs établissements de la chaîne de valeur. Il s'agit presque exclusivement de territoires de grande couronne.

La carte présentée en page suivante et reproduite en format A3 pour une meilleure lisibilité en fin de document (annexe III) synthétise la géographie de la mécatronique en Ile-de-France.

Elle est aussi disponible en téléchargement sur notre site www.iau-idf.fr

¹⁸ Voir la méthodologie du « scoring » en annexe II en fin de volume

Fig 42-Carte de synthèse de la mécatronique en Ile de France



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

3- Focus Grand Paris Seine & Oise

Une tradition industrielle avec une présence à la fois de grands établissements et de PME.

Avec 26 établissements de la mécatronique et 1 100 salariés, le territoire de GPS&O est un des principaux territoires mécatroniques de l'Île-de-France.

Fig 43- Chiffres clés de la mécatronique sur le territoire de GPS&O

CHIFFRES CLÉS DE LA MÉCATRONIQUE



26

Établissements impliqués dans la mécatronique sur le territoire

dont **5** de plus de 100 salariés



1 100

Salariés de ces établissements



2,2 milliards d'€

Le chiffre d'affaires réalisé par ces entreprises



0,63 milliards d'€

La valeur ajoutée de ces entreprises



1,4 milliards d'€

La valeur totale des exportations de ces entreprises



63 %

Le taux d'exportation apparent

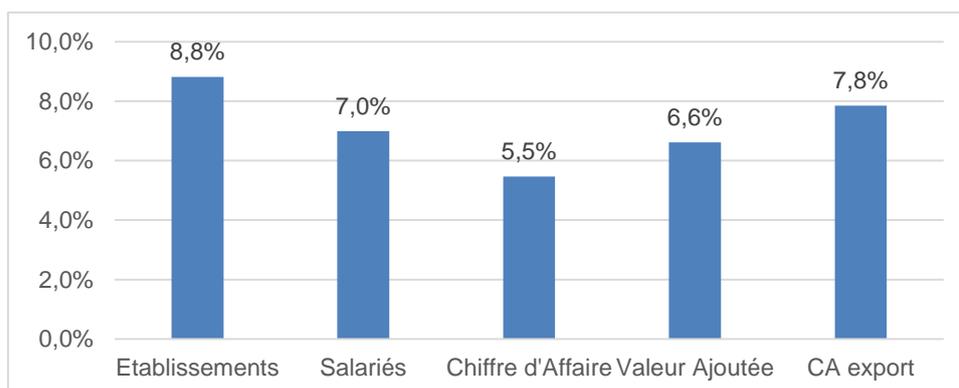
Source IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015, réalisé avec le site infogram

Le poids de GPS&O dans la mécatronique francilienne

GPS&O accueille près de 9% des établissements employant 7% des salariés franciliens de la mécatronique. Parmi ces établissements, 5 emploient 100 salariés ou plus soit 11% des grands établissements mécatroniques franciliens.

Ces établissements réalisent un CA estimé qui ne représente que 5,5% du total francilien et 6,6% de la VA mécatronique francilienne. Toujours selon notre estimation, ils représentent près de 8% du chiffre d'affaire à l'exportation de la mécatronique régionale.

Fig 44-GPS&O en Ile-de-France



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

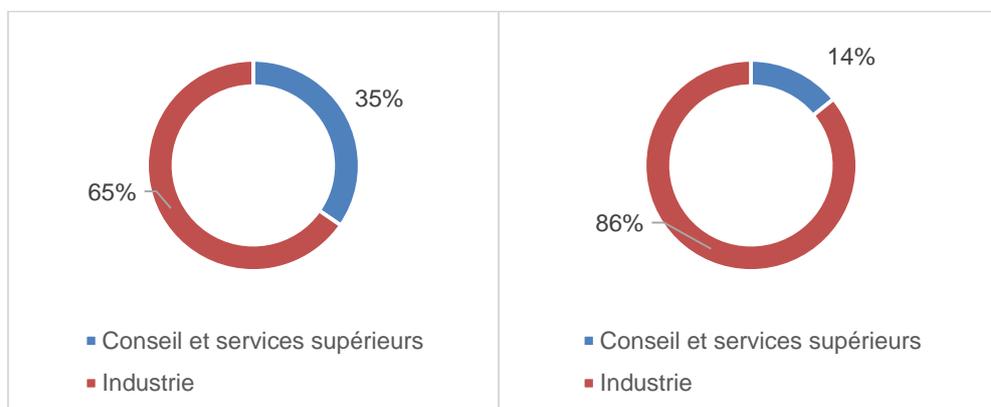
La plus grosse part du CA et surtout des exportations de la mécatronique sont le fait de quelques grands groupes. Les exportations sont en effet presque exclusivement à mettre au crédit de trois entreprises qui assurent à elles seules 78% du CA export estimé pour la mécatronique sur GPS&O.

Il s'agit surtout de deux grands groupes de la catégorie des donneurs d'ordres intégrateurs : Safran Helicopter Engines à Buchelay et Faurecia systèmes d'échappement qui dispose d'une petite unité au sein du site PSA de Poissy qui réalisent l'essentiel des exportations. Ces deux entreprises réalisent aussi une part importante de leur chiffre d'affaire à l'exportation avec des taux respectifs de 76% et 58%. Par ailleurs, la société BIA qui conçoit et fabrique de l'instrumentation scientifique et technique à Conflans St Honorine est fortement exportatrice avec 72% de son CA à l'export.

Une forte spécificité productive

Grand territoire de tradition industrielle, les entreprises mécatroniciennes du territoire ont une forte composante productive, y compris plusieurs bureaux d'études qui intègrent des activités de production. Ce sont ainsi 86% des effectifs des établissements de GPS&O qui relèvent de l'industrie contre seulement 54% au niveau régional (voir p. 24).

Fig 45-Profil du territoire par grand domaine d'activité selon les codes d'activité des établissements. (Nombre d'établissements à G. poids des effectifs à D.)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Des grands établissements plus présents...

On compte 5 établissements de 100 salariés et plus dont 4 sont issus de grands groupes ou d'ETI. A eux seuls ces 5 établissements concentrent 63% des effectifs mécatroniques du territoire ce qui représente un poids particulièrement élevé par rapport à la moyenne régionale.

Fig 46-Les principaux acteurs de la mécatronique présents sur le territoire (établissements de plus de 100 sal)

	Salariés	Commune	Taille de l'entreprise	nationalité	Position
Safran Helicopter engines	300	Buchelay	Grand groupe	France	Donneur d'ordres intégrateur
Adient seating (spin off de Johnson controls)	100	Rosny sur Seine	Grand groupe	USA	Donneur d'ordres intégrateur
France Sulzer pompes	100	Buchelay	Grand groupe	Suisse	Fournisseur d'équipements
Cimlec Industries (groupe Gorgé)	100	Les Mureaux	ETI	France	Fournisseur d'équipements
EMC	100	Achères	PME	France	Bureau d'étude technologique

Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

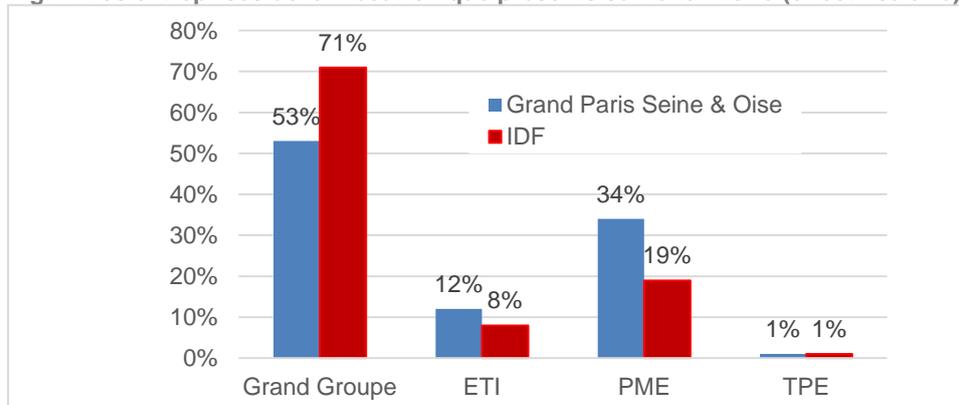
La plupart de ces grands établissements ont un caractère industriel marqué : Safran Helicopter Engines à Buchelay, Faurecia Systèmes d'échappement à Poissy, Adient Seating sont respectivement fournisseurs de l'industrie aéronautique et de l'industrie automobile.

Sulzer Pompes à Buchelay a développé une de ses principales unités de production du groupe. Le « centre d'excellence » y conçoit les pompes multiphases pour l'ensemble du groupe. Le siège de Cimlec Industries au Mureaux qui conçoit et réalise pour ses clients des systèmes d'automatisme et de robotique industrielle clé en main et en assure la maintenance. Le site abrite aussi les activités franciliennes du groupe. EMC de son côté est un bureau d'études technologiques localisé à Achères.

...Et pourtant une présence plus marquée des PME

Si GPSO abrite relativement plus de grands établissements, paradoxalement le poids des grands groupes dans l'emploi salarié est inférieur de 20 points à la moyenne régionale. Cela est dû à la présence de grands établissements relevant d'ETI et de PME. Le poids de ces dernières est presque deux fois plus important au sein de GPS&O que dans la moyenne régionale. Les établissements issus de PME sont en effet à la fois plus présents (46% contre 40%) et en moyenne plus gros que la moyenne francilienne (30 salariés contre 25 en IDF). Cette dernière caractéristique est aussi vraie pour les ETI du territoire (64 salariés contre 48 en moyenne).

Fig 47-Les entreprises de la mécatronique présents sur le territoire (effectif salarié)

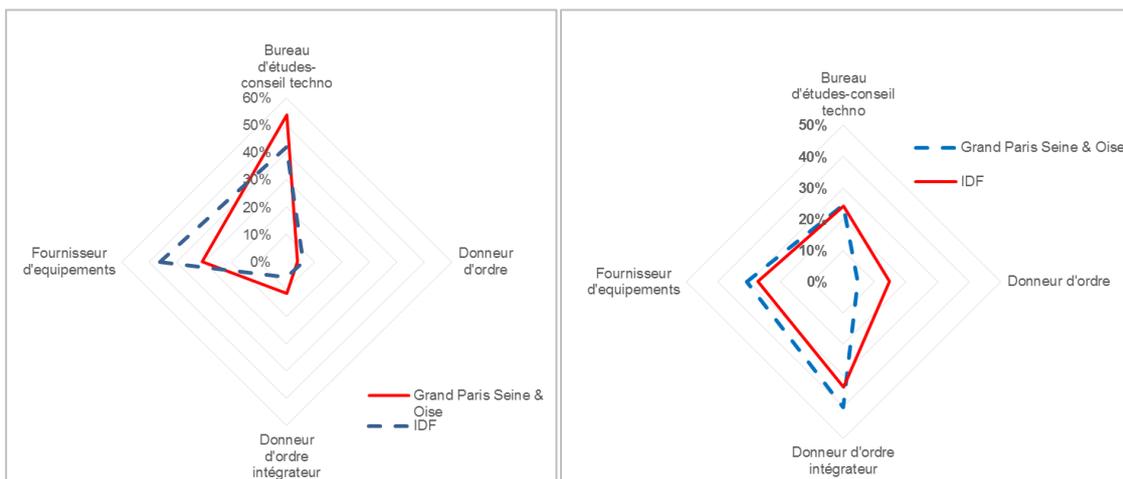


Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Un profil équilibré et diversifié en termes de type d'acteurs

GPS&O apparaît comme un territoire relativement équilibré si l'on considère le type d'entreprises impliqués dans la mécatronique. S'il accueille proportionnellement plus d'établissements de bureaux d'études (à gauche), ces établissements sont de relativement plus petite taille. Au final la répartition des effectifs par type d'acteurs fait ressortir un profil très proche de la moyenne régionale, avec une légère spécificité dans la catégorie des fournisseurs et des donneurs d'ordre intégrateurs. Il est un des quelques territoires franciliens à abriter toutes les catégories d'acteurs de la chaîne de valeur mécatronique.

Fig 48-Profil du territoire par type d'acteurs en nombre d'établissements (à G.) et en effectifs (à D.)



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Un pôle universitaire dédié à la mécatronique

GPS&O accueille une partie de l'institut des sciences et techniques des Yvelines (Isty), qui est l'école d'ingénieurs de l'Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines. Le site de Mantes la Jolie accueille notamment la troisième année de la seule formation d'ingénieur francilienne totalement dédiée à la mécatronique.

Par ailleurs, l'IUT de Mantes en Yvelines propose une formation bac+3 de type licence professionnelles en mécatronique et robotique en apprentissage¹⁹.

Deux centres de R&D privés ont une composante mécatronique :

Safran Helicopter Engines a développé sur son site de production de Buchelay un centre d'excellence pour des activités de conception et de définition des équipements hydromécaniques pour turbomoteurs.

De son côté le suisse Sulzer pompes a développé son centre d'excellence en pompes multiphasés sur son site de production à Buchelay.

Une ambition du territoire pour la mécatronique

Sous l'initiative de l'Isty et de l'IUT de Mantes, un projet de relance de la plate-forme technologique (PFT) mécatronique est à l'étude avec un site physique localisée dans la ville de Mantes la Jolie. Il s'agira de recentrer ses activités sur son cœur de métier à savoir le transfert de technologie et la valorisation des compétences des enseignants des structures associées.

Parmi les orientations possibles de cette nouvelle plate-forme figure le biomédical avec la motricité et la mobilité en général avec l'automobile et l'aérospatial.

¹⁹ Source ONISEP

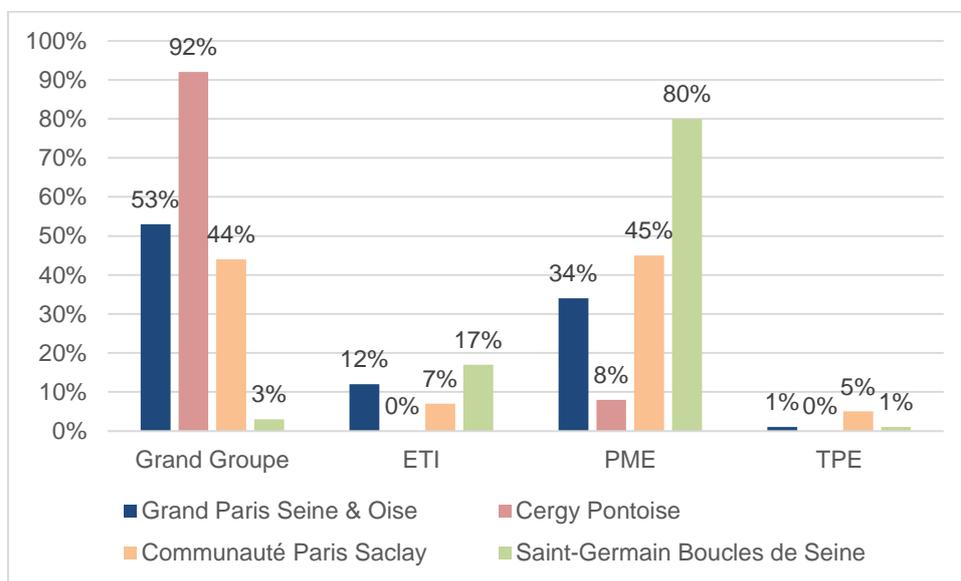
GPS&O par rapport à ses voisins :

L'agglomération de Cergy présente un profil montrant une forte présence des donneurs d'ordre et une densité relative de centres de recherche publique. Les établissements de la mécanique y sont en moyenne de plus grande taille qu'à GPS&O avec une forte représentation de sièges, là où GPS&O accueille un profil productif plus marqué.

L'agglomération Saint Germain Boucle de Seine (SGBS) : Un profil de petites unités de productions avec peu de grands groupes et peu de grands établissements. Les PME y sont surreprésentées en effectifs. L'agglomération accueille un incubateur/pépinière sans équivalent dans l'Ouest parisien.

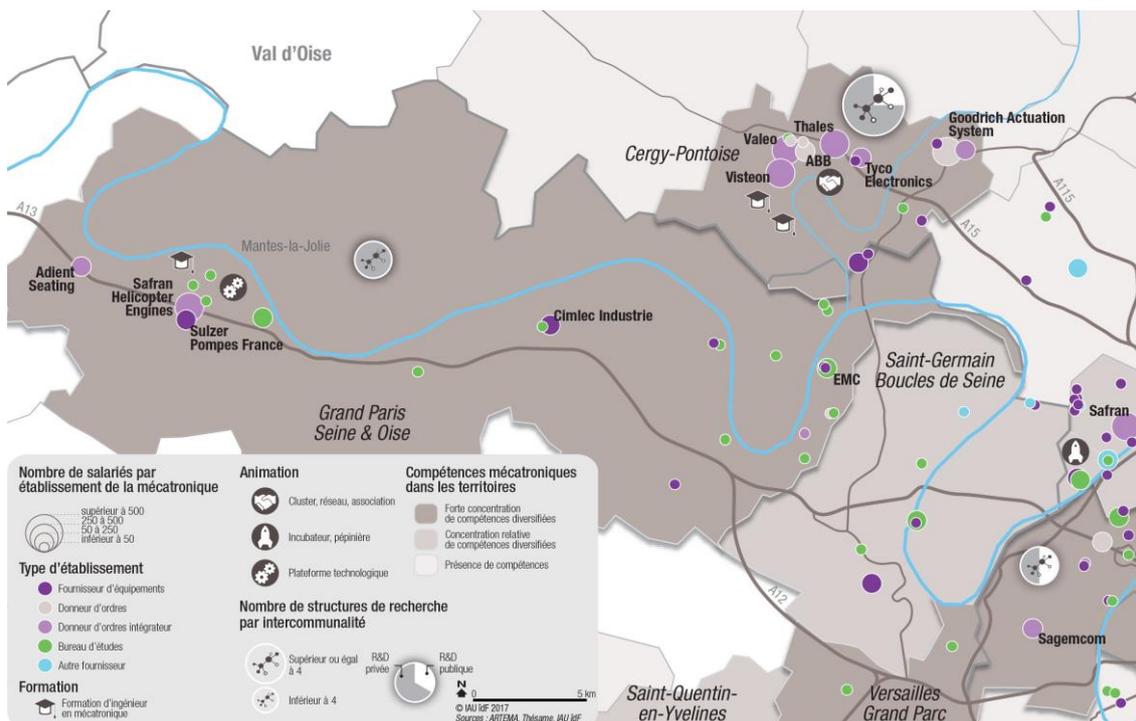
L'agglomération de Saclay : Une structure de taille d'entreprises relativement proche de celle de GPS&O mais des entreprises au profil technologique plus marqué à côté de la très forte présence de la recherche publique et privée. Toujours sur le thème de la mécanique, les grands groupes sont légèrement moins représentés qu'à GPS&O avec pour contrepartie une plus forte présence des PME et surtout des TPE à composante technologique marquée.

Fig 49-Répartition comparée des effectifs salariés par taille d'entreprises de la mécanique entre GPS&O et 3 intercommunalités voisines



Source : IAU-IDF, BASE DE DONNÉES 2015

Fig 50- Caractérisation de la mécatronique sur le territoire de GPS&O



Conclusion et recommandations pour GPS&O

GPS&O est un des rares territoires franciliens à abriter une telle diversité d'acteurs impliqués dans la mécatronique :

- 26 établissements d'entreprises employant plus de 1 000 salariés, avec tous les types d'acteurs formant la colonne vertébrale d'un cluster mécatronique : donneurs d'ordres intégrateurs, fournisseurs d'équipements, bureaux d'études.

- La seule formation d'ingénieur totalement dédiée à la mécatronique en Ile-de-France, ainsi qu'une autre formation proposant une option en mécatronique.

- Deux établissements industriels abritant des activités de R&D sur le thème de la mécatronique.

- Une structure d'animation locale sous la forme d'une plate-forme technologique chargée du transfert technologique.

Il présente cependant une relative faiblesse au niveau de la recherche académique, notamment vis-à-vis de territoires voisins fortement dotés comme Saclay ou Cergy. Un rapprochement avec ce dernier territoire ferait sens alors qu'ils sont très proches géographiquement et que la mécatronique y est présente aussi à travers des formations. Cependant, l'IUT de Mantes et L'Isty sont liés à l'Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines elle-même composante de l'université Paris Saclay, ce qui place GPS&O dans l'orbite de Saclay sur le thème de la recherche.

Cette concentration et grande diversité de type d'acteur est propice à la constitution d'un écosystème territorial qui serait idéalement le relais d'un réseau d'échelle régionale.

Enfin, et ce n'est pas là le moindre de ses atouts, les acteurs publics et académiques ont inscrit la mécatronique parmi leurs priorités et constituent autant de forces motrices pour aboutir à un projet local.

Ce projet local doit s'appuyer sur les spécificités du territoire qui se caractérise par une part importante des activités productives et des compétences technologiques plus que de recherche académique. C'est donc un positionnement plus proche du marché et des PME qu'il faut rechercher en complémentarité des offres de Saclay et Cergy plus axées sur la recherche fondamentale et de ce fait plus accessible aux grands groupes ou aux entreprises de haute technologie.

Par ailleurs, la proximité avec l'agglomération de Saint germain Boucle de Seine (SGBS) qui abrite à Bezons le pôle mécatronique et son incubateur/pépinière peut être une opportunité de mutualiser cet équipement et d'en partager les retombées économiques.

En effet, GPSO dispose d'une offre foncière plus abondante et meilleure marché que le territoire de la SGBS. Ces deux territoires auraient avantage à travailler ensemble pour favoriser un parcours résidentiel des entreprises actuellement incubées ou abritées au sein de la pépinière vers le territoire de GPS&O dès lors que ces dernières développent des activités de nature industrielles nécessitant des espaces plus conséquents.

Ce rapprochement et mutualisation de moyens ferait d'autant plus sens que ces territoires se trouvent au sein du même bassin emploi formation dont la Région veut faire la base de son action économique et de formation sur le territoire francilien, comme indiqué dans sa SRDEII votée en décembre 2016.



Le dynamiste des acteurs locaux, un des meilleur atout pour le territoire de GPS&O

Crédit photo BaSoH ; IAU-IDF ; Caroline Doutré

Quatrième partie : Benchmark et recommandations

1- Benchmark de deux autres clusters

Thésame localisé en Savoie, est un centre de ressources en mécatronique/robotique, performance industrielle et management de l'innovation²⁰. Il est considéré comme le cluster de référence en mécatronique en France. Sa renommée et son ancienneté en font un acteur incontournable avec lequel il est nécessaire de s'articuler. C'est notamment le cas pour son site internet, outil de communication présenté comme étant au service de la filière nationale qui valorise principalement les actions et les acteurs de la région Rhône Alpes Auvergne. Par ailleurs, les actions de Thésame ont fortement contribué à dynamiser les acteurs industriels locaux de la mécatronique, ce qui constitue un exemple dont pourrait s'inspirer un éventuel cluster mécatronique francilien d'envergure régionale.

Chiffres clés :

Structure juridique : création en 1985, association loi 1901 activité soumise à TVA et impôt sociétés

Budget : 2,7 M€ (dont 2M€ subventions d'exploitation et 0,6M€ vente services)

Effectif : 19 personnes dont 10 chefs de projets, chargés d'affaires et directeurs techniques (charges de personnel salaires et charges sociales : 1,3 M€)

Nombre d'adhérents : 250 et au total plus de 2 500 entreprises associées.

Adhésion : 410€ TTC, JEI : gratuit, <10 sal, université et écoles : 115€.

Financiers : Les financeurs de Thésame sont le Conseil Régional par subvention et au travers d'une redistribution des subventions régionales à destination des entreprises par le biais des actions de formation et actions collectives qu'assure Thésame. La Communauté d'agglomération d'Annecy participe au financement. L'union européenne apporte des financements dans le cadre des projets de recherche (Interreg et H2020).

Trois axes d'action de Thésame :

Diffusion : activités de club réseau et cluster (Informer, mettre en relation), manifestations, médias.

R&D : Recherche interne, veille, projets de pôles (FUI), recherche externe (laboratoires)

Formation/action : accompagner PME et grands groupes dans la gestion de leurs projets d'innovation industrielle, organisationnelle et technologique, transfert technologique.

Quelques actions remarquables détaillées :

Organisation et animation de clubs thématiques, (couplage entre technique et organisation)

Différents clubs sont organisés au sein de Thésame sur plusieurs thématiques, avec pour objectifs le partage d'expériences et de bonnes pratiques :

-Club PLM dédié à la gestion du cycle de vie qui mêle industriels et acteurs de la recherche qui se réunit 4 fois par an.

- Club des DIS : le réseau des Dirigeants Innovation & Stratégie qui rassemble depuis 10 ans 80 membres. Le club des DIS favorise les rencontres et une réflexion commune sur les outils et méthodes de la conduite de l'innovation dans les entreprises.

-Peak'Net favorise la mise en réseau des entreprises, la valorisation des bonnes pratiques et de la recherche, pour les entreprises, pour promouvoir les relations collaboratives client/fournisseur.

Ces clubs ont pour origine des demandes des entreprises ou initiés par Thésame. Peak'Net donne par ailleurs lieu à un programme de recherche (Peak'Lab voir plus loin).

20 Un autre réseau français autour de la mécatronique existe en France dont nous ne détaillerons pas les actions ici : Réseau mécatronique Languedoc Roussillon, <http://mecatronique-lr.org>

Organisation de salons avec pour objectifs la mise en relation entre donneurs d'ordre /sous-traitants ou partenaires potentiels, la promotion des partenaires du réseau, se faire connaître des adhérents potentiels, disséminer des connaissances.

-EMM rencontre européenne de mécatronique qui se tient chaque année dans une ville française différente. La version 2016 se tenait à Lyon et portait plus particulièrement sur l'internet des objets. Produit propre à Thésame parfois en collaborations.

-Salon régional progiciels : 80 exposants, 2 500 visiteurs, 21^e édition en 2017, produit propre à Thésame

Le réseau propose aussi une Bourse de l'emploi qui permet de renforcer la communauté et le bassin d'emploi mécatronique régional en le rendant plus visible.

De même il propose des outils de veille dont la diffusion d'un journal d'information technologique des Pays de Savoie qui offre aussi une fenêtre de promotion aux acteurs du réseau.

Il anime aussi un site internet dédié à la mécatronique qui se veut le site de référence français sur ce domaine : www.mecatronique.fr . Ce site offre une vue sur l'actualité et les acteurs de la mécatronique. Cependant il apparaît qu'il souffre d'un fort tropisme local.

Actions d'accompagnement des PME (actions à forte composante méthodologiques et organisationnelles)

Thésame est aussi un opérateur de terrain qui pilote plusieurs programmes du plan PME de la région Rhône Alpes Auvergne, notamment ceux ayant trait à l'innovation.

Ces programmes payants pour les entreprises bénéficient d'importants financements régionaux pouvant couvrir jusqu'à 80% du coût total de la prestation :

Performance PME, Innovation PME, stratégie PME, Excellence organisationnelle, Appic (Améliorer le Processus Participatif d'Innovation et de Conception), PRAXIS : conception collaborative Clients / Fournisseurs (volet mise en œuvre des résultats), eco innovation PME, programme performance agile, SI PME (systèmes d'information PME)

Avec la création de la nouvelle Région RAA, Thésame prévoit de créer des relais en Auvergne, en s'appuyant sur des structures locales par partenariat, ceci afin d'être accessible aux petites PME de la Région.

Organisation de programmes de recherche

L'organisation de programmes de recherche pratiques relatifs au management de l'innovation et à la collaboration en partenariat avec des laboratoires publics.

-PRAXIS : conception collaborative Clients / Fournisseurs (volet recherche), clos mais

-Peak'lab : (achats collaboratifs) financement mixte industriel (50%). En partenariat avec des centres de recherche publics comme l'IAE pour la partie gestion du programme peak'lab et le cluster Elance (santé et qualité de vie au travail) qui collabore à ce même projet peak sur les aspects managériaux.

Relations avec autres organismes :

Thésame travaille en étroite collaboration avec divers partenaires régionaux, en premier lieu le pôle de compétitivité Mont Blanc Industries (ex Arve industrie), dont Thésame assure l'hébergement dans ses locaux. Il travaille avec les différentes plates formes technologiques présentes sur le territoire, dont celle du CETIM, qui interviennent notamment dans certaines actions collectives via leurs experts. Ces plates-formes sont aussi autant de relais d'information à la prospection de nouveaux adhérents.

Il a aussi développé des liens avec l'Université de Savoie avec laquelle, ainsi qu'avec le CETIM, il a appuyé la création du campus de la mécatronique à Annecy-le-Vieux. Depuis 2013, le campus accueille la Maison de la Mécatronique qui héberge deux laboratoires : le SYMME de l'université de Savoie (Polytech) et le LAPP, unité mixte de recherche CNRS/université de Savoie, ce qui permet aux chercheurs de mieux collaborer avec les entreprises.

Perspectives de thésame

Thésame capitalise sur sa bonne implantation et évolue en développant de nouvelles thématiques en liens avec la mécatronique comme une action mécatronique-robotique à l'origine de la labellisation d'un cluster « coboteam » par la Région en 2015. Il a aussi créé un pôle interne cyber-mécatronique pour mettre en réseau les personnes, produits et moyens de production du futur. Pour cela Thésame recense et qualifie les compétences et savoir-faire régionaux.

Optics Valley un cluster francilien thématique reconnu internationalement et bien ancré dans le territoire. Il est la grappe d'entreprises franciliennes de l'instrumentation à cœur optique. Optics Valley est emblématique d'un cluster thématique à vocation industriel autour d'une technologie, qui a su se positionner au niveau national et international et animer les acteurs franciliens.

Principal cluster de l'optique en France, il rassemble 40% des entreprises de l'optique françaises avec un rayonnement national parmi ses adhérents.

Chiffres clés : 2015

Budget : 1,4 M€ par an dont 1M€ masse salariale et cotisations sociales

Ressources :

- Subventions d'exploitation 1,2M€ : UE, Etat, Région IDF, CD91, CAPS, CCI 91
- CA prestations de services : 113 000 €
- Cotisations membres : 90 000 €

Effectif : 10 ETP en moyenne

Nombre d'adhérents : 221

Activités

Animation du cluster

Organisation d'événementiels (journée Optics valley, séminaires marchés, matinales...), de colloques spécialisés sur le thème de technologies utiles pour les membres du réseau, services de veille technologique, offre de visibilité aux membres du réseau à travers l'annuaire et le site internet.

Par ailleurs, le réseau rencontre les entreprises de la filière, adhérentes ou non (152 visites en 2015). Il accompagne ses adhérents au travers des visites de diagnostics personnalisées avec à la clé des accompagnements dans le domaine du recrutement, de leur développement ou de leur financement. Le réseau accompagne ses membres dans le montage de projets de R&D et a entamé une démarche auprès de SATT franciliennes pour valoriser les technologies développées par les laboratoires publics franciliens au cours d'un AMI.

Le réseau dialogue aussi avec des clusters homologues étrangers avec à la clé des rencontres entre membres.

Dynamisation de la filière photonique

Optics Valley s'implique dans les projets collaboratifs européens et les projets inter-clusters européens de la photonique.

Ancrage territorial

Optics Valley a développé et gère un site emploi job-hightech (diffusion de 5 942 offres d'emploi et 2 634 nouveaux cv déposés en 2015) qui permet la mise en relation entre candidats qualifiés et employeurs. Il participe par ailleurs à des manifestations RH et salons. Optics Valley souhaite étendre ce site à un public plus large.

Optics Valley s'implique dans les projets locaux comme la création d'un living lab handicap et participation sociale en lien avec l'agence pour l'économie en Essonne ou encore a participé aux réflexions sur la création d'un pôle drones sur la zone de Brétigny. Il participe par ailleurs à des actions de sensibilisation de PME locales aux technologies de la photonique.

Offre de services : Colloques, y compris payants pour favoriser la mise en relation entre membres et marchés applicatifs, bulletin de veille technologique (3 par an), coopération avec d'autres réseaux français (la route des lasers en Aquitaine)

2- AFOM de la mécatronique francilienne

Atouts	Faiblesse
<ul style="list-style-type: none"> -Fortes compétences régionales industrielles en mécanique et en informatique -Forte présence de l'économie numérique, première région française -Atout générique de la French tech -Présence de grands constructeurs automobiles et aéronautiques et de leurs équipementiers qui sont les donneurs d'ordre des fournisseurs d'équipements mécatroniques -Tissu de fournisseurs mécatronique -Une recherche de classe mondiale dans les domaines critiques de la mécatronique -Des compétences d'ingénieurs systèmes reconnues mondialement 	<ul style="list-style-type: none"> -Un manque de visibilité des acteurs entre eux et au niveau international -Manque de structuration des acteurs dans ce domaine. Les structures existantes sont à la fois trop fractionnées au sein de différents territoires franciliens (d'où manque de visibilité globale de la région et dispersion de moyens) et en perte de vitesse voire en difficulté financière. -Un manque d'objectifs, de vision d'ensemble et de dynamique commune pour les acteurs franciliens
Opportunités	Menaces/enjeux
<ul style="list-style-type: none"> -S'appuyer sur les marchés émergents de la mécatronique pour en conforter le développement et favoriser son intégration par les entreprises. -S'appuyer sur les domaines en forte dynamique pour laquelle l'IDF a des atouts : robotique, objets connectés, véhicule électrique, santé...et le numérique en général -Aider la montée en gamme des PME industrielles 	<ul style="list-style-type: none"> -Désindustrialisation de l'IDF avec le délitement de son tissu de PME industrielles -Enjeu de redynamisation du tissu mécatronique existant et de mener les PME vers la mécatronique -Mieux connecter les PME à la recherche, sur des modalités courtes et des sujets plus pratiques -Mieux profiter des appels à projets de l'UE dans le cadre de l'horizon 2020 sur les domaines comme les objets connectés -Risque de contre références pour les PME du fait de mauvaises conceptions qui peut nuire à la diffusion de la mécatronique, importance de l'accompagnement.

3- Recommandations

La mécatronique de par sa nature, à l'interface de plusieurs domaines qui ont peu l'habitude de travailler ensemble, nécessite des compétences de mises en relation, une vision système (ingénieur système), et d'intégrer de nouvelles dimensions cyber.

De ce fait, un des premiers besoins des acteurs est la visibilité pour eux-mêmes et le besoin de connaître leurs confrères et partenaires potentiels.

A ce titre, la première action qui émerge des divers entretiens est le souhait de la mise en place d'une **structure d'animation régionale ayant pour thème la mécatronique**. Cela répond d'ailleurs au dernier point de l'objectif 4.2 de la SRDEII régionale adoptée en décembre 2016.

Plutôt que de créer une nouvelle structure, elle pourrait éventuellement s'intégrer à un ensemble plus vaste dédié à l'**industrie du futur**, ce qui permettrait d'y intégrer un plus large panel de membres et de mettre en relation des univers différents mais potentiellement complémentaires.

Une structure régionale d'animation :

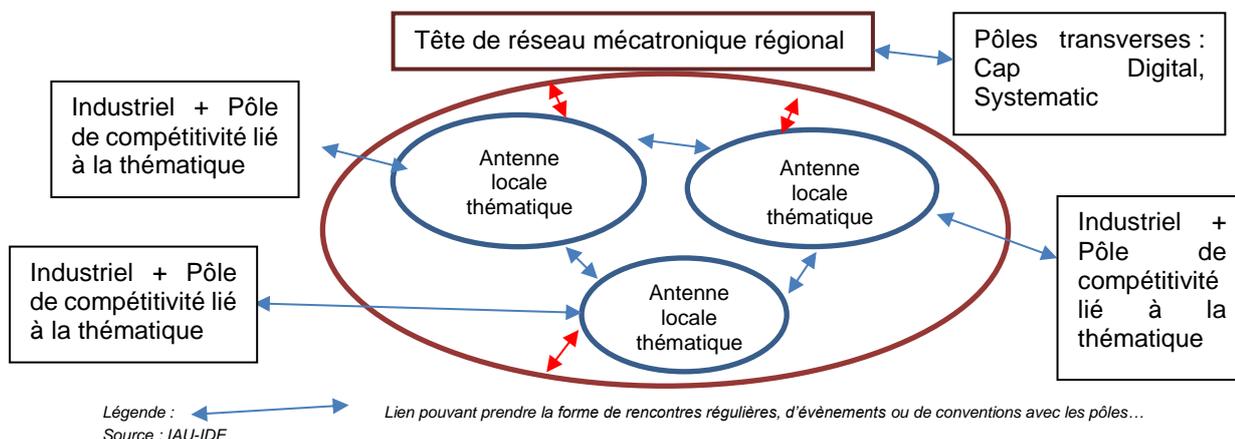
Le premier travail d'une telle structure d'animation sera de rassembler les acteurs existants jouant un rôle local d'animation et identifiés dans cette étude autour d'une vision et d'un projet régional commun. Il s'agira aussi de repérer et soutenir d'autres initiatives territoriales qui pourraient émerger sur des territoires identifiés par cette étude comme disposant de potentiels.

Le rôle de ces structures serait notamment d'accompagner les acteurs industriels actifs dans la mécatronique pour les aider à franchir une nouvelle étape vers la cyber mécatronique ou la mécatronique connectée. Il serait aussi de repérer puis permettre aux entreprises susceptibles de se lancer dans une démarche mécatronique qui n'ont pas encore intégré cette technologie de rattraper leur retard en les amenant au même stade de développement que les plus avancées.

La structure régionale n'aura pas vocation à se substituer aux initiatives locales existantes décrites p37 de cette étude. Celles-ci répondent aussi au besoin de proximité des PME. Son rôle sera de les coordonner, les structurer et renforcer leurs synergies, en favorisant leur différenciation par des approches marchés. La bonne échelle locale semble être à minima celle des bassins d'emplois tels que définis dans la SRDEII, dans son objectif 4.1.

Le schéma ci-dessous illustre le principe de mise en place d'un réseau mécatronique régional. Celui-ci s'appuierait sur une tête de réseau et des antennes locales (nombre non limitatif) assurant un rôle d'animation à l'échelle locale mais aussi à l'échelle régionale pour des marchés cibles, en lien avec les filières prioritaires régionales. Chaque antenne locale serait correspondante d'un pôle de compétitivité référent dans le domaine et portées par un ou plusieurs industriels du domaine. Chaque tête de réseau serait idéalement soutenue par un ou plusieurs acteurs industriels moteurs et financeurs. Les pôles du numérique Cap Digital et Systematic seraient en lien avec le niveau supérieur du réseau car totalement transversaux. Ce niveau supérieur jouant le rôle d'animation régionale, de portail, d'animation Trans thématique... Les structures existantes telles que le pôle mécatronique de bezons, le cluster Défi Mécatronic, la plate-forme du Mantois ont vocation à former ces antennes locales.

Fig 51- Schéma de principe de la structuration d'un réseau mécatronique francilien



Gouvernance du réseau régional :

Afin de maintenir une continuité dans les objectifs de cette structure Il semble important de faire participer l'ensemble des acteurs concernés, ce qui se matérialiserait notamment par la création de plusieurs collèges :

- Entreprises dont un collège spécifique PME/TPE en veillant à un bon équilibre des représentations
- Enseignement supérieur recherche
- Structures de soutien : plates-formes techno, transferts techno, incubateurs...

Les relations avec les Pôles de compétitivité peuvent de leur côté passer par des accords de partenariat.

Enfin, toujours en tenant compte des expériences d'autres réseaux, il est important de conserver une même proportionnalité de représentants tout au long de la montée en gamme du réseau et de la progression du nombre d'adhérents.

Les services proposés par ce réseau, les besoins identifiés par les acteurs :

Selon les entretiens menés et les conclusions du rapport d'activité Genesics2 sur la mécatronique, on peut identifier divers services que pourrait proposer le réseau.

Il est cependant important de veiller à monter en charge progressivement dans la complexité de l'offre, en fonction des capacités de la structure à les mettre en place et de l'intérêt des membres.

Visibilité à différentes échelles

- Besoin de visibilité pour l'ensemble des acteurs franciliens vis-à-vis de l'extérieur,
- besoin de visibilité entre acteurs partenaires potentiels,
- besoin de visibilité pour chaque acteur sur son offre et ses compétences,
- pouvoir identifier les structures facilitant les transferts de technologie,
- pouvoir identifier les laboratoires de recherche publique pouvant les aider dans leur démarche d'innovation.

Mise en relation

- Faciliter la mise en relation entre entreprises : Aider à trouver des fournisseurs et partenaires,
- faciliter la mise en relation avec les laboratoires de recherche et accompagner la PME dans sa contractualisation,
- favoriser la mise en relation entre entreprises et salariés potentiels.

Besoin d'informations qualifiées

- Sur des questions technologiques,
- sur des questions managériales et organisationnelles,
- difficulté à lire l'offre de services et d'aides des différents niveaux de collectivité qui se chevauchent parfois tant au niveau régional que territorial, national ou européen,
- sur les appels à projets régionaux et nationaux,
- sur les programmes de recherche des pôles, nationaux ou européens auxquels l'entreprise pourrait participer.

Les outils et actions pouvant être mis en œuvres par ce réseau

Il est essentiel de mettre en place rapidement un site internet incluant un annuaire des membres (description de l'activité, des compétences, mots clés), qui leur permette de se connaître entre eux, mais aussi de promouvoir leurs compétences en France et à l'international. Ce site doit notamment offrir une fonctionnalité permettant de trouver un partenaire potentiel via ses compétences, produits, services, etc.

Il pourrait aussi proposer un référencement des sites internet des adhérents ainsi que des portraits réguliers de membres du réseau et de l'actualité les concernant via une newsletter.

Plusieurs autres actions pourraient être initiées selon les interlocuteurs rencontrés dans cette étude :

-Organisation d'une rencontre annuelle des membres du réseau régional. Proposer au long de l'année des rencontres thématiques et territoriales, et des forums. A ce titre, l'évaluation du programme Genesics2 (voir annexe VI) indique que pour 83% des participants aux 10 forums organisés pendant la durée du programme et qui ont répondu au questionnaire, 82% indiquaient avoir pu rencontrer des partenaires potentiels et 20% avoir conclu un partenariat. Ces taux sont plus élevés encore pour les entreprises ayant fait une présentation à l'occasion des forums.

-Mise en place d'actions collectives de participation à des salons voire de délégations.

-Proposer des actions de formation à destination des PME avec aussi des modules courts sur mesure afin d'être plus réactifs vis-à-vis des besoins de celles-ci.

-Actions d'expertises : accompagner les entreprises sur des problématiques pratiques, sur le mode de la contractualisation au temps passé, en s'appuyant sur les compétences de l'écosystème francilien (académiques, structures de transfert technologiques...).

-Favoriser l'intégration par les PME d'ingénieur système (en propre voire en ressource partagée...), en nouant des partenariats avec les écoles formant ce type de profil et facilitant la prise en stage ou en apprentissage de ces élèves au sein des entreprises du réseau.

-La mise en relation entre entreprises et salariés qualifiés pourrait s'appuyer sur le site existant job-hightech financé par la Région Ile-de-France et porté par le réseau Optics Valley, en y ajoutant une possibilité de recherche plus axée mécatronique. Optics Valley affiche de son côté une volonté d'ouverture de ce site à d'autres thématiques.

A l'image de Thésame, il est important que ce réseau ne soit pas figé et garde la capacité d'évoluer dans le temps en investissant de nouveaux champs à mesure des besoins de ses futurs adhérents.

Il semblerait aussi important que ce réseau se rapproche de Thésame pour mieux valoriser les acteurs et les actions franciliennes sur le site mecatronique.fr évoqué précédemment qui est bien connu des acteurs français et étrangers et qu'il ne semble donc pas opportun de dupliquer.

Autres outils/actions utiles au développement de la mécatronique

Les Incubateurs et pépinières

Les acteurs interviewés estiment majoritairement que les incubateurs sont utiles et à développer car encore trop peu nombreux en dehors de la zone dense mais aussi sur le thème de la mécatronique.

Faut-il rechercher un meilleur équilibre territorial alors que l'on ne compte qu'un seul incubateur mécatronique en dehors de Paris à Bezons ?

Ces espaces qui visent un public d'entreprises industrielles doivent offrir des espaces compatibles avec la production de prototypes et petites séries (ateliers offrant une résistance au sol et une hauteur adaptée notamment).

Pour favoriser le renouvellement du tissu industriel, les incubateurs et pépinières sont des outils reconnus. Cependant le coût de portage de telles structures est important et de moins en moins à la seule portée des collectivités, alors que le modèle économique repose essentiellement sur un financement public. Il semble ainsi nécessaire de mutualiser les coûts en les associant par exemple aux structures locales d'animation. On pourrait aussi imaginer adosser ces structures à des grands groupes industriels qui se placent de leur côté de plus en plus dans une démarche d'open innovation et recherchent les compétences de PME ou start-up qui développent des compétences dont ils ne disposent pas en propre.

Ces incubateurs ne doivent pas être conçus dans une vision trop étroite de leur thématique, et notamment s'ouvrir au numérique qui est la nouvelle dimension de l'industrie en général et de la mécatronique en particulier. Les PME traditionnelles doivent pouvoir rencontrer les entreprises du numérique, domaine qui est aussi un des points forts de l'IDF. Une approche par marché de ces incubateurs permettrait à la fois de trouver plus facilement les acteurs industriels sur lesquels s'adosser, mais aussi de sélectionner plus facilement les projets d'entreprises incubés en minimisant le risque de passer à côté de pépites.

La formation

Les formations en mécatronique relèvent encore souvent de l'ingénierie mécanique mais restent peu fréquente dans l'électronique et encore moins dans l'informatique. Développer des cursus joints entre deux disciplines (à l'image de ce que pratique Supméca avec l'ENSEA école d'électronique de Cergy) semble être une piste robuste pour mener les ingénieurs à aller plus facilement vers la mécatronique.

L'hybridation des formations doit ainsi être plus systématisée. Le monde de l'informatique doit être plus particulièrement visé car traditionnellement éloigné de la mécanique. On peut imaginer créer plus de passerelles entre formations via notamment le développement de pratiques de workshop et de projets pluridisciplinaires. L'Apprentissage est une formule particulièrement adaptée pour la mécatronique car elle mêle théorie et projets concrets, compatible avec cette notion de workshop.

D'une manière générale, la formation de profil d'ingénieurs systémiers répond aux besoins de la mécatronique et à la diversité croissante des compétences qu'il s'agit de mettre en synergie.

Autres attentes génériques des PME non spécifiques à la mécatronique :

Simplification administrative : Le tissu industriel est en très grande majorité formé de petites entreprises. Celles-ci ont peu de moyens et de temps à consacrer aux formalités : il y a une forte demande de simplification administrative à tous les niveaux.

Accès à la commande publique : Les PME souhaitent bénéficier d'une politique d'accès à la commande publique entreprises, par exemple par fractionnement de lots à leur portée. Cet accès facilité leur permettrait plus facilement de faire la « preuve du concept » et partant par la suite de faciliter leurs exportations.

Innovation : Les projets des entreprises de petite taille s'inscrivent dans un temps court et les formules proposées (CIFRE) ne correspondent pas toujours à leurs attentes. On constate un manque dans le panel d'offre de recherche à destination des PME. Celles-ci recherchent plus d'agilité, sans compter la question de l'accès au financement de l'innovation. Il existe une attente de cette catégorie d'entreprise pour bénéficier de conditions plus efficaces pour vraiment travailler avec les grandes écoles et IUT, sur des projets de court terme.

Financements : L'accès au financement est difficile auprès des banques pour les TPE, PME : peut-on imaginer un système de financement avec garanties sur quelques années par des collectivités (par exemple la Région) ?

Conclusion et perspectives

La mécatronique représente une avancée forte pour de nombreuses PME industrielles régionales ce qui leur a permis de répondre aux attentes de leurs donneurs d'ordres, tout en pérennisant et renforçant leurs activités.

Cependant, du fait de sa généralisation et du développement du numérique, la mécatronique est considérée par certains donneurs d'ordre comme un prérequis et n'est désormais plus suffisamment différenciante pour les acteurs industriels qui l'ont intégrée. Cela impose pour les entreprises régionales actives dans la mécatronique d'aller plus loin et de relever le défi de la « cybermécatronique » qui implique notamment une plus forte synergie avec les acteurs de l'informatique et des objets connectés dont l'écosystème francilien est particulièrement riche.

Cela pose aussi la question de l'accompagnement des autres acteurs industriels franciliens de la mécanique qui ne sont pas encore engagés dans la mécatronique et pour lesquels l'enjeu est encore plus important. Il s'agit en effet de les aider à franchir d'un coup plusieurs étapes technologiques et organisationnelles pour aller directement vers la cybermécatronique.

Cette montée en compétence des entreprises de la mécanique vers la mécatronique et la cybermécatronique constitue un élément clé de leur survie et de leur développement.

Cette montée en gamme se fait et se fera de plus en plus par la rencontre et l'association d'entreprises aux compétences différentes (mécaniques, électroniques, informatiques, objets connectés...) plutôt que par l'intégration au sein de chaque entreprise de ces diverses compétences requises.

Les compétences d'ingénieur système deviennent à ce titre indispensables pour les PME qui souhaitent se lancer dans ce type de démarche.

La constitution d'un réseau mécatronique régional prenant en compte cette nouvelle dimension répondrait au besoin des entreprises de diverses compétences de se connaître et de coopérer. Ce réseau régional permettrait non seulement d'apporter une visibilité entre les acteurs régionaux mais aussi d'attirer des acteurs potentiellement intéressés par cette démarche mécatronique.

Plusieurs territoires sont actifs sur ce thème et ont ou souhaitent inscrire la mécatronique dans leur agenda stratégique. D'autres territoires ont le potentiel pour le faire et pourrait servir d'autant de relais locaux à une action régionale en faveur de la mécatronique.

Alors que les technologies évoluent rapidement et que l'impact du numérique va grandissant au sein de divers branches de l'industrie, on peut se demander si la mise en place d'une politique économique régionale plus forte en faveur de la mécatronique ne devrait pas s'inscrire dans un ensemble plus vaste qui pourrait par exemple porter sur l'industrie du futur, dont la mécatronique a été identifiée comme l'une des composantes fortes.

Annexes

I- Méthodologie d'identification des établissements des entreprises de la mécanique francilienne

La mécanique ne peut pas être appréhendée par un ou plusieurs codes d'activité de la nomenclature d'activité française (codes NAF). Pour mener notre analyse nous avons dû constituer un fichier d'entreprises de la mécanique franciliennes à partir de différentes sources :

- Les établissements franciliens des adhérents à la fédération nationale des industries mécaniques (ARTEMA)
- Les adhérents au cluster Défi mécanique
- Des listes d'établissements fournies par les territoires membres du comité de pilotage, suivant leur appréciation sur la pratique de la mécanique par ces entreprises
- Une liste régionale des établissements de la mécanique fournie par le Comité mécanique d'Ile-de-France qui s'appuyait en partie sur une liste fournie par la CCI 77.
- La liste des entreprises du pôle Mov'eo actives dans le DAS mécanique en 2016
- Une liste d'établissements franciliens d'entreprises identifiés par l'IAU-IDF sur la base de mots clés avec l'aide du site C-Radar
- Une liste d'établissements identifiés par l'IAU-IDF issus d'entreprises ayant participé au salon industrie Paris 2016 et répertoriés sous le tag robotique

Au total, nous avons abouti à une liste d'environ 700 établissements d'entreprises, avec double compte soit 660 établissements hors double compte.

Le tableau ci-dessous indique le détail des contributions et le nombre d'établissements retenus par source d'origine.

Fig 1-Nombre d'établissements identifiés puis retenus par source d'origine

Source	Nombre d'établissement identifiés par la structure avec doubles comptes	Nombre d'établissements retenus après vérification avec double compte*	Taux de confirmation
ARTEMA	46	46	100%
Comité mécanique IDF (hors adhérents ARTEMA)	44	42	95%
Défi mécanique/CG 94	27	27	100%
GPS&O/EPAMSA	153	20	13%
SGBS/pôle mécanique de Bezons	20	18	90%
Essonne développement	19	18	95%
CEEVO	195	18	9%
Mov'EO	38	38	100%
IAU-IDF (C-Radar)	124	62	50%
IAU-IDF (Industrie Paris)	33	13	40%
IAU-IDF autres sources	7	7	100%
Total	706	309	43%

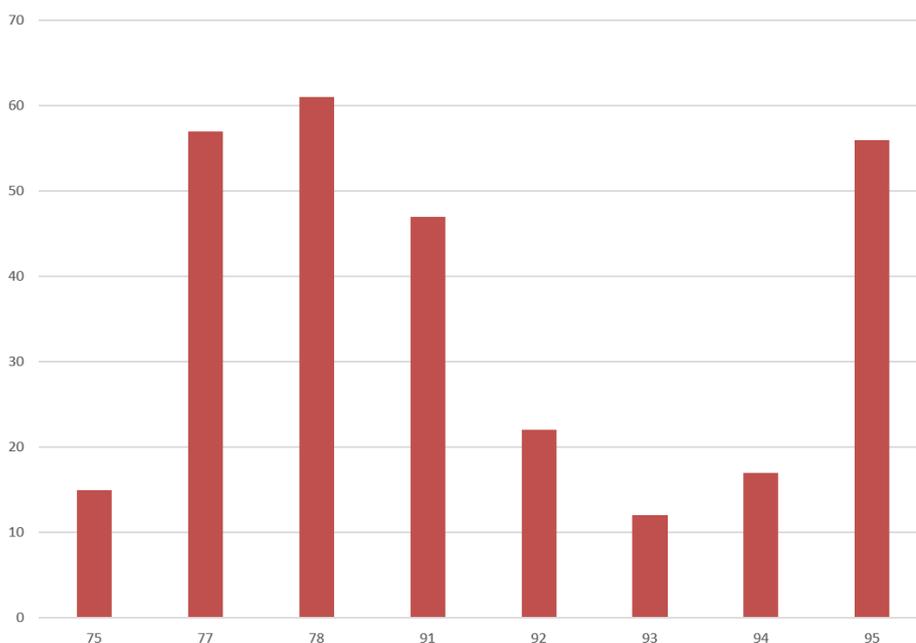
*Plusieurs sources peuvent avoir mentionné le même établissement, il est donc impossible de répartir exactement le nombre d'établissements retenus finaux sans double compte par source.

Nous avons ensuite procédé à une vérification systématique des établissements fournis par les partenaires territoriaux à partir des sites internet des entreprises. Le principal objectif était de valider leur activité dans la mécatronique (mot présent sur leur site) ou la forte probabilité d'une activité dans ce domaine (présence de mots clés pouvant définir la mécatronique comme « système embarqué », ou encore la conjonction de compétences mécaniques, électroniques et informatiques). Cela nous a aussi permis de placer les acteurs au sein des différentes catégories d'acteurs de la chaîne de valeur.

Cette dernière phase nous a permis d'écarter environ 400 établissements pour n'en conserver que 300 considérés comme ayant certainement ou probablement une activité mécatronique.

On constate ici que malgré une forte disproportion initiale dans la provenance géographique de la fourniture de données, le résultat est plus équilibré après vérification de notre part comme le montre le graphique ci-dessous. Certains départements comme les Yvelines ou le Val d'Oise apparaissent au final avec beaucoup plus d'établissements que ceux qui ont été retenus par nos soins à partir leur proposition propre. Pour ces départements par exemple, ce sont les sources non géographiques qui ont largement abondé le résultat final.

Fig 2- Répartition par Département des établissements retenus pour la mécatronique



Source : IAU-IDF

II- Méthodologie de « hiérarchisation » des territoires

La mécatronique est une démarche essentiellement coopérative. De ce fait elle est fortement corrélée à la possibilité de nouer des partenariats sur un territoire. Il nous a ainsi semblé que la seule présence d'effectifs salariés ou d'un nombre important d'établissements ne suffisait pas à remplir les conditions de la diffusion d'une culture mécatronique.

Nous avons donc décidé de bâtir un indicateur synthétique de type cumulatif permettant à la fois de rendre compte de l'effet de masse mais aussi de la diversité d'acteurs abrité par chacun des territoires analysés à l'échelle de l'EPCI.

Les critères pris en compte sont :

-Présence et nombre d'établissements mécatronique (un bonus est attribué pour les territoires abritant plus de 10 établissements, alors que l'on compte en moyenne 5 établissements sur les territoires d'EPCI accueillant des activités mécatroniques),

-Effectifs salariés de ces établissements avec un bonus pour les territoires accueillant plus de 300 salariés sur leur territoire (les 54 EPCI accueillant de la mécatronique comptent en moyenne 285 salariés avec de fortes disparités)

-variété de type d'acteur privé présent sur le territoire avec un bonus si le territoire bénéficie au moins de la présence simultanée de fournisseurs d'équipements, de bureaux d'études et de donneurs d'ordres intégrateurs

-présence et nombre d'unités de recherche publiques ou privées

-présence d'un laboratoire de recherche public directement centré sur la mécatronique

-Un point supplémentaire par multiple de 4 centres de R&D (on compte en moyenne 0,9 site de R&D par EPCI avec de très forts écarts, beaucoup de territoires sans R&D quelques territoires cumulant la R&D avec un maximum à Paris et à Saclay avec 11 entités chacun.

-Présence d'une formation liée à la mécatronique (16 en IDF)

-Présence d'une formation d'ingénieurs mécatronique sur le territoire (8 en IDF)

-Présence d'une structure d'appui d'échelle locale (les structures d'appui d'envergure régionale ou nationale sont censées avoir le même impact sur tout le territoire)

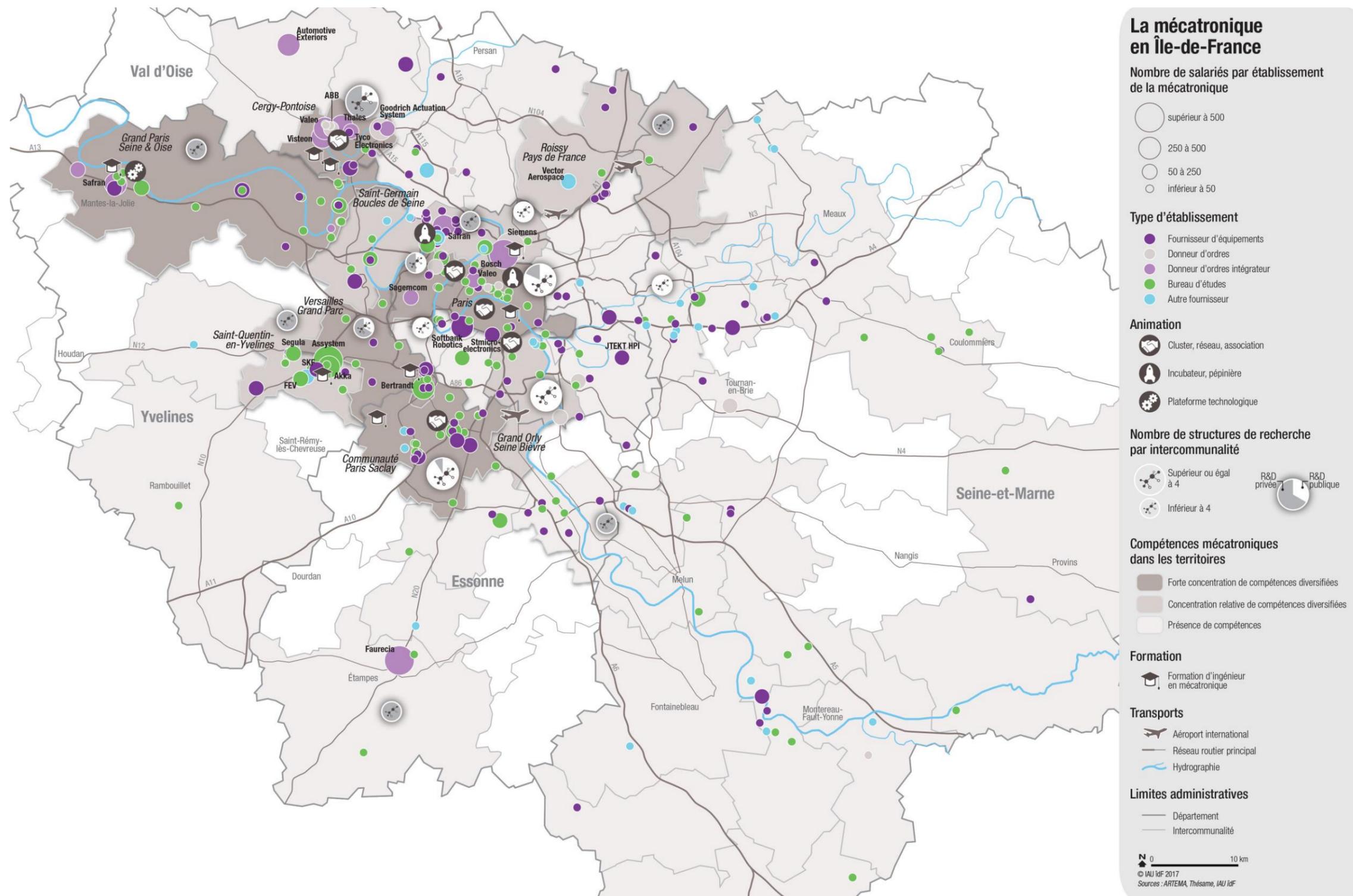
Nous avons conscience que cette méthode est faillible et critiquable ne serait-ce de par le choix de la non pondération que nous avons retenu. Néanmoins, elle a le mérite de tenter de manière la plus impartiale possible de faciliter une lecture des territoires les mieux dotés dans le domaine de la mécatronique.

Au total nous avons identifié 54 territoires abritant des activités mécatroniques que nous avons regroupés dans 3 classes :

- 1) Territoire à forte concentration de compétences diversifiées (6 territoires concernés)
- 2) Territoires à concentration relative de compétences avec une diversité (6 territoires concernés)
- 3) Territoires avec présence de compétences en mécatronique (42 territoires concernés)

III- Cartographie de synthèse (carte A3)

Carte disponible en téléchargement sur notre site www.iau-idf.fr



La mécatronique en Île-de-France

Nombre de salariés par établissement de la mécatronique

- supérieur à 500
- 250 à 500
- 50 à 250
- inférieur à 50

Type d'établissement

- Fournisseur d'équipements
- Donneur d'ordres
- Donneur d'ordres intégrateur
- Bureau d'études
- Autre fournisseur

Animation

- Cluster, réseau, association
- Incubateur, pépinière
- Plateforme technologique

Nombre de structures de recherche par intercommunalité

- Supérieur ou égal à 4
- Inférieur à 4

Compétences mécatroniques dans les territoires

- Forte concentration de compétences diversifiées
- Concentration relative de compétences diversifiées
- Présence de compétences

Formation

- Formation d'ingénieur en mécatronique

Transports

- Aéroport international
- Réseau routier principal
- Hydrographie

Limites administratives

- Département
- Intercommunalité

© IAU îdF 2017
Sources : ARTEMA, Thésame, IAU îdF

IV- Liste des personnes ayant participé au comité technique

L'IAU-IDF et l'auteur de l'étude remercient les participants au comité technique de cette étude pour le temps qu'elles y ont consacré, le support qu'elles ont apporté lors des rendez-vous et la qualité de nos échanges.

Prénom	Nom	Titre	Organisme
Bernard	ABONDANCE	Directeur du Pôle analyse et territoire	Essonne Développement
Gaëlle	BEZAIN	Mission santé et mécatronique	EPT Grand-Orly Seine Bièvre
Christian	BITAUD	Référent pôle attractivité et filières	Communauté Urbaine Grand Paris Seine & Oise
Frédéric	CAPELLE	Directeur Développement Economique, Emploi et Territoires	ASTech Paris Region
Cecile	CHARTIER	Chargée de mission - Cellule Observation	Conseil Départemental Val de Marne
Martine	CORNU	Chef de projets innovation filières - pôle innovation développement	EPT Grand-Orly Seine Bièvre
Sylvie	COUDERT	Chargée de mission développement économique	Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi
Jean Michel	GARCIA	Responsable des politiques contractuelles territoriales	Communauté Urbaine Grand Paris Seine & Oise
Joana	GIRARD	Chargée de mission Plan Industries Île-de-France	Conseil régional d'Île-de-France
Romain	GUIRAUD	Chargé de mission Ile-de-France	Mov'Eo
Ludovic	HAMELIN	Développement économique	Communauté Urbaine Grand Paris Seine & Oise
Xavier	ITARD	Chargé de mission développement économique	Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi
Julien	LASSALLE	Délégué territorial des Yvelines	Conseil régional d'Île-de-France
Nicolas	LEGRAND	responsable de l'observatoire économique	Comité d'expansion économique du Val-d'Oise
Isabelle	MESPELAERE	Chargée des Filières	Communauté Urbaine Grand Paris Seine & Oise
Isabelle	MORIN	Chargée de mission Marketing territorial et Programmation urbaine	Creative Valley
Laurence	PANNETIER DUGOUSSET	Responsable Pôle mécatronique	Pôle mécatronique de Bezons
Bruno	PRACCHIA	Secrétaire Général du Comité mécanique Ile-de-France	Comité mécanique Ile-de-France
Nicolas	RAMEAU	Vice-président	Defi Mecatronic
Nicolas	RAMEAU	Directeur	Association Campus Urbain Seine-Amont
Alix	TERNYNCK	Chargée de Mission Innovation	Essonne développement
Mohamed	ZIRAB	Animateur pacte Seine aval	EPAMSA

V- Bibliographie, sitographie

Etudes :

-«Technologies clés 2015 », fiche mécatronique (n°65), Direction générale des entreprises, ministère de l'économie et des finances, mars 2011

-« Atlas des compétences mécatroniques des Alpes maritimes », Aprim & associés pour la CCI Nice Cote d'Azur, septembre 2013.

Disponible sur https://issuu.com/ccinicecotedazur/docs/etude_mecatronique_-_alpes_maritimes

-« Eléments d'informations sur la filière mécatronique en Ile-de-France », CEEVO, 2009

- « L'usine du futur, un retour vers l'urbain ? », Thierry Petit, IAU-IDF, note rapide N°726, septembre 2016

Sites internet :

- Artema: <http://www.artema-france.org/>

- Genesis: <http://www.genetics.fr/Mecatronique,7.html>

- Optics Valley: <http://www.opticsvalley.org/>

- Thésame: <http://www.thesame-innovation.com/>

- Mécatronique : <http://www.mecatronique.fr/>



INSTITUT
D'AMÉNAGEMENT
ET D'URBANISME



L'INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA RÉGION D'ÎLE-DE-FRANCE
EST UNE FONDATION RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 2 AOÛT 1960.

15, RUE FALGUIÈRE - 75740 PARIS CEDEX 15 - TÉL. : 01 77 49 77 49