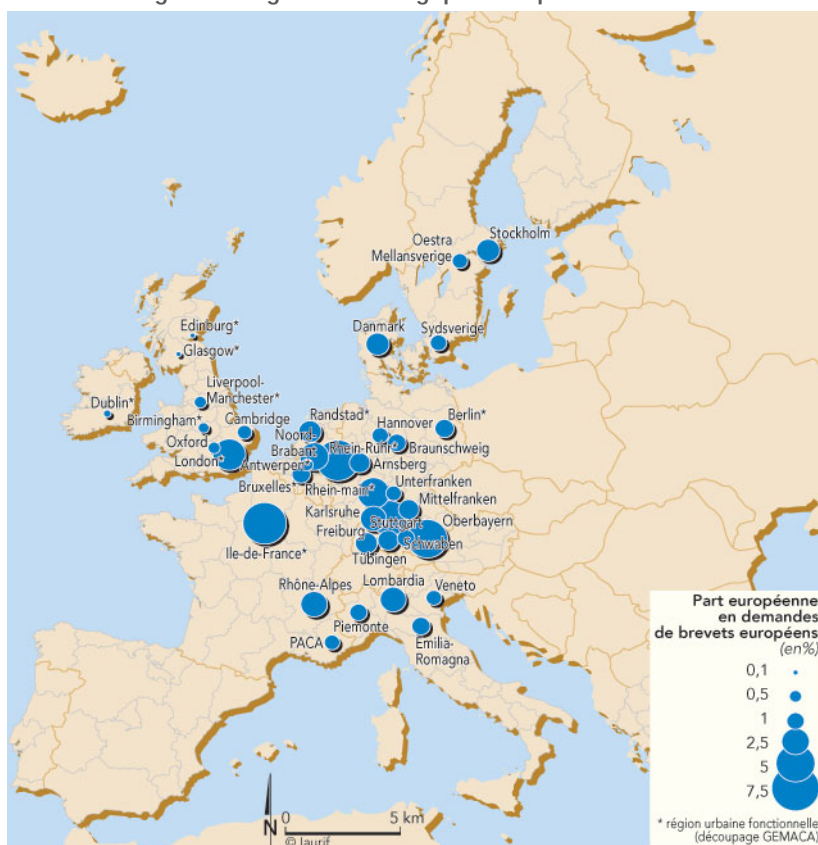


Compétences et technologies croisées en Île-de-France : la clé de l'innovation

Les formes modernes de la compétitivité passent désormais par l'innovation au sens large. Face à ce défi, l'Île-de-France se mobilise pour structurer son système productif autour de l'innovation.

L'IAURIF publie une étude⁽¹⁾ qui vise à repérer les convergences technologiques à fort potentiel de développement au profit de l'ensemble de l'économie régionale.

Les grandes régions technologiques européennes en 2001



Une mobilisation partagée pour dynamiser la compétitivité économique et l'industrie par l'innovation

Dans un contexte mondialisé, les grandes métropoles mondiales comme l'Île-de-France se doivent aujourd'hui de trouver des réponses pour organiser leur système productif autour de l'innovation – vecteur de la compétitivité –, résister aux délocalisations-restructurations, renforcer la présence de leurs «champions» industriels et, enfin, conforter leur attractivité et leur capacité de créer des emplois. La stratégie issue du Sommet de Lisbonne de 2000, révisée à mi-parcours, aspire à faire de l'Europe de l'Union «l'économie de la connaissance la plus compé-

titive et la plus dynamique au monde d'ici à 2010».

Depuis plusieurs mois, de nombreux rapports et des dispositifs concrets mettent en avant l'enjeu décisif d'irriguer l'industrie par l'innovation, de stimuler la valorisation de la recherche ou encore de soutenir les coopérations entre la recherche, les organismes de formation et, en aval, l'industrie.

Or, la relative faiblesse des partenariats et des projets collaboratifs entre structures de recherche et industriels est de plus en plus pénalisante pour l'Île-de-France, alors même que la région capitale concentre sur son territoire un potentiel scientifique et technologique combiné à une base industrielle et déci-

(1) Cf. S. Lartigue, O. Souillard, Compétences et technologies croisées en Île-de-France : Repérage des convergences technologiques au service d'une économie de l'innovation, IAURIF à paraître en 2005.

sionnelle de premier rang. En effet, l'Île-de-France, malgré un effritement relatif de sa position, dispose de compétences et de ressources riches et diversifiées. Elle est ainsi la première région économique française avec près de 29 % de la richesse nationale produite en 2002 et environ 5 % du PIB de l'Union européenne. Elle concentre un grand nombre de multinationales, de sièges sociaux et un tissu dense de PME-PMI sur un large éventail d'activités. La région se positionne également comme la première région technologique européenne, avec 6,1 % de la part des dépôts de brevets européens en 2001, même si on observe un rééquilibrage progressif des pôles de recherche en Europe, notamment dans les régions allemandes, qui apparaissent de mieux en mieux positionnées.

Cependant, de nombreux dysfonctionnements ont été constatés par les acteurs publics et privés de la région : faiblesse relative des investissements consacrés aux technologies émergentes, coopérations insuffisantes entre recherche et industrie, grands groupes et PME, entre filières technologiques ou secteurs applicatifs, inadéquation des processus de décision, jugés lents, complexes et peu sélectifs, dispersion des efforts et des ressources dédiés à la valorisation, implication limitée du capital-risque et faible lisibilité au plan international...

Or, la région bénéficie d'un positionnement atypique : elle est la seule des 22 régions françaises à concentrer, en termes de compétences scientifiques (publications) et technologiques (brevets), la totalité du «périmètre» des 119 «technologies clés», identifiées comme importantes pour l'avenir de l'industrie française dans les cinq à dix ans⁽²⁾. Sur quelles bases et autour de quelles technologies d'avenir ancrer alors les

compétences de l'Île-de-France et opérer les choix cruciaux visant à atteindre la masse critique et la visibilité internationale indispensable ?

Face à ces défis, et dans la perspective de sélectionner des champs technologiques majeurs pour asseoir durablement la compétitivité de l'économie régionale, il est apparu intéressant de se placer d'emblée sous un angle de croisements de technologies, qui peuvent couvrir des secteurs applicatifs multiples. En effet, ces technologies «croisées» offrent des potentialités de diffusion auprès de pans entiers de l'industrie. En se combinant les unes aux autres, elles peuvent structurer à long terme le système d'innovation et favoriser le développement de l'appareil productif francilien. Préalablement au repérage des convergences technologiques franciliennes, il est utile de rappeler dans quel contexte s'inscrit cet impératif d'innover, et quels sont les enjeux industriels, mais aussi géopolitiques et sociétaux, qui y sont rattachés.

Les enjeux industriels, géopolitiques et sociétaux de l'innovation

L'identification des domaines technologiques cruciaux pour le développement économique régional s'inscrit nécessairement dans un contexte global, une dimension nationale, et de plus en plus européenne et mondiale. La circulation des connaissances et les réseaux d'innovation transcendent la plupart du temps le local, et ce d'autant plus que le choix par les entreprises d'une complémentarité des compétences l'emporte sur les logiques de similarité (qui rapprochent, mais qui sont souvent sources de conflits).

Par ailleurs, la prise en compte des dynamiques à l'œuvre dans les pays concurrents s'avère décisive, qu'il s'a-

gisse des États-Unis et du Japon, mais aussi de la Chine, de l'Inde ou d'autres pays émergents, où l'on observe une accélération des efforts et des compétences en matière de formation et de recherche et développement.

Si les politiques industrielles et d'innovation se placent dans le contexte d'une économie mondialisée, les enjeux géopolitiques et sociétaux deviennent déterminants dans cet exercice de sélection des forces scientifiques et technologiques d'une nation : la maîtrise d'une technologie stratégique répond d'abord à un défi de souveraineté dans les domaines traditionnels tels que l'énergie, la sécurité et la défense, le spatial, et aujourd'hui dans les sciences plus récentes de la cognition et du vivant.

La maîtrise d'une technologie répond ensuite à un enjeu sociétal lié à l'acceptabilité par le citoyen des ruptures technologiques et des risques inhérents. Les blocages, en France, à l'égard des recherches sur les organismes génétiquement modifiés (OGM) en sont un exemple. Mais le facteur sociétal peut aussi générer et faire naître un besoin, qui débouchera sur une offre technologique nouvelle, satisfaisant un nouveau marché, comme par exemple les technologies liées à la mobilité (Internet, téléphones mobiles, etc.). À ce titre, l'Île-de-France, avec 11 millions d'habitants, bénéficie d'un marché dynamique en rapport avec ses spécificités métropolitaines.

Là encore, les croisements d'univers peuvent conduire à une créativité technologique à l'origine de produits hybrides innovants, par exemple dans la santé et l'agroalimentaire, à l'instar des «aliments», ou encore dans les matériaux.

L'identification des technologies «du futur» passe ensuite nécessairement par une analyse de nos forces dans les sciences «émergentes» : ces technologies dites

(2) Cf. Régions et technologies clés. Quelles stratégies ?, P. Bourgeois, DIGITIP, 2004.

Compétences et technologies croisées
en Île-de-France : la clé de l'innovation

«convergentes», nées il y a moins de trente ans, se combinent les unes aux autres pour offrir des retombées multiples dans des secteurs variés.

Trois grands champs technologiques, dont la maîtrise est jugée décisive par de nombreux experts, sont caractéristiques de ces convergences.

En premier lieu, les biotechnologies intéressent les industries de la santé mais aussi l'agroalimentaire, l'environnement et la sécurité. Cette dimension pluridisciplinaire associe notamment aux biotechnologies les technologies de l'information et de la communication, la bioinformatique, la génomique, la protéomique⁽³⁾ ou encore les nanotechnologies.

En deuxième lieu, les nanotechnologies, technologies de l'infiniment petit, sont sources de développements applicatifs dans la santé, l'informatique, les matériaux, le spatial, les transports et l'environnement. Les États-Unis ont ainsi mis en place des programmes lourds comme la *National Nanotechnology Initiative* et le programme *Converging technologies* plus connu sous le nom de *NBIC*⁽⁴⁾ pour répondre à ces enjeux.

Enfin, les sciences des réseaux et de l'intelligence mobilisent sciences cognitives, robotique et technologies logicielles et devraient aussi trouver des applications industrielles multiples, notamment dans la sécurité, les systèmes de surveillance civils et militaires. À partir de ce constat général qui plante un décor où les croisements technologiques peuvent apporter aux secteurs industriels des applications à fort potentiel de croissance et de développement, qu'en est-il du positionnement de l'Île-de-France ?

(3) Science qui étudie des ensembles de protéines.
(4) cf. *National Science Foundation (NSF), Converging technologies for Improving Human Performance, 2002.*

(5) cf. www.bayern-innovativ.de

(6) cf. *Groupe Olivier : Proposition pour le développement de l'innovation et de la compétitivité en Île-de-France.*

Les convergences technologiques en Île-de-France

L'Île-de-France bénéficie d'un potentiel scientifique et technologique de premier rang. La forte concentration régionale d'entreprises d'envergure mondiale (des champions établis aux PME-PMI innovantes) dans des secteurs diversifiés et à haute valeur ajoutée, couplée au poids relatif élevé des chercheurs privés dans ces secteurs, traduit la forte spécialisation en R&D de l'Île-de-France. Ainsi, les quinze principaux secteurs intégrateurs ou développeurs de technologies, qui représentent 21 % des effectifs salariés régionaux, concentrent 97 % des effectifs franciliens de chercheurs privés.

Les cinq principaux secteurs en termes de potentiel de recherche privée et leurs principales entreprises industrielles, leaders sur leurs marchés, associées à des

opérateurs de service d'envergure mondiale, constituent une clé d'entrée pour repérer et sélectionner les secteurs d'applications où les interactions recherche-industrie sont porteuses d'un fort potentiel d'innovation et de développement. Il s'agit de l'automobile (Renault, PSA), des équipements de télécommunications (Alcatel, Thales, Altis), de la pharmacie (Sanofi-Aventis), des instruments de précision et de l'optique (Thales Optronique, GE Medical System), ou encore des services informatiques (Cap Gemini, Steria), secteur très vaste recouvrant à la fois des activités de SSII (sociétés de services en ingénierie informatique), de conseil ou d'édition de logiciels.

Quelles sont alors les bases technologiques, les convergences et champs technologiques d'avenir qui, par l'intensité, de leurs interactions, entre eux et avec les secteurs d'applications, peuvent structurer durablement l'industrie francilienne d'ici cinq à dix ans ?

Matrice multi-secteurs /multi-technologies en Île-de-France

Champs technologiques / Secteurs d'activité	Traitement de l'information et logiciels	Micro-nanotechnologies	Optique	Biotechnologies	Mécanique et matériaux
Santé Infrastructure médicale	Très fort	Moyen	Fort	Très fort	Moyen
Industries agroalimentaires	Moyen	Moyen	Moyen	Fort	Moyen
Communication (réseaux, terminaux)	Très fort	Très fort	Très fort	Moyen	Moyen
Spatial - Défense Sécurité	Très fort	Fort	Fort	Moyen	Fort
Énergie Environnement	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Très fort
Automobile et transports terrestres	Très fort	Fort	Fort	Moyen	Très fort
Aéronautique	Très fort	Moyen	Moyen	Moyen	Très fort

Degré d'interaction entre les champs technologiques et les secteurs applicatifs

■ Très fort ■ Fort ■ Moyen ■ Faible

- Les champs technologiques retenus ont un caractère diffusant, car ils peuvent offrir des applications multiples. Mais ils peuvent également se combiner, à l'instar des technologies de l'imagerie médicale dont les frontières sont poreuses avec la mécanique, les biotechnologies, l'optique, les micro-technologies, les logiciels, etc.
- Ces secteurs incluent les secteurs industriels fortement intégrateurs et développeurs de technologies, mais aussi de nombreux opérateurs de service associés à ces intégrateurs de technologies.
Cette matrice est un outil de travail et n'est pas exhaustive.

Source : Dydeys Management, Iaurif

L'identification du potentiel francilien s'est inspirée de la démarche du Bayern Innovativ⁽⁵⁾ et a ensuite été affinée par des entretiens auprès d'interlocuteurs de la recherche publique et de la formation supérieure, des centres R&D de grands groupes industriels, de PME et enfin d'organismes d'appui à l'innovation. Le choix des secteurs industriels, filières technologiques et domaines applicatifs s'est effectué dans la continuité des travaux du Groupe Olivier⁽⁶⁾, qui a sélectionné trois premières filières technologiques critiques pour le futur : traitement de l'information et logiciel, optique et micro-nanotechnologies, biotechnologies. Parmi les champs étudiés par l'IAURIF, le champ technologique «mécanique et matériaux», peu connu et peu valorisé par rapport à ces autres filières technologiques jugées porteuses, offre un exemple de convergences multi-secteurs et multi-technologies intéressant et original.

Un exemple de champ technologique : «mécanique-matériaux»

Le champ technologique «mécanique et matériaux» qui, bien que plus traditionnel et moins orienté haute technologie que ceux des technologies de l'information et de la communication (TIC) ou des biotechnologies, mérite attention à plusieurs titres, car il reste critique pour le futur de nombreux secteurs d'activités tels que les transports aéronautiques et terrestres, l'énergie ou la santé. Or, l'Île-de-France dispose de nombreux atouts à valoriser, d'autant plus que des enjeux forts lui sont associés en termes d'emplois industriels. En effet, malgré une forte diminution de ses effectifs industriels depuis trente ans, le champ technologique «mécanique» présente un potentiel de secteurs d'applications à la fois riche et disparate, allant d'un grand donneur d'ordre comme EADS à la PMI familiale de traitement de surface. La mécanique est aussi son «propre client», car

elle couvre plusieurs niveaux sur la chaîne de valeur (sous-traitance de réalisation, conception/intégration de produits et/ou de machines).

Le potentiel de R&D «mécanique» en Île-de-France, et plus largement dans le Bassin parisien, est très significatif avec plus de 20 laboratoires académiques, de grands centres de recherche à fort contenu mécanique et de grands laboratoires industriels (cf. graphique).

Les principales activités mécaniques en Île-de-France regroupent le traitement de surfaces, l'usinage, la découpe/emboutissage, les machines spéciales.

Mais ce champ technologique «mécanique» semble désavantagé par des facteurs structurels : un tissu de PME «mécanique» peu propice à une dynamique d'innovation et de développement, une moyenne d'âge de ses dirigeants relativement élevée, une perte d'attractivité de ces métiers et des entreprises, souvent de très petite taille. Or, les entreprises de mécanique s'inscrivent dans un environnement fortement

Le champ technologique «mécanique» en Île-de-France

Un dispositif de formation et de recherche publique de haut niveau

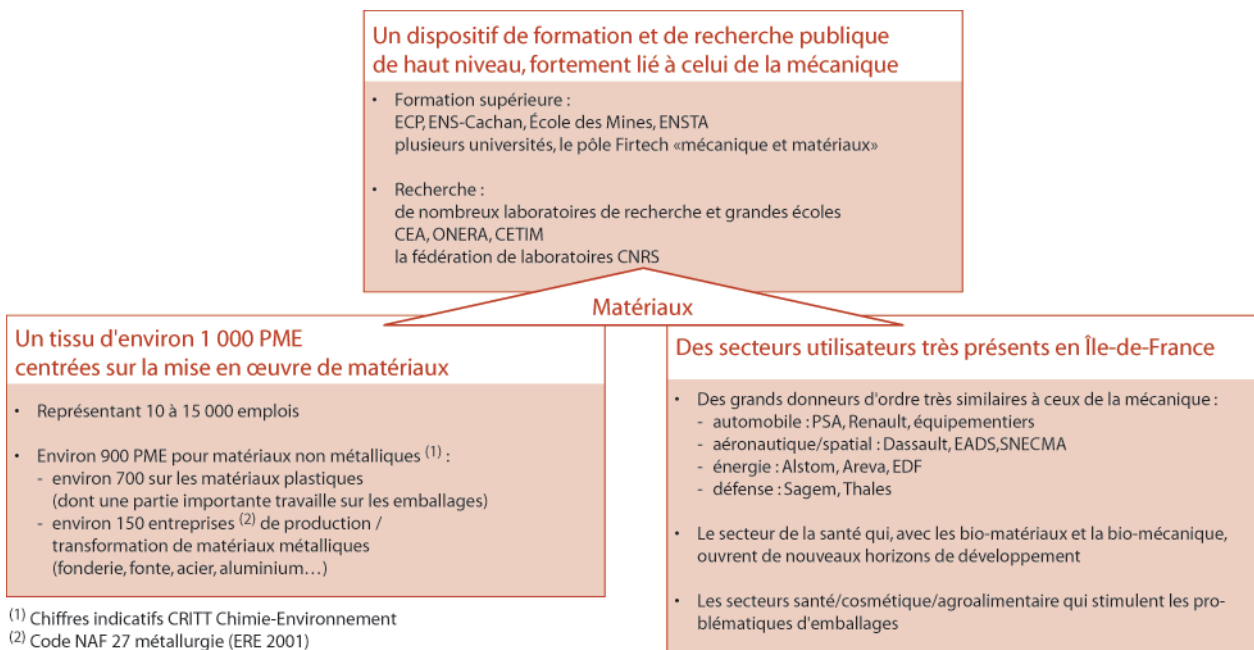
- Formation supérieure : École centrale, École des Mines, ENS-Cachan, ENSAM, ENSTA, ISMEP, plusieurs universités, le pôle Firtech «mécanique et matériaux», associé à un DEA...
- Recherche : plus de 20 laboratoires académiques (universités et grandes écoles) CEA/Saclay, ONERA, CETIM (Senlis, 60) une fédération de laboratoires créées en 2003 sous l'égide du CNRS (X, ECP, Mines, ONERA...)

Mécanique

<p>Un tissu de PME/PMI d'environ 100 000 emplois ⁽¹⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> • Défini au sens de la Fédération des industries mécaniques et couvrant plusieurs types d'activités : <ul style="list-style-type: none"> - sous-traitance (usinage, découpe, traitement de surface) - conception/fabrication de composants - conception/réalisation de machines • Plus de 6 000 entreprises, dont 1 700 inférieures à 10 personnes • Fédéré, depuis 2001, sous l'égide du Comité mécanique Île-de-France 	<p>Des grands donneurs d'ordre d'envergure mondiale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans tous les secteurs qui stimulent le développement de la mécanique : <ul style="list-style-type: none"> - automobile - aéronautique/spatial - énergie - défense - santé • Avec, pour la plupart, beaucoup d'activités R&D en Île-de-France : PSA, Renault, Dassault, EADS, SNECMA, Alstom, Areva, EDF, Sagem, Thales
---	---

⁽¹⁾ Source : Comité mécanique Île-de-France

Le champ technologique «matériaux» en Île-de-France



Source : Dydeys Management, Laurif

concurrentiel et sont directement concernées par la pression des pays à faible coût de main-d'œuvre. À terme, certaines activités, situées en amont ou en aval de la chaîne de valeur ou à forte valeur ajoutée, pourraient cependant, à dire d'experts, se maintenir dans la région comme les outillages de fabrication et de contrôle, les machines spéciales, le prototypage, les travaux d'urgence (études et réalisations).

Mais, aujourd'hui, les mécanismes de coopération entre acteurs paraissent loin de l'optimum : les acteurs interrogés ont la perception d'une grande distance, d'un décalage, entre un monde mécanique vieillissant comportant beaucoup de PME et un monde mécanique «high-tech» où se côtoient des centres de recherche, les grands donneurs d'ordre et beaucoup moins de PME ; les initiatives fédératives ont encore une portée limitée (Comité Mécanique⁽⁷⁾, pôle Firtech, fédération de laboratoires CNRS...), ce qui ne favorise ni «l'effet réseau» étendu à l'ensemble des acteurs concernés, ni la mobilisation des entreprises, qui reste à créer.

Le champ technologique «matériaux» en Île-de-France est plus difficile à cerner, mais comporte, lui aussi, des éléments intéressants, notamment l'existence d'une fédération de laboratoires publics de niveau mondial dans le domaine des matériaux, le pôle Firtech «mécanique et matériaux» Île-de-France (X, Mines, ECP, ENSAM, PARIS XII, ENS-Cachan). Cette fédération est par ailleurs en relation avec des industriels, fortement impliqués dans le domaine des matériaux, dont la plupart ont des activités de recherche et développement en Île-de-France. Le lien avec les PME/PMI est plus difficile à établir. L'innovation en matériaux est aujourd'hui poussée par la recherche de très hautes performances, la rupture dans la façon de concevoir un produit et la recherche de réduction de coûts pour des produits de masse.

Les problématiques de développement et d'innovation «mécanique» et «matériaux» sont très souvent imbriquées (performances, procédés de mise en œuvre, réduction de coûts, nouvelles

fonctionnalités...). Beaucoup d'interlocuteurs sont communs (institutions de formation, centres de recherches, grands donneurs d'ordre) et sont souvent déjà structurés selon une logique «mécanique et matériaux». De plus, la segmentation traditionnelle entre matériaux fonctionnels et structurels tend à s'estomper et des matériaux fonctionnels plus spécifiques (semi-conducteur, optique...) pourraient trouver plus naturellement leur place dans un champ technologique «optique et micro-technologies».

De manière générale, il ressort des entretiens qu'une initiative, plus forte et plus globale, de structuration et d'animation des relations formation-recherche-grands industriels/PME, au sens d'un cluster, gagnerait à réunir «mécanique» et «matériaux» dans un champ technologique unique.

⁽⁷⁾ Le Comité mécanique de l'Île-de-France regroupe la FIM, le CETIM, le CRITT Méca et la CCI Versailles Val-d'Oise / Yvelines. Le Comité a publié un livre blanc sur la mécanique en Île-de-France en novembre 2001.

Un premier cercle peut être constitué par l'automobile, le spatial, l'aéronautique, et les autres moyens de transports, qui en sont les premiers secteurs «clients».

Ainsi, les applications potentielles dans l'automobile et les transports terrestres concernent la poursuite de la réduction du coût et du poids des parties mécaniques avec maintien des performances, ou encore le rôle structurel des verres et des polymères. Dans l'aéronautique-spatial, on peut citer les modèles multi-échelles, les outils de simulation du vieillissement des structures, les matériaux «intelligents», et enfin les nouveaux composites à matrice organique. Dans le secteur énergie-environnement, les matériaux à très hautes températures, les piles à combustible, etc.

Un deuxième cercle de champs d'applications dans la région regroupe, par ordre décroissant d'intensité d'interaction avec les technologies mécanique et matériaux : la défense/sécurité avec les drones miniatures (structures et sources d'énergie), les nouveaux traitements de surface, les outils de simulation du comportement dans des conditions extrêmes ; la santé avec les biomatériaux, la biomécanique ; l'agroalimentaire avec les nouvelles tech-

nologies d'emballage ; les communications (réseaux, terminaux) avec les matériaux non-inflammables, non polluants, les nouveaux états de surface (impression tactile).

Ce champ technologique «mécanique et matériaux» peut donc contribuer efficacement à de nombreuses thématiques de développement en Île-de-France dans de multiples secteurs d'activités.

La structuration de clusters technologiques franciliens

Pour les interlocuteurs des champs technologiques sélectionnés comme déterminants pour la région, le risque paraît exister que ce potentiel de R&D et d'innovation soit focalisé progressivement sur de l'immatériel, sur la recherche académique, la production de connaissances, les sciences et technologies de l'information, au détriment des investissements industriels. Ces investissements, indispensables pour jouer un rôle significatif dans les technologies du XXI^e siècle, comme par exemple les biopuces, les piles à combustible, les nanomatériaux, gagneraient, dans une logique de clusters, à être réalisés à proximité des centres de R&D.

C'est dans cette perspective que les premiers pôles de compétitivité en cours de structuration en Île-de-France devront concrétiser des interactions autour de projets innovants entre les acteurs de la recherche académique, les centres de recherche, les grands industriels, mais aussi les PME-PMI et les start-up.

L'Île-de-France bénéficie d'un socle de bases technologiques à fort potentiel, comme les micro-nanotechnologies, les biotechnologies ou les technologies logicielles, qui, adossées à des secteurs d'applications ciblées, ont contribué à alimenter les trois premiers pôles soutenus par la Région dans le cadre de l'appel d'offres à projets de la DATAR («System@tic Paris-Région – logiciels et systèmes complexes –, «Image, multimédia et vie numérique», «Île-de-France Médi Tech Santé»). D'autres initiatives du même type pourraient être envisagées en Île-de-France, autour du champ technologique «mécanique & matériaux» et de ses applications dans l'aéronautique, le spatial, l'automobile, ou encore l'énergie ou les transports. Loin d'avoir une image de haute technologie, ces bases technologiques, mieux structurées, devraient contribuer par leur contenu largement diffusant à un spectre de débouchés inédits et variés, porteurs d'emplois pour l'Île-de-France.

Pour en savoir plus :

- S. Lartigue, O. Soulard, *Compétences et technologies croisées en Île-de-France : Repérage des convergences technologiques au service d'une économie de l'innovation*, IAURIF, étude à paraître en 2005.
- O. Soulard, *La recherche en Île-de-France*, IAURIF, étude parue en juin 2004.
- F. Rigaux, O. Soulard, «Enjeux et tendance de la R&D privée en Île-de-France», IAURIF, *Note Rapide* n°368, décembre 2004.
- P. Bourgeois, *Régions et technologies clés. Quelles stratégies ?*, DIGITIP, 2004.
- Groupe Olivier, *Proposition pour le développement de l'innovation et de la compétitivité en Île-de-France*, juin 2004.
- *Cahier IAURIF*, consacré aux Universités, à paraître en 2005.
- Revue Réalités industrielles, *Recherche industrielle et innovation : l'ardente obligation*, Annales des Mines, décembre 2003.
- Article paru dans *Futuribles*, n° 300, «Quand les technologies convergeront», J-P. Dupuy, septembre 2004.
- C. Blanc, *Pour un écosystème de la croissance*, rapport au Premier ministre, mai 2004.

Sites Internet :

<http://www.bayern-innovativ.de>
<http://www.groupe-olivier.org>
<http://www.operation-futuris.org>