

**LA MICROELECTRONIQUE
ET SES ACTIVITES CONNEXES
EN BASSE-NORMANDIE**

RAPPORT

présenté au Conseil Economique, Social et Environnemental Régional

de Basse-Normandie

par Philippe GUETIN

Octobre 2011

REMERCIEMENTS

Le Rapporteur témoigne sa profonde reconnaissance à l'ensemble des personnes auditionnées, consultées dans le cadre de cette étude et sollicitées dans la phase d'expertise du projet de rapport, qui ont contribué à l'élaboration de cette étude et notamment :

- *les dirigeants des entreprises ou des projets d'entreprises en cours d'incubation du secteur de la microélectronique et de ses activités connexes implantées en Basse-Normandie qui ont accepté de consacrer du temps à nous recevoir et qui sont citées dans le rapport,*
- *les laboratoires et les équipes de recherche de l'Université de Caen - Basse-Normandie et de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen (ENSICAEN) ainsi que le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL),*
- *les établissements de formations, Université de Caen, ENSICAEN, Lycées publics et privés, Centres de Formation d'Apprentis...,*
- *les structures d'interface, agences de développement et d'innovation comme la Mission Régionale pour l'Innovation et l'Action de Développement Economique (MIRIADE), l'Agence de Développement Economique de Caen la Mer SYNERGIA, l'Association des Sous-Traitants de Basse-Normandie (SOTRABAN), la Direction Régionale d'OSEO, Normandie Aménagement, Normandie Incubation et les Pôles de Compétitivité "Transactions Electroniques Sécurisées" et MOV'EO,*
- *les services de l'Etat (en particulier la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi - DIRECCTE) et du Conseil Régional.*

Un remerciement particulier s'adresse également à d'autres personnalités extérieures à la région et rencontrées à titre d'experts dans le cadre de cette étude comme M. Laurent MALIER, Directeur du CEA - LETI de Grenoble ainsi que MM. Gérard MATHERON et Jean-Marc MELIQUE, respectivement Président et Délégué Général du Syndicat des Industries de Tubes Electroniques et Semi-Conducteurs. (SITELESC).

Le Rapporteur tient également à témoigner sa reconnaissance aux Membres de la Commission n° 5 "Développement Economique - Energie" du CESER ainsi qu'au Groupe de Travail composé de MM. D'ANSELME, GUERREAU, LEGRAIN, MINERBE et RIGON.

Enfin, il remercie tout particulièrement Philippe HUGO, Chargé de Mission au CESER de Basse-Normandie, pour son investissement et sa forte implication à toutes les étapes de la réalisation de cette étude.

SOMMAIRE

I.	LE CONTEXTE GENERAL DE LA MICROELECTRONIQUE	3
I.1.	LA MICROELECTRONIQUE : UNE SPECIALITE STRUCTURANTE DE L'ECONOMIE	3
I.2.	FACE A LA COURSE A LA MINIATURISATION, DES STRATEGIES ALTERNATIVES	8
I.3.	L'EVOLUTION DU MARCHE DES SEMI-CONDUCTEURS.....	9
I.3.1.	Le rôle aujourd'hui dominant de la zone Asie-Pacifique.....	12
I.3.2.	Un manque d'ambition au niveau européen en faveur de la microélectronique	15
I.3.3.	Une récente prise de conscience au niveau national pour sauvegarder un secteur microélectronique compétitif.....	18
II.	LA MICROELECTRONIQUE EN BASSE-NORMANDIE	23
II.1.	DES ORIGINES AU CONTEXTE ACTUEL DE LA MICROELECTRONIQUE	23
II.1.1.	L'ancrage de la microélectronique en Basse-Normandie au cours de la deuxième moitié du XX ^{ème} siècle.....	23
II.1.2.	Du grand projet de campus technologique à la restructuration des activités autour de la microélectronique	26
II.2.	CARTOGRAPHIE DES ACTEURS DE LA MICROELECTRONIQUE ET DE SES ACTIVITES CONNEXES EN BASSE- NORMANDIE	29
II.2.1.	Les principaux acteurs industriels de la microélectronique en Basse-Normandie.....	31
II.2.1.1.	Les sociétés situées au cœur de l'activité microélectronique	32
II.2.1.2.	Les sociétés qui interviennent dans l'environnement proche des concepteurs et fabricants microélectroniques.....	46
II.2.1.3.	Les sociétés utilisatrices de technologies microélectroniques bénéficiant d'une forte connaissance des puces	53
II.2.1.4.	Les sociétés prestataires de services, de veille ou de conseil en microélectronique	63
II.2.2.	L'Ecosystème Electronique / Numérique au niveau régional	68
II.2.2.1.	La "sous-traitance électronique" étudiée par la DIRECCTE et l'action collective EVOLEC qui en découle.....	69
II.2.2.2.	Les entreprises conceptrices et intégratrices de cartes et systèmes électroniques complexes	72
II.2.2.3.	Les fabricants de circuits imprimés en lien direct avec les sociétés de la microélectronique	80
II.2.2.4.	Le contexte électronique/numérique liées aux activités du Pôle de Compétitivité TES.....	87
II.2.2.5.	Le Pôle Mov'éo et les perspectives dans le domaine mécatronique	97
II.2.3.	Les dispositifs de Recherche et de Formation en lien avec la microélectronique en Basse-Normandie	102
II.2.3.1.	Le LAMIPS : une collaboration entre la recherche publique et la recherche privée.....	102
II.2.3.2.	Les compétences scientifiques et technologiques en microélectronique au sein des laboratoires universitaires bas-normands	107
II.2.3.3.	Les formations spécialisées microélectronique / électronique.....	115
III.	LES PROBLEMATIQUES ET LES ENJEUX MAJEURS AUTOUR DE LA MICROELECTRONIQUE ET DE SES ACTIVITES CONNEXES EN BASSE-NORMANDIE	131
III.1.	LES ATTENTES DES ENTREPRISES EN TERMES D'ACCOMPAGNEMENT	131
III.1.1.	Un écosystème qui reste fragile	131
III.1.2.	Les dispositifs dans le cadre de la convention de revitalisation Etat - NXP	133
III.1.3.	Les principaux dispositifs de soutien et d'accompagnement des jeunes entreprises innovantes	135
III.2.	L'IMPORTANCE DES APPLICATIONS ET DES EXPERIMENTATIONS EN FAVEUR DE L'ELECTRONIQUE ET DU NUMERIQUE.....	142
III.2.1.	L'innovation et la compétitivité des PME par la diffusion de l'électronique.....	142
III.2.1.1.	Les propositions du rapport MALIER en faveur du développement de nouvelles applications	143
III.2.1.2.	Le programme CAP TRONIC	143

III.2.2.	Le développement des expérimentations : l'exemple des technologies "sans contact"	146
III.2.2.1.	Des "premières mondiales" conduites en Basse-Normandie dans le domaine du sans contact.....	146
III.2.2.2.	Les initiatives en développement et le projet "Territoire Leader du Mobile Sans Contact".....	148
III.3.	UN EFFET RESEAU BENEFIQUE ET LA MISE EN RELATION DES ACTEURS.....	150
III.3.1.	Le campus technologique EfficScience, lieu de concentration des activités en lien avec la microélectronique... ..	150
III.3.2.	... mais d'autres zones hébergeant des activités microélectronique / électronique sur Caen et le territoire bas-normand	156
III.3.3.	Des attentes fortes en termes d'actions collectives fédératrices et d'attractivité du territoire	158
ANNEXES		163
GLOSSAIRE		177
INDEX DES SIGLES		183

INTRODUCTION

Aucune autre activité dans nos sociétés avancées n'est probablement aussi structurante que la microélectronique. En soixante ans d'existence, elle a été à l'origine des plus fortes révolutions dans les usages autour des transports, des télécommunications, de la microinformatique, des équipements du foyer, de l'éclairage, de la santé ou encore de l'aérospatial.

Les puces et leurs composants associés ont rapidement pénétré la plupart de nos objets et nos activités quotidiennes. Selon certains experts, cette diffusion dans tous les usages de nos civilisations n'a pas de précédent dans l'histoire des technologies.

Cette activité est au cœur même de la révolution du numérique et de l'émergence, voici déjà une vingtaine d'année, de la société de la communication.

Selon le rapport de Laurent MALIER, Directeur du Laboratoire d'Electronique et de Technologies de l'Information (LETI)¹, consacré aux sites français de production micro-nanoélectronique publié en 2010, *"de l'économie numérique à l'économie verte, l'intégration de la micro-nanoélectronique permet la conception de dispositifs aux performances accrues, offrant des fonctionnalités en rupture. C'est pourquoi la maîtrise de cette technologie constitue un élément-clé de compétitivité industrielle"*.

La microélectronique est au centre et à l'origine de la plupart des applications d'avenir. Les avancées de la recherche visent à toujours plus sonder la matière et à trouver davantage de propriétés valorisables dans des applications de tous les jours. Pour passer de la microélectronique à la nanoélectronique de demain, les chercheurs doivent non seulement pousser les technologies actuelles dans leurs derniers retranchements, mais aussi en imaginer de nouvelles, dans un cadre pluridisciplinaire. C'est justement à la rencontre avec des secteurs d'applications variés comme les télécommunications, les transports ou la santé que la microélectronique, dans une logique de convergence des technologies, est porteuse de développement et de croissance. Fortement concurrencée voire distancée par l'Asie du Sud-Est, l'Europe - dont la France - assiste, impuissante, faute de politique industrielle, à une véritable hémorragie des fabrications et parfois même de la R&D autour des semi-conducteurs... mouvement irréversible selon certains experts vu le coût des investissements de production et la difficulté de réacquérir des compétences perdues.

Historiquement, le secteur de la microélectronique élargi à son écosystème électronique et numérique est, depuis la fin des années 50, fortement implanté en Basse-Normandie. Après avoir bénéficié de la révolution du numérique et de l'essor des nouvelles technologies de l'information et de la communication, ce secteur a été assez durement impacté et fragilisé essentiellement par deux périodes de dépression économique. D'une part, l'éclatement de la bulle technologique spéculative en 2000 (dite bulle Internet) a affecté les valeurs technologiques, c'est-à-dire celles des secteurs liés à l'informatique et aux télécommunications, sur les marchés d'actions à la fin des

¹ Emanation du Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA), centre de recherche appliquée en microélectronique (cf. première partie du rapport).

années 1990. La chute des carnets de commande a entraîné un gel des investissements voire des restructurations chez les opérateurs et fabricants.

D'autre part, la crise économique mondiale de 2008 et la concurrence redoutable de l'Asie du Sud-Est ont fragilisé les sociétés technologiques européennes.

Après avoir réalisé en 2003 une étude sur **la monétique et les transactions électroniques sécurisées en Basse-Normandie** qui a notamment contribué à la labellisation du pôle de compétitivité TES en région et, en 2008, un rapport sur **le document numérique**, thème qui a récemment fait l'objet d'une réponse à un appel à projet dans le cadre des investissements d'avenir sous l'impulsion de l'Université de Caen, il paraissait particulièrement opportun de consacrer un nouveau dossier au **secteur microélectronique** afin de compléter le tour d'horizon sur les trois activités majeures de l'électronique et du numérique dans notre région.

L'idée du CESER de consacrer une étude sur ce thème est déjà ancienne mais celle-ci se justifiait peu dans la mesure où le secteur fut très longtemps concentré sur un seul acteur industriel : Philips Semi-conducteurs puis NXP.

Les difficultés rencontrées par la microélectronique depuis 2008 qui ont abouti à une restructuration profonde du secteur n'ont pas épargné la société NXP. Le paysage bas-normand s'est d'autant plus transformé que, depuis, de nouvelles entreprises innovantes se sont créées, issues d'ailleurs pour certaines d'essaimage de la société NXP, porteuses de développement et d'emploi pour l'avenir.

Aujourd'hui, le secteur microélectronique en Basse-Normandie compte plus d'une dizaine d'entreprises relevant de ce cœur d'activité sans parler des activités connexes qui participent à la dynamique régionale. C'est d'ailleurs une volonté forte du CESER d'avoir élargi le champ de l'étude à l'écosystème électronique et numérique sans toutefois prétendre à l'exhaustivité. Il s'avère en effet très difficile de bien identifier les acteurs concernés au niveau régional, en dehors de ceux appartenant à un pôle (exemple du Pôle de Compétitivité TES) ou à une filière organisée (à l'instar de la SOTRABAN, l'association des sous-traitants de Basse-Normandie dont une partie concerne l'électronique).

A l'heure où des rapports nationaux ont mis en avant l'urgence de conserver en France et en Europe un secteur aussi structurant et stratégique et l'intérêt d'accompagner son développement aujourd'hui soutenu dans le cadre des investissements d'avenir au plan national, l'étude du CESER était attendue des acteurs de cette filière.

Après avoir présenté le contexte général de la microélectronique sur les plans international, européen, national et régional, le présent rapport présentera les différents acteurs de l'industrie, de la recherche et de la formation de la microélectronique et de leurs activités connexes en Basse-Normandie, en les classant par thématique de spécialité. Enfin, les problématiques et les enjeux majeurs qui se posent aujourd'hui et a fortiori demain seront abordés dans une troisième partie.

I. LE CONTEXTE GENERAL DE LA MICROELECTRONIQUE

I.1. LA MICROELECTRONIQUE : UNE SPECIALITE STRUCTURANTE DE L'ECONOMIE

La microélectronique est une spécialité du vaste domaine de l'électronique. C'est un ensemble de méthodes et de technologies qui visent à intégrer des **composants** (transistors, résistances, condensateurs) sur une petite surface (typiquement 1 cm²) de matériau **semi-conducteur**² comme le **silicium**, afin de réaliser un circuit électronique très dense répondant à une fonctionnalité déterminée.

Ce chapitre (voir ci-après) citera quelques technologies employées pour réaliser ces circuits intégrés appelées aussi "**puces**" dans le grand public.

Bien que peu visible aux yeux du public, la microélectronique irrigue l'économie des sociétés contemporaines en constituant une brique de base de la plupart des secteurs d'activités : télécommunications, électronique grand public, automobile, santé, énergie, automatisation industrielle, etc. Aucune économie développée ne pourrait désormais se passer de cette technologie.

Les circuits intégrés permettent de réaliser de multiples fonctions d'une complexité grandissante qui bénéficie à de nombreuses applications au cœur des produits de tous les jours : électroménager, téléphones mobiles, multimédia, ordinateurs, appareils photo numériques, baladeurs, consoles de jeux, cartes bancaires, automobiles, éclairage, appareils médicaux, navigateurs GPS... Cet accroissement de performances est rendu possible par une miniaturisation toujours plus poussée des composants élémentaires. Cette réduction de la taille des circuits intégrés s'accompagne d'une diminution du coût de production unitaire ; dans le même temps, l'ajout de fonctionnalités nouvelles dans les circuits a ouvert de nouveaux champs d'applications.

En effet, à fonction égale, le prix d'un circuit intégré diminue de l'ordre de 50 % tous les deux ans. La réalité est la suivante : à prix sensiblement identique, c'est à dire grossièrement pour la même surface de silicium, l'industrie des semi-conducteurs offre le double de fonctionnalités et ce, malgré le coût considérable de l'unité de fabrication qui a permis de réduire la dimension des composants (de l'ordre de 4 milliards de dollars). Le cas des clés mémoire USB de 16 Gb qui valent, aujourd'hui, le même prix que celles de 256 Mb il y a quelques années, illustre cette évolution.

Dans son rapport de 2010, Laurent MALIER³ précise que les composants électroniques sont *"au cœur de toutes les applications, que ce soit pour la société numérique dont ils assurent à la fois le moteur et la mémoire, ou bien pour les*

² D'où le terme souvent employé d'"industrie des semi-conducteurs". Un semi-conducteur est un matériau dont la conductivité électrique se situe entre celle d'un isolant et celle d'un conducteur. Les matériaux semi-conducteurs sont des éléments simples (silicium, germanium) ou des composés comme l'arséniure de gallium (AsGa) ou le phosphore d'indium (InP). Dans l'usage courant, le terme "semi-conducteur" désigne plus fréquemment tout composant fabriqué avec des matériaux semi-conducteurs.

³ Rapport de Laurent MALIER, Directeur du LETI : "Les sites français de production micro-nanoélectronique", 2010.

améliorations attendues dans les domaines des transports, de l'aéronautique, de la santé, de la sécurité, de la gestion de l'énergie électrique au plus près de l'utilisateur ou au sein des réseaux de distribution. Le très haut débit accessible pour tous, la gestion intelligente et efficace de l'énergie dans les bâtiments, la télésanté, la route intelligente et les voitures propres ou bien encore le renouvellement de l'infrastructure électrique passent inmanquablement par une utilisation accrue de composants électroniques à semi-conducteurs plus complexes et plus performants. Le nombre de composants livrés se compte en milliards de pièces par semaine (3,25 milliards d'unités/semaine à fin décembre 2009)".

Développée -rappelons-le- majoritairement à partir du silicium, élément constitutif du sable le plus abondant sur Terre après l'oxygène, utilisé pour ses propriétés semi-conductrices, la microélectronique est une industrie relativement jeune dont l'origine remonte à un peu plus de 60 ans. C'est en effet en décembre 1947 que trois physiciens américains des laboratoires BELL, John BARDEEN, Walter BRATTAIN et William SHOCKLEY réalisent le premier **transistor** (de l'anglais *transfer resistor* traduit en résistance de transfert), dispositif qui supplantera la diode et présentant une évolution considérable en termes de fiabilité, de faible encombrement et de consommation, ouvrant là la voie à la miniaturisation. Le transistor est le composant de base des **circuits intégrés** microélectroniques. En 1959 deux chercheurs américains, Jack KILBY et Robert NOYCE, réalisèrent le premier circuit intégré comprenant six transistors à l'époque.

La plupart des transistors sont construits suivant la technologie **MOS** (pour Métal, Oxyde, Semi-conducteur), technologie développée dans les années 1970 qui permet de réaliser des éléments qui consomment moins et de faciliter l'intégration des résistances.

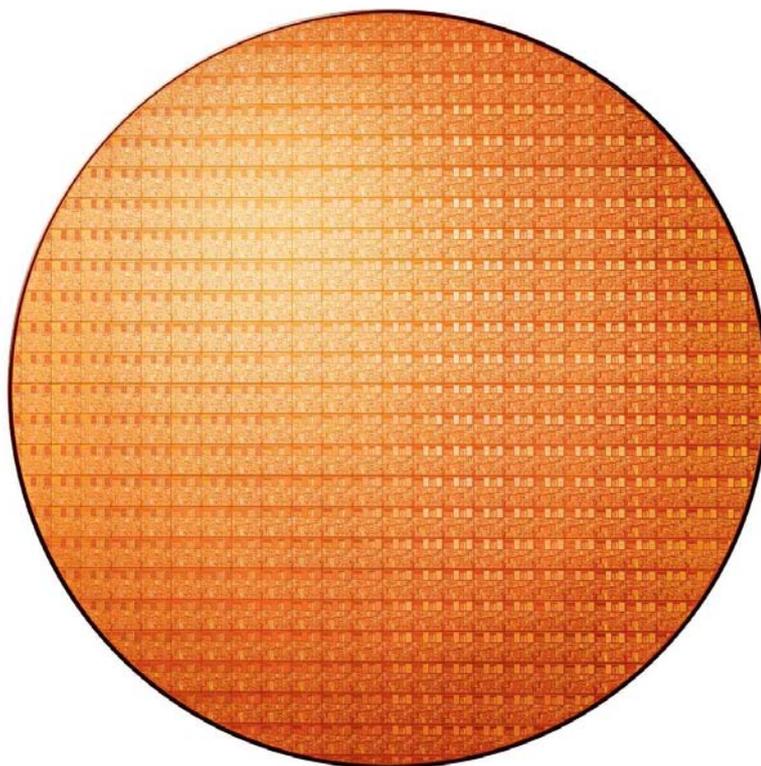
Dans la famille des puces électroniques, le **microprocesseur** est le circuit intégré sans doute le plus complexe, il peut comporter plusieurs centaines de millions de composants. Il prend place dans un boîtier protecteur muni de "pattes" (d'où le nom de "puce") pour assurer les connexions avec les autres organes de l'appareil dans lequel il s'insère. Parmi les puces les plus denses, il faut citer les mémoires dont les capacités ne cessent d'augmenter.

L'élaboration d'un circuit intégré comporte de multiples phases. La première (dite "electrical design") consiste à établir l'architecture du circuit en utilisant des blocs de fonctions logiques connues. L'ensemble est simulé à différents niveaux grâce à de puissants logiciels spécifiques. En fin de parcours, les concepteurs sortent un fichier qui va permettre de réaliser les masques de photolithographie (technologie clé de la microélectronique). Les concepteurs doivent aussi préparer les différentes "couches" de logiciel (*software*) qui permettront à la puce de fonctionner. On estime que le software mobilise les deux tiers des effectifs de développement et le hardware, un tiers.

La deuxième phase qu'on peut appeler "process" ou "physical process" est celle au cours de laquelle la puce va être fabriquée. C'est à partir de disques, tranches ou plaques de silicium monocristallin (**wafers** en anglais) dont le diamètre peut atteindre 300 mm pour une épaisseur de l'ordre de 0,7 mm que sont fabriqués les circuits au sein de salles blanches (espaces ultra-propres). Les wafers subissent différentes phases de traitement physicochimique pour introduire les structures nécessaires à la réalisation

des composants : bombardement ionique, épitaxie⁴, diffusion thermique, oxydation, gravure chimique en phase aqueuse ou par voie sèche, dépôt chimique en phase vapeur assistée ou non par plasma, évaporation de métaux sous vide, électrolyse, etc. Pour obtenir à l'heure actuelle des détails de l'ordre de 20 nanomètres, la microélectronique a recours à la photolithographie, qui n'a cessé de faire des progrès malgré le coût exorbitant des appareils modernes qui sont des chefs d'œuvre de combinaison mécanique/laser UV (Ultraviolet) et bientôt UV extrême. Des trésors d'imagination ont été dispensés pour que les détails les plus fins soient largement inférieurs à la longueur d'onde de la lumière utilisée, ce qui n'allait pas de soi a priori.

La troisième phase consiste à tester le fonctionnement des centaines ou milliers de circuits (suivant leur dimension) réalisés collectivement sur le wafer afin de n'encapsuler que les bons car la microélectronique est avant tout une industrie de **rendement de fabrication**. Les puces sont alors découpées (comme des carrés de chocolat) et mises en boîtiers (en général en plastique). Des fils de connexion relient la périphérie de la puce au boîtier afin de pouvoir communiquer avec elle. Après un test électrique complet dont la programmation nécessite un travail considérable, les circuits déclarés bons peuvent rentrer sur des cartes électroniques.



Un wafer : galette, tranche ou plaque de silicium monocristallin très pur sur laquelle sont gravés collectivement des milliers voire des millions de transistors plus quelques autres composants (résistances, condensateurs) constituant un "circuit intégré". En fin de processus la plaque est découpée afin de séparer les puces identiques.

Photo : Intel

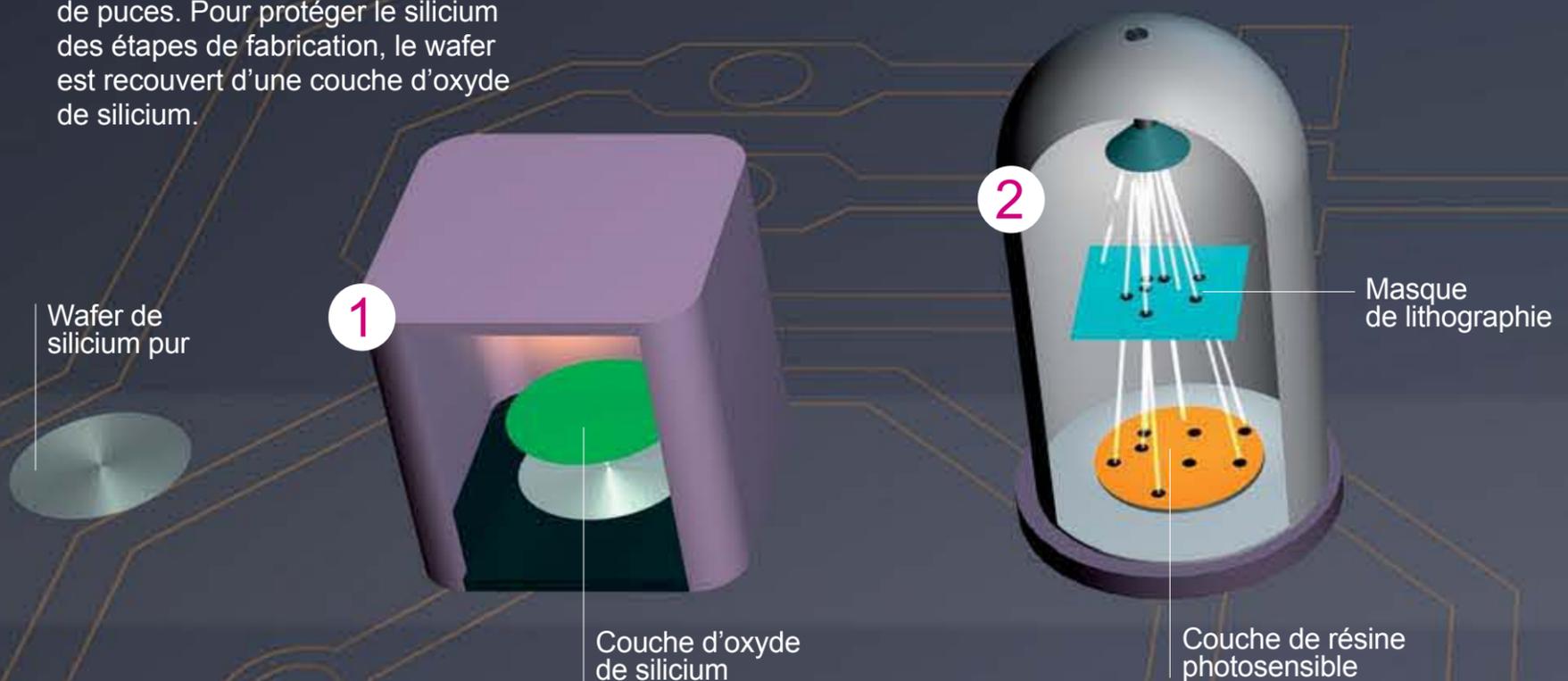
⁴ Opération qui consiste à faire croître une couche de matériau semi-conducteur sur un substrat, cette couche ayant la même orientation cristalline que le substrat.

1 PRÉPARATION DU WAFER

Un cylindre de silicium monocristallin pur est découpé pour former des plaques de 600 μm à 1 mm d'épaisseur, et jusqu'à 300 mm de diamètre ; ces wafers seront le support de plusieurs centaines de puces. Pour protéger le silicium des étapes de fabrication, le wafer est recouvert d'une couche d'oxyde de silicium.

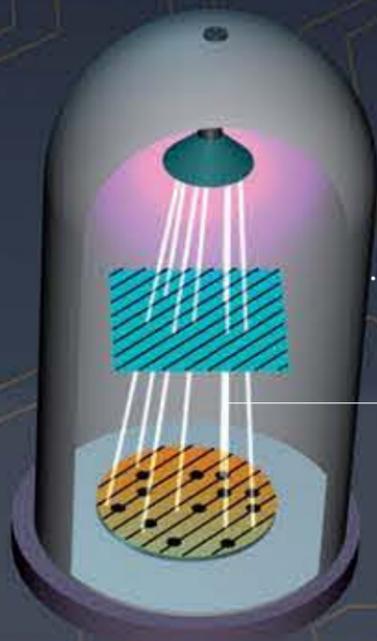
2 DOPAGE DU WAFER

Le wafer est « dopé » pour améliorer la conductivité des zones qui vont accueillir les transistors. Il est recouvert d'une couche de résine photosensible, et l'image des zones est inscrite sur un masque (en verre pour que passe la lumière, en chrome pour l'arrêter), comme un pochoir : les parties exposées à la lumière ultraviolette sont développées sur le wafer et la résine est éliminée à ces endroits (étape de lithographie). Le dopage consiste alors à bombarder les zones du wafer d'ions qui dopent sa matière. Le reste de la résine est éliminé.



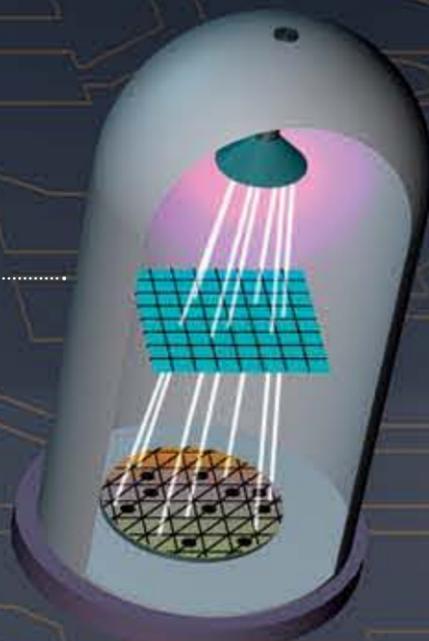
La fabrication d'une puce électronique

De la taille d'une pièce de monnaie, la puce électronique est le support du circuit intégré formé par l'intégration de composants microélectroniques. Elle contient principalement des transistors, jusqu'à 2 milliards aujourd'hui, contre 42 millions en 2000. Zoom sur leur fabrication au sein de puces, elles-mêmes produites en nombre sur un unique wafer.



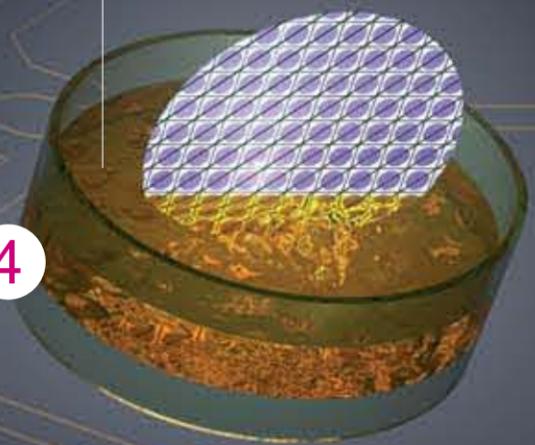
3

Faisceau d'ions



4

Solution de cuivre



3 ISOLATION ET RÉALISATION DES GRILLES DES TRANSISTORS

Pour isoler les futurs transistors les uns des autres, des tranchées d'isolation sont réalisées par lithographie. En fonction d'un nouveau masque, avec une nouvelle résine, le matériau est « creusé » et éliminé par gravure plasma : des ions bombardent la matière qui se transforme en gaz et s'évapore, laissant un espace creux dans lequel on ajoute un oxyde isolant. Les grilles des transistors sont réalisées suivant le même principe, à partir de nouvelles couches déposées (isolant + silicium ou métal) avec un nouveau masque.

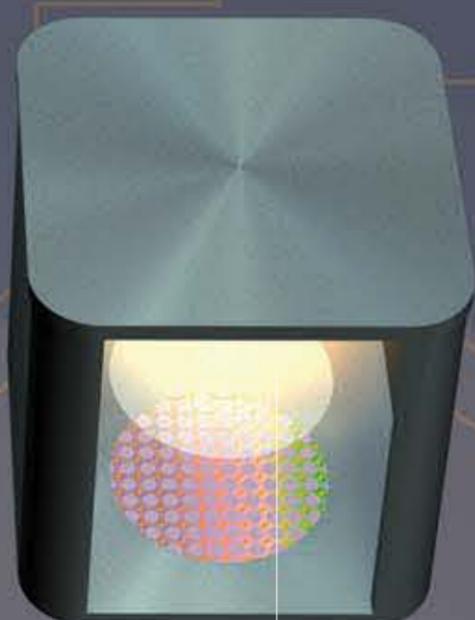
4 INTERCONNEXIONS DES TRANSISTORS

Une fois les transistors réalisés, de nouvelles zones sont réalisées par lithographie et gravure pour accueillir le matériau conducteur qui assurera les interconnexions. Le wafer est ensuite plongé dans une solution de cuivre, lequel se dépose dans les bandes gravées.

5 ENCAPSULATION ET MISE EN BOÎTIER DES CIRCUITS INTÉGRÉS

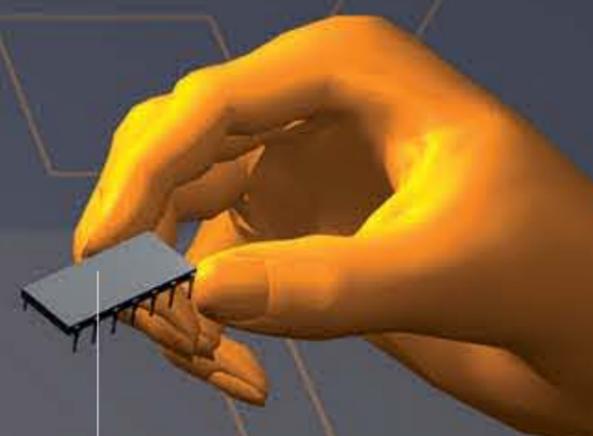
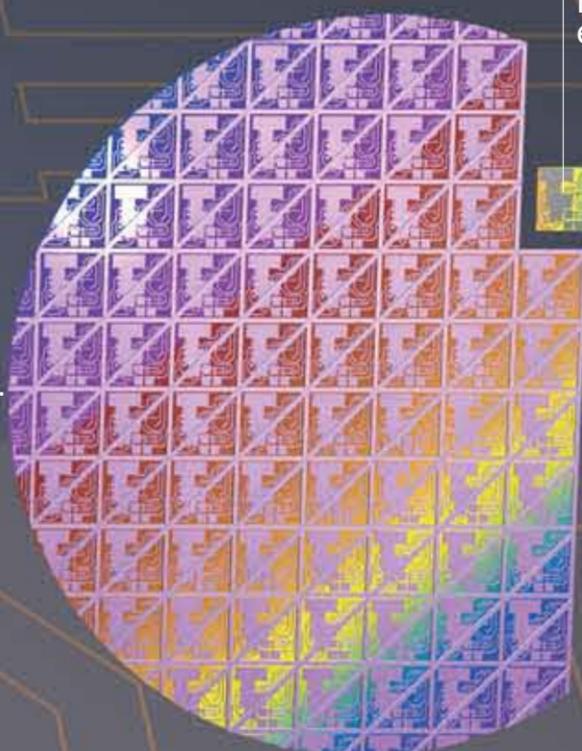
Une dernière couche de matériau isolant est déposée sur le wafer (étape d'encapsulation). Il est ensuite découpé en autant de puces qu'il contient. Chacune d'elles est montée en boîtier sur lequel on greffe des fils d'or pour établir les connexions électroniques entre les interconnexions en cuivre et l'extérieur du boîtier.

Puce électronique



5

Couche isolante



Boîtier contenant la puce

I.2. FACE A LA COURSE A LA MINIATURISATION, DES STRATEGIES ALTERNATIVES

Après avoir constaté l'évolution rapide des premiers circuits intégrés depuis leur création, Gordon MOORE, diplômé de l'Université de Californie et co-créateur d'INTEL énonce en 1965 une théorie empirique, devenue aujourd'hui la "**loi de Moore**", selon laquelle le nombre de transistors sur une puce double tous les 18 mois environ (en fait, les prévisions de doublement portaient sur 12 mois à l'origine et ont été revues mais on constate que le doublement du nombre de transistors s'effectue désormais plutôt en 2 ou 3 ans).

La microélectronique s'est développée pour intégrer toujours plus de transistors, de dimensions de plus en plus réduites, pour des capacités de traitement toujours plus importantes : puissance de calcul, mémoire, nouvelles fonctionnalités pour davantage d'applications. Tel est aussi l'enjeu de la nanoélectronique, qui est déjà une réalité depuis 2002 lorsque la barre des 100 nanomètres (dimension des détails les plus fins) a été franchie. A l'échelle actuelle (32 nanomètres et, depuis 2011, 22 nanomètres), les lois qui régissent le fonctionnement des transistors atteignent leur limite et des effets, souvent indésirables, apparaissent. La recherche explore désormais des méthodes de fabrication par assemblage d'atomes selon une approche ascendante dite "bottom-up".

Un nouveau champ de l'électronique pourrait aussi consister dans l'utilisation de molécules comme transistors élémentaires ouvrant ainsi la voie à l'électronique moléculaire.

Face à ces enjeux majeurs, a été lancé en France en 2009 le programme public/privé de R&D **Nano 2012**, regroupant des industriels et des instituts de recherche et au premier rang desquels le CEA-LETI, dont le chef de file est la société STMicroelectronics.

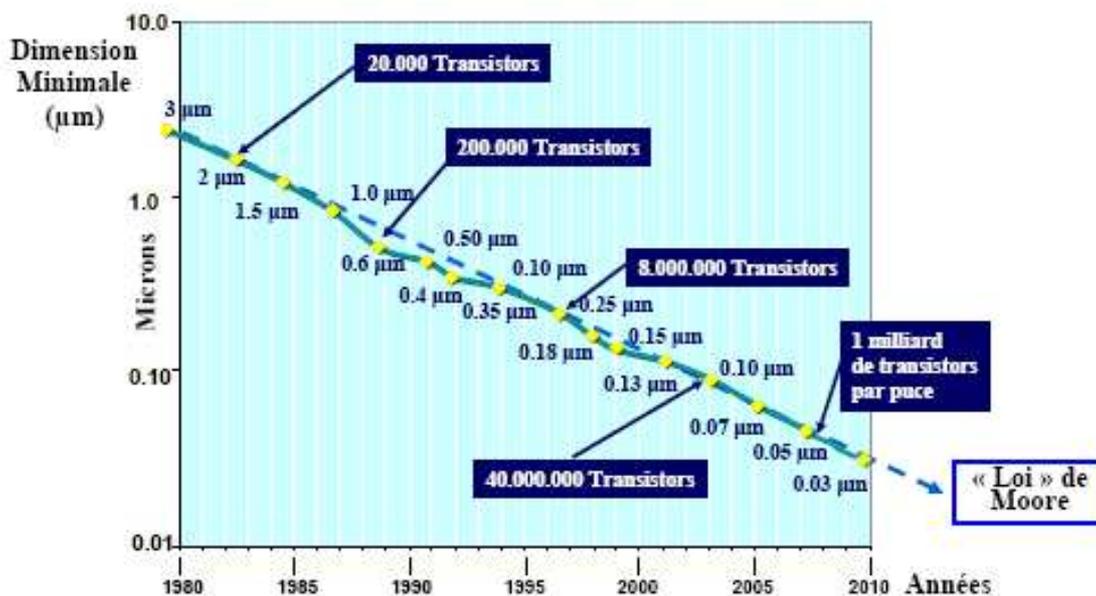
Mais maintenir ce défi technologique justifie de poursuivre un rythme d'innovations et des investissements considérables, à hauteur de plusieurs milliards d'euros que bon nombre de sociétés, notamment européennes, n'auraient plus la capacité d'engager (selon le syndicat français du secteur, le SITELESC).

L'International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS), document de référence du secteur de la microélectronique rédigé par un consortium international d'entreprises, estime que la miniaturisation physique (taille des connexions internes et des transistors) pourrait atteindre ses limites, d'ici dix à quinze ans. En réduisant la finesse de gravure, les industriels se heurtent aux propriétés singulières de la matière à l'échelle nanométrique.

Cette position fait toutefois l'objet de débats puisque certains scientifiques n'hésitent pas à avancer que la recherche de nouvelles voies permettra de surmonter ces difficultés.

Mais, une voie alternative à la course à la miniaturisation, appelée "**More than Moore**", consiste à exploiter de façon différente les propriétés des semi-conducteurs en apportant de nouvelles fonctionnalités sans obligatoirement investir des milliards d'euros pour réduire les dimensions. L'une des solutions consiste notamment à inventer des composants passifs d'un nouveau type, toujours dans du silicium mais avec des

procédures de fabrication spécifiques. D'autre part, des fonctions annexes non numériques comme la Radio Fréquence, les interfaces gérant l'alimentation, etc. gardent toute leur place et continuent à progresser sans qu'il soit obligatoire de recourir à la course à la miniaturisation. Les applications sont multiples, allant de la gestion efficace de l'énergie électrique, aux capteurs pour la santé ou l'automobile et aux composants pour les objets communicants sécurisés. Nous verrons dans la suite du rapport que cette stratégie accompagne le développement des entreprises bas-normandes de la microélectronique.



Evolution de la taille des transistors (µm) et du nombre de transistors par circuit intégré
Source : Rapport MALIER

I.3. L'EVOLUTION DU MARCHÉ DES SEMI-CONDUCTEURS

Au cours des 25 dernières années, le marché mondial des semi-conducteurs a connu une forte progression avec une multiplication par plus de dix de son chiffre d'affaires qui est passé de 25 milliards de dollars⁵ en 1985 à 300 milliards de dollars en 2010⁶.

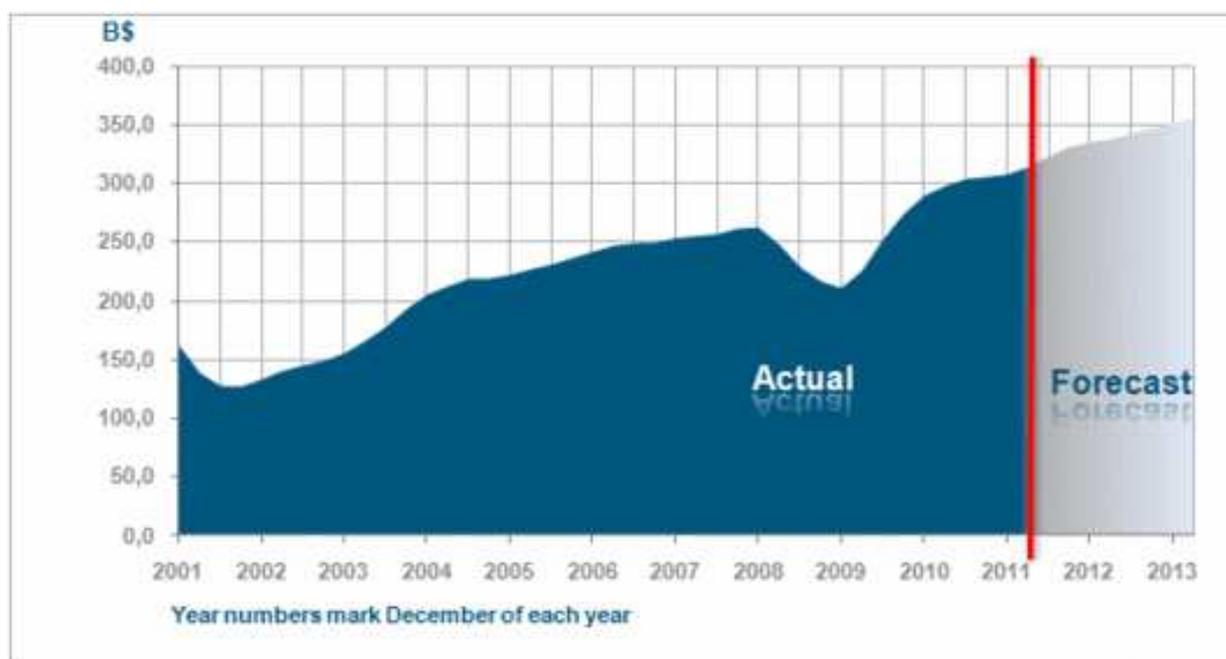
Cette période a toutefois été marquée par des rythmes de croissance différenciés. Au cours des deux dernières décennies, trois grands cycles ont été identifiés :

- entre 1990 et 2000, la croissance du marché des semi-conducteurs a été très forte, atteignant 14 % par an, cette période correspondant à l'explosion des nouvelles technologies de l'information et de la communication et l'équipement des pays développés ;
- entre 2000 et 2005, une saturation du marché des pays développés a entraîné un sensible recul, tout particulièrement en 2001 et 2002, suivi d'une reprise en 2004 et 2005 (2 % de croissance annuelle sur la période) ;

⁵ Source : Rapport de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques sur l'évolution du secteur de la micro/nanoélectronique, par M. Claude SAUNIER, Sénateur, Juin 2008.

⁶ Selon World Semiconductor Trade Statistics.

- depuis 2005, le marché des semi-conducteurs est en forte progression, tiré par les économies en fort développement comme la Chine ou l'Inde et les autres pays émergents. Toutefois, la crise économique a fait plonger le marché en 2008 et 2009. Malgré cela, jusqu'en 2012, ce cycle pourrait connaître une croissance de 6 à 8 % l'an selon World Semiconductor Trade Statistics⁷. Toutefois, la nouvelle crise financière déclenchée durant l'été 2011 et la crainte d'une récession économique pourraient remettre en cause ces prévisions optimistes.



Source : World Semiconductor Trade Statistics

Ces cycles ne sont pas sans répercussion, en positif comme en négatif, sur l'emploi et la santé des entreprises du secteur de la microélectronique. Les périodes de repli de la croissance du marché des semi-conducteurs en 2001-2002 puis en 2008-2009 ont abouti à la restructuration des entreprises, au mouvement de concentration du secteur, et à la perte préjudiciable d'emplois, notamment dans les pays développés. Face à l'augmentation des coûts, certaines entreprises ont développé des alliances pour mettre en commun une partie de la R&D (alliance "Crolles 2" entre 2002 et 2007 entre STMicroelectronics, NXP et Freescale, alliance IBM...).

La course à la baisse du prix des produits de biens d'équipement électronique a entraîné un mouvement profond de transfert de la fabrication des composants électroniques en Asie du Sud-Est.

Il faut également compter avec le raccourcissement du cycle de vie des produits (les gammes de téléphones mobiles, par exemple, sont renouvelées au bout de quelques mois⁸). A cela, il faut ajouter la relative maturité du marché qui exacerbe la

⁷ Organisation qui regroupe 64 sociétés de l'industrie des semi-conducteurs qui représentent plus de 70 % du marché mondial.

⁸ Au sujet de la téléphonie mobile, il est indiqué que les coûts pratiqués aujourd'hui (téléphone mobile vendus à 1 euro) ne reflètent absolument pas la valeur de la technologie. Les frais de développement d'un nouveau mobile coutent environ 250 millions de dollars alors que celui-ci va devenir obsolète au bout de 18 mois.

concurrence. Les contraintes sur les prix sont très fortes et les fabricants doivent apporter en continu de nouvelles innovations sans pour autant augmenter le prix de leurs produits.

Dans le même temps, du fait de la poursuite de la miniaturisation, les moyens de R&D et de fabrication des puces exigent des équipements de production de plus en plus sophistiqués et donc de plus en plus coûteux -d'où la course effrénée aux investissements nécessaires pour maintenir les sites compétitifs au niveau mondial-, incitant certaines entreprises du secteur à se spécialiser en externalisant une partie de la production (process) et ainsi à se scinder, isolant la conception de la fabrication voire à développer des alliances. La segmentation est une évolution forte de ce secteur ces dernières années.

En fait, il convient de rappeler ici que l'industrie des semi-conducteurs se décline en trois séquences principales :

- **la conception** des puces via la R&D (appelée "electrical design"),
- **la fabrication**⁹ (processus physico-chimique) qui est le champ d'activité des grandes usines appelées "fab" qui valent des milliards d'euros et qui "manipulent" des plaques de silicium (matériau de base),
- **l'assemblage** où les plaques de silicium sont découpées pour séparer les puces qui sont encapsulées dans des boîtiers en plastique munis de contacts métalliques.

Les acteurs de la filière se répartissent ainsi à l'heure actuelle en :

- sociétés **généralistes** qui intègrent l'ensemble des métiers de la conception et de la fabrication des puces (Intel ou ST par exemple) ;
- sociétés **fab-light** (NXP par exemple) identiques aux précédentes mais qui externalisent une partie de leur production vers des "fonderies" ;
- sociétés **fabless** (littéralement sans usine, sans unité de fabrication) de semi-conducteurs, qui sont spécialisées dans la conception (R&D) de puces électroniques ;
- sociétés **fonderies** (ou **fab**), qui sont exclusivement des unités de fabrication demandant des investissements considérables (équipements de très haute technologie, salles blanches).

A cela s'ajoutent des métiers périphériques comme les fournisseurs de logiciels parfois très spécialisés, permettant la conception et la modélisation des puces ou la conception de software "embarqué" dans les puces ou encore des sociétés spécialisées dans le test des composants.

Le rapport de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) sur l'évolution du secteur de la micro/nanoélectronique présenté en 2008 par le Sénateur Claude SAUNIER a mis en évidence les limites d'une séparation trop distincte entre la technologie et le design. En effet, les concepteurs de puces ont besoin du retour d'expérience de la fabrication pour améliorer et concevoir les nouveaux composants d'où l'utilité de lier activités de R&D avec production. Cette étude met aussi en garde contre le risque de quasi-monopole, les "fabless" pouvant être menacées directement par les fondeurs.

⁹ Les experts du secteur emploient souvent ici le terme de "diffusion".

I.3.1. Le rôle aujourd'hui dominant de la zone Asie-Pacifique

Selon le rapport de l'OPECST sur l'évolution du secteur de la micro/nanoélectronique réalisé en 2008 précité¹⁰, 45 % de la production (lieu de fabrication) des semi-conducteurs dans le monde étaient alors réalisés en Asie du Sud-Est, 24 % au Japon (d'où la pénurie de certains composants suite au tsunami du 11 mars 2011), 18 % aux Etats-Unis et 13 % en Europe.

Les plus grandes fonderies de semi-conducteurs sont aujourd'hui localisées à Taïwan avec le plus important fabricant mondial indépendant, TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation) ou encore UMC (United Microelectronics Corporation).

En 2007, 41,7 milliards de dollars avaient été investis dans des capacités de production dont 47,2 % en Asie du Sud-Est contre 16 % aux Etats-Unis et 7,6 % en Europe. Ces résultats seraient probablement à réévaluer au profit d'une domination asiatique toujours plus forte dans ce secteur microélectronique en raison notamment des politiques très offensives conduites par ces pays pour attirer toujours plus d'activités de fabrication dans ce secteur. La part prépondérante de l'Asie du Sud-Est s'inscrit d'ailleurs dans l'évolution constatée depuis plusieurs décennies de regrouper localement toute la chaîne de production, des puces électroniques aux produits finis (téléviseurs, ordinateurs, téléphones portables...).

	Montants en milliards de dollars				Croissance annuelle en %			
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Amérique	38 520	53 675	58 058	63 058	1,7	39,3	8,2	8,6
Europe	29 865	38 054	41 106	45 422	- 21,9	27,4	8,0	10,5
Japon	38 300	46 561	43 692	47 988	- 21,0	21,6	- 6,2	9,8
Asie Pacifique	119 628	160 025	171 553	181 908	- 3,5	33,8	7,2	6,0
Monde	226 313	298 315	314 410	338 375	- 9,0	31,8	5,4	7,6
Semi-conducteurs discrets	14 175	19 802	21 601	23 156	- 16,3	39,7	9,1	7,2
Optoélectronique	17 043	21 702	22 360	24 302	- 4,8	27,3	3,0	8,7
Capteurs	4 753	6 903	8 176	9 072	- 7,0	45,2	18,4	11,0
Circuits intégrés	190 342	249 909	262 272	281 845	- 8,8	31,3	4,9	7,5
Total	226 313	298 315	314 410	338 375	- 9,0	31,8	5,4	7,6

Croissance mondiale du marché des semi-conducteurs - projection pour 2011 et 2012 (à Mai 2011)

Source : World Semiconductor Trade Statistics

En 2010, selon les statistiques de la World Semiconductor Trade Statistics (chiffres définitifs), la zone Asie-Pacifique représentait 54 % du marché¹¹ des semi-conducteurs, le continent américain 18 %, le Japon 16 % et la zone Europe, 13 %. Les pays émergents ou en fort développement tirent le marché au premier rang desquels figurent la Chine, suivie par l'Inde, l'Indonésie, le Brésil...

Selon le classement des principaux fournisseurs mondiaux de semi-conducteurs (hors fonderies) réalisé par le cabinet iSuppli, la société américaine INTEL a réalisé en

¹⁰ Cf. référence dans une précédente note de bas de page.

¹¹ Au sens économique du terme, à savoir, lieu de rencontre de l'offre et de la demande.

2010 le chiffre d'affaires mondial le plus élevé (13,2 % du secteur au niveau mondial), suivie par le groupe sud-coréen SAMSUNG (9,3 %), le japonais TOSHIBA (4,3 %), à égalité avec l'américain Texas Instruments (4,3 %).

Rang 2009	Rang 2010	Sociétés	CA 2009 (millions de dollars)	CA 2010 (millions de dollars)	Croissance 2010/2009 (en %)	Poids mondial (en %)
1	1	Intel	32,190	40,020	24,3	13,2
2	2	Samsung	17,496	28,137	60,8	9,3
3	3	Toshiba	10,319	13,081	26,8	4,3
4	4	Texas Instruments	9,671	12,966	34,1	4,3
9	5	Renesas ¹²	5,153	11,840	129,8	3,9
7	6	Hynix	6,246	10,577	69,3	3,5
5	7	STMicroelectronics	8,510	10,290	20,9	3,4
13	8	Micron Technology	4,293	8,853	106,2	2,9
6	9	Qualcomm	6,409	7,200	12,3	2,4
15	10	Elpidia Memory	3,948	6,878	74,2	2,3
14	11	Broadcom	4,278	6,506	52,1	2,1
8	12	AMD	5,207	6,355	22,0	2,1
11	13	Infineon	4,456	6,226	39,7	2,0
10	14	Sony	4,468	5,336	19,4	1,8
18	15	Panasonic	3,243	5,128	58,1	1,7
17	16	Freescale	3,402	4,329	27,2	1,4
19	17	NXP	3,240	4,021	24,1	1,3
23	18	Marvell	2,572	3,680	43,1	1,2
16	19	MediaTek	3,551	3,595	1,2	1,2
20	20	nVidia	2,826	3,189	12,8	1,0
		autres	88,031	105,799	20,2	34,8
		<i>ponds des 20</i>	<i>141,480</i>	<i>198,210</i>	<i>40,1</i>	<i>65,2</i>
Total			229,510	304,010	100,0	32,5

Classement et revenus des 20 principaux fournisseurs mondiaux de semi-conducteurs

Source : iSuppli - Décembre 2010

La première société européenne, STMicroelectronics (groupe franco-italien), est positionnée à la septième place (elle était en cinquième position en 2009).

Au-delà des 20 plus grandes sociétés répertoriées dans le tableau ci-après et qui représentent 32,5 % du chiffre d'affaires total le secteur reste toutefois encore largement diversifié malgré les mouvements de fusions et de rachats au cours de la dernière décennie.

Après un fort rebond en 2010 (+ 31,3 % par rapport à 2009), les projections de croissance du marché des semi-conducteurs à court terme laissent, selon les analystes, augurer une croissance de l'ordre de 4,9 et 7,5 % en 2011 et 2012. Mais le fort ralentissement de la croissance observé au troisième trimestre de 2011 dans ce secteur tend à contrarier ces prévisions.

¹² Renesas est le résultat d'une alliance entre NEC, Mitsubishi et Hitachi.

Sur l'expérience des dernières années, on observe assez souvent que dans le secteur microélectronique, le cycle moyen est de trois bonnes années pour deux années médiocres.

Pour l'avenir, les besoins sociétaux majeurs devraient continuer à tirer le marché du secteur microélectronique vers le haut ; ils concernent des domaines comme la santé, les télécommunications, l'automobile, l'énergie, le secteur aérospatial... Mais parmi ces marchés, certains sont davantage porteurs que d'autres en termes de valeur ajoutée ou présentent des degrés de maturité différents. Ainsi, le marché des composants servant à la production des téléphones portables est soumis à une forte concurrence et confronté à une forte baisse des prix, rendant leur fabrication très aléatoire en dehors de l'Asie du Sud-Est.

Par ailleurs, comme l'ont souligné les récents rapports SAUNIER¹³ et MALIER¹⁴, il existe *"un modèle asiatique caractérisé par une politique industrielle volontariste assortie de moyens financiers considérables, transcendant les diversités économiques, démographiques et politiques de ces pays"*. Les pays d'Asie du Sud-Est déploient en effet des dispositifs très attractifs pour accueillir des activités autour de l'électronique et des semi-conducteurs.

Le rapport MALIER reprend à cet égard une étude réalisée par SEMI Europe, une association des acteurs autour des semi-conducteurs qui recense l'ensemble des avantages offerts à une entreprise qui s'implante en Asie du Sud-Est.

Sont proposées, tout d'abord, des aides à l'infrastructure avec accès gratuit au terrain pour les entreprises, un système de leasing gratuit pendant 5 ans pour les bâtiments et les équipements puis à faible taux d'intérêt pendant les 15 années suivantes avec un engagement d'achat au bout de 20 ans à la valeur d'achat moins les déductions des intérêts payés, des tarifs extrêmement avantageux pour l'accès à l'énergie et aux fluides (électricité, gaz et eau), une garantie sur les prêts bancaires et enfin, 10 % des investissements réalisés pour la protection de l'environnement sont déduits de l'impôt sur le revenu des sociétés.

Ensuite interviennent des aides à la R&D avec un crédit d'impôt sur les sociétés allant jusqu'à 150 % pour les dépenses en la matière (développement de nouveaux produits, amélioration des technologies de production et l'utilisation de technologies avancées pour les procédés de fabrication).

Enfin, les aides à la production comprennent des exonérations d'impôt sur les sociétés (Corporate Income Tax) pendant les 5 premières années, puis à 70 % les 5 années suivantes et à 40 % jusqu'à 25 ans (sachant que la fiscalité sur les sociétés est de l'ordre de 1,5 %), 70 % de la part locale des impôts sur le revenu des individus est reversée à l'entreprise pendant les 8 premières années d'installation, des aides sont prévues pour la formation du personnel, des conditions préférentielles offertes aux équipementiers venant s'installer, une zone libre de commerce pour les douanes...

Précisons que les autorités s'engagent sur les mêmes conditions en cas d'un projet d'extension.

¹³ Rapport de Claude SAUNIER, Sénateur : "Evolution du secteur de la micro//nanoélectronique" (OPECST), 2008.

¹⁴ Rapport de Laurent MALIER, Directeur du LETI : "Les sites français de production micro-nanoélectronique", 2010.

A cela, il convient d'ajouter une législation du travail très souple, un niveau de salaire incomparablement plus bas qu'en occident (bien que le salaire n'intervient qu'à hauteur de 15 % du coût d'un produit final), la dynamique actuelle du marché asiatique, la conversion euro/dollar défavorable à la zone euro ou encore des contraintes environnementales plus faibles dans ces pays.

N'oublions pas non plus l'accès à un coût moindre aux matières premières et notamment aux terres rares -essentielles pour la microélectronique- dont des pays comme la Chine possèdent la quasi-totalité des ressources actuellement exploitées dans le monde.

Certains pays et en premier lieu Taïwan (second producteur mondial de semi-conducteurs après le Japon¹⁵) avec une part de près de 20 % dans la production mondiale déploient des efforts considérables pour attirer les fabricants sur leur sol. Dans ce pays, le secteur des semi-conducteurs représente 50 % de la production industrielle, 12 % du PIB et emploie 80.000 personnes. Selon le rapport MALIER, la stratégie de Taïwan repose sur trois axes :

- un volontarisme politique fort,
- des plans de développements nationaux fixant les grandes orientations industrielles pour l'avenir,
- des agences gouvernementales qui jouent un rôle stratégique dans la planification et la mise en œuvre des politiques économiques.

Comme nous le verrons dans la partie consacrée à la Basse-Normandie, l'avenir de la fabrication de composants en France comme en Europe dans des unités de type PME est intimement lié au développement de marchés de niche à forte valeur ajoutée et au fort potentiel de croissance du point de vue des usages et des applications concernés pour rester compétitive. La santé représente à cet égard un secteur particulièrement d'avenir.

I.3.2. Un manque d'ambition au niveau européen en faveur de la microélectronique

Le marché européen des semi-conducteurs présentait en 2010 un chiffre d'affaires de 38 milliards de dollars (soit plus de 12 % du marché mondial), en progression de 27,4 % par rapport à 2009.

Le tableau des 20 principales entreprises précédemment présenté révèle le faible nombre de sociétés européennes parmi les principaux acteurs du marché mondial. Toutefois, selon le rapport MALIER précité, des sociétés conservent néanmoins un rôle de leadership mondial dans le secteur des composants. Il cite ainsi :

- **STMicroelectronics**, leader mondial des "systèmes sur puces" (ou System-on-Chip / SoC),
- **ST-Ericsson** (coentreprise de la précédente) issue de la fusion des activités de composants pour terminaux mobiles des sociétés ST, Ericsson et NXP Wireless,

15 C'est la raison pour laquelle le tremblement de terre et le raz de marée de mars 2011 a eu des effets mondiaux sur l'approvisionnement de certains composants.

- **SOITEC**, issue du CEA-LETI et leader mondial des substrats avancés pour les applications en électronique et optoélectronique,
- **BOSCH** et **STMICROELECTRONICS-Italie** : deux des trois premières sociétés en composants, micro-systèmes (MEMS pour MicroElectroMechanical Systems),
- **ASML**, groupe hollandais, leader mondial des équipements de lithographie optique pour la microélectronique.

Selon ce rapport, l'Europe présente l'atout majeur de disposer à la fois d'Instituts au premier rang de la recherche technologique mondiale, de quelques "clusters" de niveau international, qui associent localement recherche, développement et production autour d'acteurs variés sur la chaîne de valeur, ainsi que des cadres collaboratifs permettant la réalisation de programmes transnationaux.

En Europe, les technologies les plus avancées concernent la France avec Crolles, l'Allemagne avec Dresde et l'Irlande.

Parmi les Instituts de recherche de haut niveau en lien étroit avec l'industrie, les principaux sont le CEA-LETI (Laboratoire d'Electronique et de Technologies de l'Information) à Grenoble, l'Institut de MicroElectronique et Composants (IMEC) à Louvain en Belgique et l'Institut Fraunhofer en Allemagne dont le centre de Dresde est spécialisé dans l'intégration 3D des semi-conducteurs.

Face à un contexte international d'extrême compétition, force est de constater l'absence d'une politique industrielle européenne au plan général et un manque de stratégie en faveur de l'industrie des semi-conducteurs en particulier.

L'intervention de l'Europe se limite essentiellement à aider la recherche pariant sur le fait que la dynamique industrielle suivra. Citons ainsi, parmi les principales initiatives européennes en R&D en faveur de la microélectronique :

- le programme EUREKA **CATRENE** (Cluster for Application and Technology Research in Europe on NanoElectronics) qui a succédé en 2008 à MEDEA+ (Microelectronics Development for European Applications). Pour CATRENE, il existe un Comité de pilotage constitué des représentants des Etats- ;
- le programme EUREKA **EURISPIDES** (Eureka Initiative for Packaging and Integration of Devices and Smart System) ;
- le programme EUREKA **ITEA 2** (Information Technology for European Advancement) ;
- **ENIAC**, initiative technologique conjointe en nanoélectronique qui répond à un mécanisme différent des programmes précédemment décrits, le cadre étant imposé par la Commission Européenne avec un Comité de pilotage constitué d'industriels. La Commission abonde au-dessus des Etats.

Toutefois, fin 2009, la Commission Européenne a classé la micro et nanoélectronique parmi les 6 technologies clés identifiées qui comptent au sein de l'Union (les autres étant les nanotechnologies, les matériaux avancés, la photonique, les biotechnologies et les systèmes avancés de fabrication). A la suite de quoi, un groupe d'experts a produit un premier rapport analysant les forces, faiblesses,

opportunités et menaces¹⁶ et identifiant les conditions nécessaires pour accroître la compétitivité et l'innovation en Europe, le rapport final ayant été publié en juin 2011¹⁷.

Parmi les forces, le groupe d'experts a mis en évidence le socle industriel de la microélectronique européenne avec la présence, au sein de l'Union Européenne, des principaux leaders, classés parmi les dix premiers, du secteur des semi-conducteurs. Parmi les forces en présence, soulignons le leadership mondial dans les technologies et applications autour des technologies "More than Moore" et la présence de l'ensemble de la chaîne de valeur. L'Europe se distingue dans les technologies analogiques et les convertisseurs analogique/numérique ou numérique/analogique qui ouvrent des perspectives de marchés très importants dans des applications comme l'énergie avec le photovoltaïque.

Les marchés qui tirent le secteur de la microélectronique en Europe sont l'automobile, la carte à puce, l'aéronautique et le spatial ou encore la téléphonie mobile (même si les cœurs numériques ne sont plus aujourd'hui fabriqués en Europe).

L'un des autres points majeurs est que l'Europe présente un enseignement et une recherche fondamentale de haut niveau dans ce domaine, mais que les valorisations industrielles et l'emploi restent en deçà des efforts consacrés, le rapport désignant ce déficit sous le qualificatif de "Vallée de la Mort".

Par ailleurs, les réglementations européennes qui veillent à encadrer rigoureusement les aides publiques des Etats membres et de leurs collectivités territoriales au nom du principe de la non-concurrence entre Etats fragilisent en vérité ce secteur au plan mondial en générant, paradoxalement, des distorsions de concurrence. En effet, le problème réside dans le fait que dans le secteur de la microélectronique, la concurrence n'est plus désormais intra-européenne mais internationale avec un rôle prédominant de l'Asie du Sud-Est. Pour les professionnels de cette activité, il apparaît donc dépassé de mettre en avant la question de la concurrence à l'intérieur de l'Europe alors que les véritables concurrents sont extérieurs et des pays comme Taïwan, par exemple, affichent la volonté de progresser dans la chaîne de valeur. Si on compare la situation aux USA, également impactés par le départ des fonderies pour l'Extrême-Orient, ce sont les Etats entre eux qui se font concurrence pour récupérer les activités microélectroniques sans que le gouvernement fédéral n'y fasse obstacle. Citons à cet égard les dispositifs déployés par l'Etat de New-York pour aider à des investissements dans l'industrie des semi-conducteurs.

Certains observateurs déplorent une trop forte rigueur de la DG "Concurrence" dans l'application des règlements et surtout de leur interprétation et l'absence de concertation avec les autres DG (telles "Entreprises et Industries" et "Recherche et Innovation"). D'autant que des dispositifs d'exception rendus possibles par les règlements européens ne seraient pas activés dans la microélectronique. Par exemple, l'Europe a la possibilité d'aider une activité ou un secteur précis si la preuve peut être avancée qu'elle n'est pas concurrencée au sein de ses frontières mais ce principe s'avère difficile à mettre en avant comme en témoigne une demande de la Hollande au bénéfice de l'entreprise ASML, premier fournisseur mondial de systèmes de lithographie pour l'industrie des semi-conducteurs, en vue d'investissements pour aider

¹⁶ Rapport du Groupe d'Experts de Haut Niveau sur le document de travail relatif aux Technologies Clés européennes "La maîtrise et le déploiement des technologies clés : construire un pont pour traverser la "vallée de la mort" pour la compétitivité future de l'innovation européenne".

¹⁷ http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/kets_high_level_group_en.htm

une technologie et des outils (photorépéteurs) dont la société a l'exclusivité, notamment en Europe. Malgré cela, mettant en avant le "bénéfice du doute", la Commission Européenne ne s'est pas prononcée sur ce sujet et n'a donc pas donné son accord au financement public.

Par ailleurs, comme l'activité microélectronique ne concerne que quelques pays européens sur les 27 Etats membres, le lancement d'un plan d'aide européen ambitieux pourrait se heurter au principe de l'unanimité, certains Etats réclamant alors des compensations pour un autre secteur d'activité (attitude qui justifie un "saupoudrage" des aides notamment liées à l'innovation...). Ce fonctionnement empêche aussi de favoriser un institut de recherche et développement dans un pays donné au détriment d'un autre.

Un récent rapport d'information déposé par la Commission des Affaires Européennes de l'Assemblée Nationale sur la politique industrielle en appelle à la modification du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne¹⁸.

Par ailleurs, dénoncer auprès de l'OMC les mesures incitatives de pays du Sud-Est asiatique (subventions directes, détaxation...) qui s'apparentent à de la concurrence déloyale s'avèrerait un processus complexe, long et probablement vain.

Le déplacement du centre de gravité des pôles mondiaux de production des composants microélectroniques vers l'Asie du Sud-Est pose des problématiques d'ordres économiques et stratégiques. Outre les répercussions importantes en termes d'emplois, la maîtrise de la technologie des semi-conducteurs par des pays comme la Chine ou l'Inde et le développement de la R&D aux dépens des pays occidentaux pose incontestablement des questions de perte de savoir-faire et de compétitivité voire d'indépendance à moyen ou long terme.

I.3.3. Une récente prise de conscience au niveau national pour sauvegarder un secteur microélectronique compétitif

Le secteur des semi-conducteurs emploie au niveau français près de 19 300 salariés sur la base des structures adhérentes au SITELESC¹⁹, le syndicat professionnel de la micro et nanoélectronique qui estime qu'un emploi dans la microélectronique générerait 4 à 5 emplois indirects ou induits.

Dans le domaine de la production, il ne subsiste plus que quatre grandes unités de fabrication en France :

- STMicroelectronics à Crolles en Isère,

¹⁸ Ce rapport, présenté par les députés Jérôme LAMBERT et Jacques MYARD, le 1^{er} juin 2011, met en avant les travers du processus très contraignant d'encadrement communautaire des aides d'Etat et appelle à la modification du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne "de façon à permettre une voie de recours au niveau du Conseil européen en cas de décision négative de la Commission et de favoriser la collaboration de la DG "Concurrence" avec les autres directions afin d'éviter un fonctionnement en vase clos". En outre, s'agissant des dispositions relevant du marché intérieur, le rapport recommande "de mettre en place des règles de réciprocité d'accès aux marchés et d'instaurer une clause d'alignement permettant d'autoriser les aides plus importantes lorsqu'il est établi qu'un pays concurrent direct non européen obtient davantage de financement (ou finance davantage), dans le même domaine".

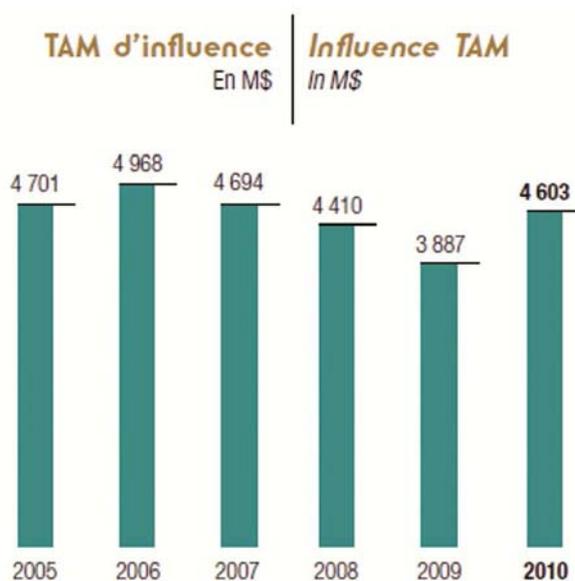
¹⁹ Syndicat des Industries de Tubes Electroniques et Semi-conducteurs.

- STMicroelectronics à Rousset dans les Bouches du Rhône,
- LFOUNDRY à Rousset (ex site d'ATMEL),
- ALTIS à Corbeil-Essonnes (site récemment racheté).

La plupart des unités travaillent sur des technologies de gravure de 110 / 90 nanomètres alors le 45 nanomètres est déjà en production. Au niveau mondial, INTEL prétend déjà se positionner sur du 20 nanomètres...

A cela, il convient d'ajouter d'autres sociétés de production plus modestes qui travaillent sur des technologies moins avancées comme SOITEC (Les Ulis dans l'Essonne, Grenoble) ou IPDIA (Caen).

Le marché français atteignait 1,7 milliard d'euros en 2010. Le marché d'influence (ou TAM²⁰ d'influence) de la France dans le secteur microélectronique est un indicateur important à prendre en considération. Ce résultat est calculé sur les résultats consolidés des ventes de semi-conducteurs générées par des conceptions de produits réalisées en France, quel que soit le pays où les fabrications et les facturations sont réalisées. Selon ce calcul, la France représentait 4,6 milliards de dollars d'ordres au niveau mondial en 2010.



Evolution du TAM d'influence France

Source : SITELESC

Quelques sites français ont été fragilisés ces derniers mois suite à la décision de sociétés de mettre fin à la fabrication comme FREESCALE (ex MOTOROLA Semiconductor) à Toulouse ou ATMEL à Nantes (qui conserve toutefois la R&D, à l'instar de l'implantation de Rousset).

Toutefois, les activités de conception (design) et la R&D restent encore pour l'heure une véritable force en France comme en Europe.

²⁰ Total Available Market, c'est-à-dire le marché total accessible.

La situation du contexte mondial précédemment décrite a suscité une prise de conscience récente des pouvoirs publics en France autour des problématiques de maintien d'une industrie des semi-conducteurs compétitive sur son territoire et de la menace que représenterait un désengagement total de l'industrie de fabrication des puces dans notre pays en termes de sécurité nationale (exemple des documents électroniques), de défense, de maîtrise des technologies comme l'automobile ou la santé.

En 2010, les Etats Généraux de l'Industrie ont reconnu la nécessité d'un sursaut national de relance de l'industrie. De même, la démarche des "technologies clés" ont de leur côté mis en avant l'importance de l'industrie des puces (en production comme en design). La mission confiée par le Ministre chargé de l'Industrie, Christian ESTROSI, à Laurent MALIER, Directeur du CEA-LETI, et qui a débouché sur la parution d'un rapport sur "les sites français de production micro-nanoélectronique" mi-2010 s'inscrit dans la même démarche. L'objectif affiché de cette commande était clairement de "*définir, en lien étroit avec les industriels, une stratégie cohérente pour l'ensemble du tissu industriel français en micro-nanoélectronique et d'identifier, site par site, les priorités en R&D*".

S'il existe une réelle prise de conscience des enjeux et défis à surmonter via les différents rapports nationaux et européens et leurs préconisations, il reste toutefois à les concrétiser dans les décisions de manière urgente.

La France conserve encore en Europe une place majeure avec quelques territoires où se concentrent des potentiels industriels et technologiques très importants.

Le site où se regroupe le plus fort potentiel est celui du bassin grenoblois (Grenoble et Crolles) où se concentrent d'importantes entreprises comme STMicroelectronics, SOITEC, E2V Semiconductors... en synergie avec les acteurs de la recherche publique et de l'enseignement supérieur au cœur du campus d'innovation en micro et nanotechnologies **MINATEC**.

Le **LETI**, émanation du Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA)²¹, est un centre de recherche appliquée en microélectronique et en technologies de l'information et de la santé. Interface privilégiée du monde industriel et de la recherche académique, il assure le développement et le transfert de technologies innovantes dans des secteurs variés. Fort d'une communauté scientifique de près de 1 600 personnes travaillant au service de l'innovation et du transfert de technologies, le LETI est source de compétences dédiées à l'innovation. Pourvu d'un portefeuille de 1 700 familles de brevets, il contribue à renforcer la compétitivité de ses partenaires industriels. Interlocuteur privilégié du monde industriel, le LETI a suscité la création de près de 30 start-up de haute technologie, dont SOITEC, leader mondial du silicium sur isolant.

Le Pôle de compétitivité mondial **MINALOGIC** - Micro Nanotechnologies et Systèmes embarqués - Grenoble Rhône-Alpes est au cœur de ce développement. Celui-ci anime et structure dans la région Rhône-Alpes, un espace majeur d'innovation

²¹ Son origine concerne la physique nucléaire puisque c'est en 1957 que fut créé le Service d'électronique du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble (CENG) pour travailler sur l'électronique du réacteur Mélusine. Au cours des années 60, le virage a été pris de se spécialiser dans la technologie innovante à l'époque des circuits intégrés.

et de compétences spécialisées dans les solutions miniaturisées intelligentes pour l'industrie. MINALOGIC développe des partenariats industrie-recherche-formation, au niveau national et international, dans les secteurs de la santé, de l'environnement, de l'énergie, de la mobilité, de la connectivité, de l'imagerie et de toutes les industries intégratrices d'électronique, à la recherche de ruptures ou d'innovations technologiques. Situé au cœur d'un des centres mondiaux leaders sur les micro-nanotechnologies et l'intelligence logicielle embarquée, ce pôle conjugue les compétences et le savoir-faire des PME et des grands groupes, des centres de recherche et de formation, Etat et collectivités territoriales dans une dynamique d'innovation.

Provence-Alpes-Côte d'Azur concentre également des potentiels importants en microélectronique avec des acteurs majeurs comme un autre gros établissement de STMicroelectronics et l'entreprise ATMEL Corporation à Rousset (qui ne fait plus aujourd'hui que de la R&D) dans les Bouches-du-Rhône en ajoutant le potentiel technologique existant à Sophia Antipolis. Le pôle de compétitivité mondial **SCS** (Solutions Communicantes Sécurisées) est d'ailleurs particulièrement concentré sur ces deux sites. Citons également en région PACA la société Inside Secure, l'un des leaders des puces et solutions sans contact.

La région toulousaine rassemble également des compétences scientifiques et des potentiels industriels reconnus avec notamment la présence de l'entreprise FREESCALE (ex MOTOROLA Semiconductors).

L'Île de France concentre des compétences avérées. Le plus grand établissement est ALTIS à Corbeil-Essonnes depuis 1964), leader européen innovant sur le marché de la fonderie spécialisée dont les deux actionnaires-clients IBM et INFINEON (ex SIEMENS Semiconductors) ont décidé de se retirer en 2009. ALTIS a été rachetée récemment par un fonds d'investissement.

D'autres pôles sont identifiés par le rapport MALIER relatif aux sites français de production micro-nanoélectronique comme Nantes, Tours et Caen.

II. LA MICROELECTRONIQUE EN BASSE-NORMANDIE

II.1. DES ORIGINES AU CONTEXTE ACTUEL DE LA MICROELECTRONIQUE

Avant d'aborder le contexte actuel, les potentiels économiques existants et les perspectives du secteur de la microélectronique et de ses activités connexes au plan régional, il paraît utile de rappeler les grandes étapes historiques relatives à ce secteur en Basse-Normandie, de ses prémices jusqu'à la situation actuelle. Au cours de ces cinquante dernières années, ce secteur a connu différentes phases de développement d'origines endogène et exogène, de nombreuses activités naissant et disparaissant au gré de l'évolution technologique, des besoins ou des contraintes du marché. Le contexte mondial et les évolutions décrites dans les chapitres précédents ont impacté directement le territoire bas-normand aboutissant du point de vue de l'emploi tantôt à des développements et tantôt à des restructurations.

II.1.1. L'ancrage de la microélectronique en Basse-Normandie au cours de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle²²

Historiquement, ce serait de mémoire ouvrière à Alençon qu'une activité industrielle en lien avec la microélectronique se serait implantée dans les années 50. Les seules traces que nous ont permis d'obtenir la Chambre de Commerce et d'Industrie d'Alençon reposent sur l'installation, en 1965 dans cette ville, de la société SILEC (750 personnes) qui deviendra SSC (SILEC - Semi-Conducteurs) puis sera absorbée par fusion, le nouvel employeur devenant Thomson Semi-Conducteurs.

Cet établissement SILEC puis THOMSON aurait fabriqué les premières diodes solides à partir de brevets américains.

Ce site THOMSON CSF sera cédé en 1985 à la société FACON (Fabrication Automatique de Condensateurs) avec reprise de l'activité fabrication de semi-conducteurs de puissance²³. Entre 1984 et 1985, les effectifs passeront de 258 à 96 salariés.

Mais c'est avec l'inauguration, le 12 novembre 1957, du centre industriel de La Radiotechnique, filiale de la société néerlandaise Philips, sur des terres agricoles du plateau nord de Caen, que la microélectronique va s'ancrer en Basse-Normandie. Cette implantation qui s'inscrivait à cette époque dans la vague de délocalisation industrielle était destinée au développement et à la production de composants semi-conducteurs.

Le premier atelier transféré de Suresnes occupait une vingtaine de personnes au montage de diodes, activité initiale du site, sur une surface de 2 000 m². Cette activité consistait à encapsuler dans une ampoule de verre un contact redresseur par pointe sur un cristal de germanium. L'opération essentiellement manuelle au début, fournit

²² Ce chapitre s'inspire de la lecture d'un document édité à l'occasion des 40 ans du Centre Philips de Caen en 1997.

²³ FACON est devenu ASTEEL en 2008. Aujourd'hui, le Groupe ASTEELFLASH, sur le site de Valframbert, est spécialisé dans la mécatronique.

4 millions de pièces la première année et, largement mécanisée par la suite, elle aboutit à une production totale de 300 millions de pièces en 10 ans.

Après l'activité des diodes, la fabrication des premiers transistors fut, de la même manière, transférée de Suresnes sur le site de Caen. En 1962, La Radiotechnique fournissait ainsi des transistors à la société IBM pour ses ordinateurs. Différentes familles de transistors qui se sont ainsi succédé furent produites sur Caen, les derniers ayant été fabriqués en 1993.

Au milieu des années 60, le passage du transistor individuel aux premiers circuits intégrés entraîna un saut technique majeur compte tenu de la multiplication des étapes technologiques nécessaires à leur réalisation. Les motifs des circuits étant de 2,5 microns (millièmes de millimètres) à l'époque, il fallait se prémunir de toute poussière, cause de défauts. Furent alors construites les premières salles blanches.

Très tôt, la recherche et le développement intégrèrent le site, le centre hébergeant dans les premières années un laboratoire. L'évolution générale s'est également traduite par une augmentation de la technicité du centre avec pour conséquence le développement de la qualification des salariés par apport extérieur mais aussi par formation interne. Les liens avec l'enseignement supérieur local et notamment l'Institut Universitaire de Technologie (dont le premier Département "Mesures Physiques" est hébergé dans un premier temps à La Radiotechnique en 1967) et l'établissement qui deviendra plus tard l'ENSICAEN ont été cruciaux à cet égard en matière de formation des techniciens et des ingénieurs.

On ne pourra être ici exhaustif sur les multiples et différents types de produits fabriqués sur le site caennais qui changera à plusieurs reprises de raison sociale : La Radiotechnique en 1957, La Radiotechnique - COPRIM RTC en 1966, RTC La Radiotechnique - COMPELEC en 1968, RTC - COMPELEC en 1986, Philips Composants en 1990 et Philips Semi-conducteurs en 1994.



Parmi les activités très avant-gardistes du centre de Caen, il faut relever les développements, dès 1958, dans le domaine des cellules et panneaux solaires sur la base de la technologie du silicium. En 1979, la société Photowatt était créée sur Caen à partir de l'activité RTC - Cellules Solaires, au départ en tant qu'organisme de recherche autour des technologies photovoltaïques. La société a déménagé à Bourgoin-Jallieu en 1990 pour s'agrandir et se rapprocher des industriels des semi-conducteurs et des centres de recherche de Lyon et de Grenoble²⁴.

L'activité "cartes à puces" a également pour origine le centre RTC de Caen puisque dès 1985, une équipe de trois personnes mettait en place les bases de cette nouvelle activité, ancrant cette compétence sur le territoire bas-normand qui bénéficiera en 1995 dans le domaine des Transactions Electroniques Sécurisées (TES) du label de Pôle de Compétitivité. En 1991, forte de 60 personnes, cette unité fut transférée à Philips TRT, pour devenir ensuite une unité autonome qui sera cédée à l'entreprise DeLaRue puis à Oberthur Card System, activité qui, contre toute attente, fermera en

²⁴ Source : <http://www.photowatt.com/fr/societe/historique/>

2007 pour un transfert d'activités sur Vitré. A cette date, l'établissement caennais comptait 127 salariés.

Citons également une activité développée à La Radiotechnique dès 1962 autour de la détection nucléaire. La destination des produits développés concernait les centres de recherche nucléaires civils et militaires comme le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) ou le Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN)... pour la détection de particules chargées (alpha, protons, ions lourds, bêta...) ainsi que les instituts médicaux pour la détection du rayonnement gamma (cobalt). 40 ans après, le plateau nord de Caen est le théâtre de développements autour de la recherche nucléaire dont le Pôle nucléaire Nucléopolis est aujourd'hui un acteur fédérateur au niveau régional.

Des compétences autour de l'optoélectronique et des émetteurs furent à l'origine de différents matériaux développés, dès 1959, pour des applications électroluminescentes quelques années plus tard. Furent ainsi fabriqués sur Caen des milliards de voyants et d'afficheurs numériques jusqu'en 1989. Cette technologie servit également à la fabrication d'émetteurs infrarouge utilisés -entre autres- pour les télécommandes. Au passage, il convient de relever que le premier laser européen à semi-conducteurs fut réalisé à l'usine de Caen en 1963.

Citons aussi la fabrication de photorécepteurs jusqu'en 1993 à partir des compétences développées dès le début du centre sur les photodiodes au germanium.

De 1964 à 1990 furent développés et fabriqués les photocoupleurs qui consistaient à associer, dans un même boîtier, un cristal émetteur et un cristal récepteur. L'une des fonctions principales de ce composant était d'assurer l'isolement électrique et donc de permettre la protection des personnes et de prévenir les perturbations de fonctionnement des équipements et matériels. A partir de 1983, seule l'activité développement demeurait sur Caen, la fabrication ayant été transférée à Manille. En 1990, cette activité de fabrication fut cédée.

Dès le début des années 70 furent développées des activités de R&D autour de modules hyperfréquences et ce, jusqu'en 1995 où elles furent transférées à Nimègue (Pays-Bas).

Le centre de Caen sera concerné entre 1976 et 1986 par une activité de développement et de production des mémoires PROM (Programmable Read Only Memory) et RAM (Random Access Memory).

Peu de temps après le début de l'ère des circuits intégrés (1964 au stade de la recherche et 1966 en production), on constata une percée des circuits analogiques. Le premier client industriel important fut l'unité de fabrication d'électrophones Philips basée à l'époque à Flers.

Démarré en 1966 sur contrat d'étude, le développement de circuits simples permit de jeter les premières bases de la technologie des circuits intégrés qui représentèrent dès 1994 la totalité de l'activité du centre de Caen. Plusieurs familles de circuits intégrés furent réalisées au gré des évolutions comme l'augmentation de la densité d'intégration (miniaturisation) ou encore l'amélioration des performances et de la puissance des composants.

En mars 1980 fut créé sur le site le Centre Microélectronique, Caen recevant, pour certaines gammes de circuits intégrés, la responsabilité totale en termes de développement, de fabrication et de marketing.

L'établissement devenant Philips Composants puis Philips Semi-conducteurs, les années 90 virent le développement des composants MOS (pour Métal, Oxyde, Semi-conducteur) dont les applications portent sur des fonctions tant numériques qu'analogiques. Plusieurs produits phares furent développés et produits à Caen entrant dans la fabrication des téléviseurs ou encore des caméras d'ordinateurs personnels. Durant les années 90, il n'y avait pas un téléviseur dans le monde qui n'avait pas, quel que soit sa marque, au moins un composant fabriqué à Caen.

L'évolution et la spécialisation progressive du centre Philips de Caen virent la fin du modèle d'intégration qui comprenait en son sein toutes les phases de fabrication des matériaux et des équipements ainsi que l'entretien et la maintenance pour se tourner vers le recours à la sous-traitance et aux achats extérieurs. Ainsi, en 1981, fut arrêtée la fabrication des lingots de silicium purifiés. Dès cette période, l'activité montage-assemblage a peu à peu été transférée vers les pays d'Extrême-Orient. C'était ainsi l'ébauche de la forte évolution du secteur de la microélectronique séparant les activités de conception, de la fabrication physico-chimique et de l'assemblage.

Concernant les effectifs, lors des premiers 40 ans d'activité, La Radiotechnique et ses successeurs atteignirent près de 2 000 salariés en 1960, 1 600 en 1965, 1 800 en 1970. A certains moments, des activités de sous-traitance sont venues apporter un complément de charge. Et, entre 1959 et 1981, une annexe de 500 m² fut également ouverte à Saint-Lô, site qui employa une centaine de personnes pour pallier le manque de capacité en montage du centre de Caen.

Les effectifs diminueront ensuite au gré des restructurations, notamment au début des années 80 avec le transfert des montages vers l'Asie du Sud-Est, jusqu'au seuil de 900 emplois en 1992 pour remonter autour de 1 200 au cours de la deuxième moitié des années 90. Cette fluctuation est révélatrice à la fois des changements de stratégies dans le développement des produits semi-conducteurs et de l'évolution des marchés de produits d'équipements dont ils dépendent très largement.

Retenons également que l'implantation a eu un rôle catalyseur majeur en termes de formations -notamment supérieures- et de recherche.

Cette rétrospective de quelques pages était utile pour montrer l'évolution de ce secteur mais également reconnaître les "premières" technologiques et techniques développées sur Caen. Grâce à la venue de cette activité microélectronique il y a plus de 50 ans, certaines technologies ont fructifié en Basse-Normandie comme par exemple la monétique et les transactions électroniques sécurisées. D'autres activités très (trop ?) avant-gardistes pour l'époque comme le photovoltaïque n'ont hélas pu s'épanouir sur le territoire régional.

II.1.2. Du grand projet de campus technologique à la restructuration des activités autour de la microélectronique

La fin des années 90 et le début des années 2000 se présentent sous les meilleurs auspices avec des taux de croissance à deux chiffres d'un marché dopé par le

développement des moyens de communications mobiles, de la bulle Internet et des TIC dans les pays développés.

Cette situation va engager les entreprises de la microélectronique dans une véritable course à l'intégration.

On aboutit ainsi à la conception de circuits intégrés qui regroupent un grand nombre de fonctionnalités dénommés ASIC (pour Application-Specific Integrated Circuit). Les plus gros sont qualifiés de SoC (System-on-Chip ou système sur silicium), lorsqu'ils intègrent processeur(s), interfaces, mémoires, etc.

L'intérêt de l'intégration est de réduire les coûts de production et d'augmenter la fiabilité. L'avantage pour le maître d'œuvre réside dans un contrôle total du produit et un coût de production réduit. Toutefois l'inconvénient de ces systèmes réside dans le coût de développement élevé voire très élevé (notamment pour la fabrication des masques de gravure) et un délai de développement de plusieurs mois.

Le site de Caen va prendre ce virage technologique avec la construction en 2000 d'une unité de production dédiée de 850 m² appelée Fab 2000 sur le site de la Côte de Nacre.

Les effectifs de Philips Semi-conducteurs vont croître de façon importante ; ils passeront de 1 600 en 1999 à plus de 2 000 au 1^{er} janvier 2001 dépassant alors les effectifs atteints par La Radiotechnique au début des années 60 étant entendu qu'une grande partie des tâches avaient été, depuis cette époque, externalisées ou sous-traitées.

Un brusque retournement des marchés dès 2001 va alors conduire à une réduction des effectifs à moins de 1 850 en 2002 puis 1 290 en 2003. Le site surdimensionné va contraindre alors à abandonner la toute récente Fab 2000... Notons qu'une unité de production spécialisée dans la fabrication de CD et DVD sera créée sur ce site en 2004 par la société Digital Valley en recrutant en priorité des salariés de Philips Semi-conducteurs.

En pleine période de crise de la microélectronique, dans un contexte de restructuration du secteur au niveau mondial, l'établissement fut victime d'un incendie qui détruisit une ligne de fabrication en décembre 2003. Cet évènement, sur le moment préoccupant pour l'avenir de l'implantation, va en fait être l'occasion de faire évoluer l'activité en la recentrant sur la R&D alors que la production était vouée à disparaître progressivement, excepté pour des séries prototypes, et d'engager ainsi le grand projet de campus technologique dans l'agglomération caennaise esquissé par les dirigeants de Philips Semi-conducteurs France. Il s'agissait de convaincre le groupe néerlandais de retenir Caen pour un tel projet, le site étant à cette époque en concurrence avec d'autres implantations telles que Nimègue, Hambourg ou Southampton.

Ce projet de campus technologique répondait à deux objectifs majeurs : d'une part, concevoir un centre d'expertise mondial fort de 800 chercheurs et d'autre part, favoriser localement une dynamique permettant l'accrétion de services et d'activités partenaires autour de la microélectronique sur le modèle de Crolles en Isère.

Outre le centre R&D de Philips Semi-conducteurs, le site de l'ancienne Société Métallurgique de Normandie à Colombelles devait accueillir sur 25 hectares des entreprises partenaires et sous-traitantes, une pépinière d'entreprises, un réseau de services annexes et, même à terme un pôle de formations.

Ce projet a mobilisé tous les acteurs publics (Europe, Etat, Conseil Régional de Basse-Normandie, Conseil Général du Calvados, Communauté d'Agglomération Caen la mer), réunis autour de deux conventions signées en décembre 2003 et février 2004 en Préfecture de région. Le campus EffiScience sera inauguré en octobre 2007.

Entre temps, mi-2006, le groupe Philips céda son activité semi-conducteurs²⁵ à un consortium de fonds de capital-investissement : le groupe d'acheteurs Kohlberg, Kravis Roberts & Co²⁶, Silver Lake Partners et AlInvest Partners NV qui détiendront 80,1 % des parts de la nouvelle société dénommée **NXP**²⁷, Philips conservant, dans un premier temps 19,9 % du capital de son ancienne filiale (part rétrocédée ensuite totalement courant 2010).



Notons que NXP a fait l'objet d'une introduction en bourse en 2010 sur le NASDAQ. A avril 2011, selon les documents transmis à la Securities and Exchange Commission (SEC), l'autorité des marchés américaine, KKR détient encore 15,96 % du capital de NXP, Bain 12,77 %, Silver Lake 6,39 %, et Apax 7,18 %. Les fonds contrôlent également en commun 7,45 % du capital. Le solde est entre les mains de dirigeants du groupe, d'associés des fonds et de l'écossais PPTL Investment.

Début 2007 est décidée la vente de la Business Line Cordless de NXP spécialisée dans la téléphonie fixe sans fil à DSP Group, société israélo-américaine. Cette activité qui mobilisait une cinquantaine de personnes sur le site de Caen quittera finalement la région en 2008.

En avril 2008 fut annoncée la création d'une joint venture entre la Business Unit "Mobile & Personal" de NXP et le département téléphonie mobile de STMicroelectronics. Cette nouvelle société s'appellera **ST-NXP WIRELESS** et prendra effet le 1^{er} Août 2008. La nouvelle société regroupa les divisions "Mobile, MultiMedia & Communication" de STMicroelectronics et l'activité téléphonie mobile de NXP Semiconductors. STMicroelectronics détiendra 80 % des parts de cette structure et NXP, 20 %. Puis fut décidée la création d'une nouvelle joint venture entre ST-NXP Wireless et Ericsson Mobile Platform et, finalement, le rachat des 20 % des parts restantes de NXP par STMicroelectronics. La structure ST-Ericsson alors totalement indépendante de NXP comprenait alors 115 salariés sur EffiScience.

L'année 2008 sera particulièrement éprouvante du fait de la crise économique et des mauvais résultats obtenus²⁸ qui ont motivé l'annonce de la suppression de 4 500 postes dans le monde au sein de la société NXP dont 373 sur Caen (280 sur le site de production de la Côte de Nacre et 93 pour les services support à Colombelles). Finalement, avec les départs volontaires et la reprise des activités de l'usine Côte de Nacre, entre 90 et 150 salariés restaient concernés par les suppressions, mi-2009²⁹.

²⁵ Alors deuxième fabricant européen de semi-conducteurs.

²⁶ KKR.

²⁷ Le nom de NXP fait référence au slogan Consumer Next Experience ainsi qu'à la plate-forme multimédia Nexperia de Philips Semiconductors. Le logo intégrera dans un premier temps la formule "founded by Philips".

²⁸ Du fait des pertes accumulées, la société NXP s'est fortement endettée et rembourse chaque année 500 millions d'euros.

²⁹ Source : Maison de l'Emploi et de la Formation de l'Agglomération Caennaise, Le marché de l'emploi sur Caen la mer au 31 Mars 2009, Point de conjoncture n° 1, Septembre 2009.

Cette même année fut mis en vente le site de production avec la menace d'une fermeture dans l'hypothèse de l'absence de repreneur de l'activité d'ici à 2009.

Comme nous le verrons dans la suite du rapport, cette activité "spin-off" issue de NXP sera reprise par **IPDIA**, société majoritairement détenue par des fonds d'investissements technologiques.



Un plan global de restructuration de 1 200 personnes fut décidé au sein de la société ST-Ericsson en avril 2009 du fait des nombreuses redondances constatées suite aux fusions successives dans le domaine de la Radio Fréquence. Le 4 juin 2009 est annoncée la fermeture du site de Caen qui sera effective le 30 juin 2010.

Parallèlement à ces événements, un certain nombre d'entreprises innovantes se sont créées depuis 2009 ou sont en cours d'incubation dans le domaine de la microélectronique sur Caen portées essentiellement par d'anciens ingénieurs de la société NXP qui va alors favoriser l'essaimage et le transfert de la propriété intellectuelle vers ces jeunes pousses voire les accueillir au sein de ses locaux du campus EffiScience. Certaines créations ont aussi bénéficié des mesures du plan de sauvegarde de l'emploi adopté suite à la fin de l'activité de ST-Ericsson à Caen et dont pouvaient bénéficier les anciens salariés de l'entreprise. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, ces implantations de nouvelles activités dont certaines sont très innovantes et portent des axes très ambitieux, contribuent à enrichir l'écosystème en présence.

II.2. CARTOGRAPHIE DES ACTEURS DE LA MICROELECTRONIQUE ET DE SES ACTIVITES CONNEXES EN BASSE-NORMANDIE

La microélectronique présente la caractéristique de regrouper des compétences et savoir-faire relativement différents mais toutefois complémentaires. Les récentes mutations et restructurations du secteur qui ont progressivement abouti à la spécialisation des activités d'une industrie somme toute jeune (60 ans) ont en effet conduit à séparer la partie conception des composants des aspects technologiques et fabrications.

Partant des acteurs qui se positionnent au cœur de la microélectronique et qui interviennent directement sur la conception des puces et composants, jusqu'aux sous-traitants dans le domaine électronique, il existe un continuum d'activités présentes en Basse-Normandie et essentiellement localisées dans l'agglomération caennaise. Parmi elles, certaines entreprises ont été reprises ou créées au cours des dernières années, résultat de cessions d'activités (spins-off), d'essaimage industriel mais aussi de valorisation de compétences locales. Depuis trois ans, de nouvelles entreprises innovantes ont en effet été créées en Basse-Normandie (une douzaine recensée) issues des compétences locales autour de la microélectronique et des projets sont en cours d'incubation. Beaucoup de ces sociétés sont d'ailleurs dirigées par des anciens ingénieurs de Philips Semi-conducteurs/NXP ou de ST-Ericsson suite à la fermeture de l'établissement.

LA MICROELECTRONIQUE ET SES ACTIVITES CONNEXES EN BASSE-NORMANDIE : L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

ECOSYSTEME ELECTRONIQUE / NUMERIQUE

Conception et intégration de cartes et systèmes électroniques complexes

SOMINEX, ASCO Electronique, SEPROLEC, SICAP Electronique, ALLYANSYS ASGARD, SICOTEC...

SOTRABAN / Action collective EVOLEC

Fabrication de circuits imprimés

ELVIA PCB, CIBEL

Mesures, tests et caractérisation

PRESTO ENGINEERING, EDE Labs, GANIL (applications industrielles)

CAP TRONIC

Cœur de métier

Conception et fabrication de puces

NXP, IPDIA, CRFTech, OPHTIMALIA, SiPCUBE, RFSoc Consulting, BLINKSIGHT

Conseil, expertise, consulting, veille

EGIDEC, ICRF L'Impulsion, EDE Lab, EOLANE, BELLELLE Consulting...

NORMANDIE AEROSPACE

Chimie ultra pure

OM Group

NOVALOG

Sociétés bénéficiant d'une forte connaissance des puces

AYKOW, BIOPIC, CAP-VRF, EFF'INNOV, ELDIM, GREENSYSTECH, MESOTECHNIC, NOVABASE DIGITAL TV...

Electronique pour le Numérique et les Transactions Electroniques Sécurisées

Orange Labs, CEV, ALIOS, FIME, ELITT...

Automatisme, mesures, télémesure, radio fréquence

SCHNEIDER ELECTRIC, ZODIAC AEROSPACE, CHAUVIN ARNOUX, HYPTRA, BALOGH...

Pôle TES

Electronique embarquée pour l'équipement automobile

BOSCH Electronique, VALEO, INTEVA...

Légende :

Entreprises

Filières, pôles, démarches collectives, programmes...

Ce chapitre présente tout d'abord **les principaux acteurs industriels de la microélectronique** qui représentent **940 salariés**. Puis, dans une logique de complémentarité avec les précédentes activités, il est apparu opportun d'aborder dans cette étude les entreprises qui concourent à ce qu'on appelle l' "**écosystème électronique**" en Basse-Normandie, c'est-à-dire celles qui interviennent plus particulièrement en sous-traitance pour les entreprises du cœur de la microélectronique pour réaliser des cartes électroniques en petites, moyennes ou grandes séries mais également des circuits imprimés ou encore celles utilisant d'une façon générale des puces électroniques. Sur ce point, nous intégrerons aussi les résultats d'une étude réalisée en 2009 à la demande de la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE) de Basse-Normandie sur ce secteur de la sous-traitance électronique en Basse-Normandie³⁰ qui estimait le nombre d'emplois à un peu plus de **2 000 salariés**³¹ (à ajouter aux 940 emplois du noyau de la microélectronique).

A ce résultat, peuvent être ajoutés les emplois d'autres entreprises du **numérique** en lien avec la microélectronique (600 emplois au total pour les entreprises présentées ci-après).

Du fait de la forte diffusion de la microélectronique dans un très grand nombre d'activités, nous avons souhaité que l'étude mette l'accent sur celles dans lesquelles se la Basse-Normandie se distinguait tout particulièrement. Compte tenu des liens (actuels ou potentiels) avec des secteurs clés de la région comme l'automobile et le numérique, il sera fait référence aux relations avec les pôles de compétitivités Transactions Electroniques Sécurisées et Mov'éo dont les entreprises sont utilisatrices de technologies microélectroniques.

Enfin, un chapitre sera consacré aux **dispositifs de formations** ainsi qu'aux **compétences scientifiques** présentes en Basse-Normandie dans le domaine de la microélectronique.

II.2.1. Les principaux acteurs industriels de la microélectronique en Basse-Normandie

Le classement des sociétés de la microélectronique par bloc de compétences s'est avéré une tâche relativement complexe dans la mesure où bon nombre d'entre elles interviennent dans plusieurs domaines d'activités. Le choix retenu de classement selon l'activité principale -qui pourra paraître perfectible aux yeux de certains lecteurs- a abouti à la répartition des entreprises en quatre catégories :

- Dans un premier "cercle" ont été regroupées les sociétés qui se positionnent au **cœur de la microélectronique** car spécialisées dans la conception/design de puces électroniques ou encore dans la conception et la fabrication de composants passifs dans du silicium. Elles participent directement à l'élaboration et au développement de la fonction électronique des circuits intégrés pour la réalisation de systèmes complexe et représentent de l'ordre de 725 emplois.

³⁰ Qualification et diversification des sous-traitants électroniques en Basse-Normandie, DRIRE, NODAL Consultants, 2009.

³¹ Toutefois, le chiffre des emplois reposait sur l'année 2008, soit avant la crise économique. Selon la DIRECCTE et la SOTRABAN associés à cette étude, ce chiffre d'emplois est probablement moindre à l'heure actuelle.

- Un deuxième groupe est constitué des entreprises situées dans **l'environnement immédiat** et qui interviennent au service des précédentes. Leurs activités portent sur la caractérisation, l'étude de fiabilité et le test des composants, le prototypage, la conception de solutions logicielles ou la fourniture de produits chimiques ultra purs indispensables à la fabrication microélectronique (elles emploient au total 100 salariés).

- Viennent ensuite les **sociétés utilisatrices de technologies microélectroniques ayant une forte connaissance des circuits intégrés**. Elles ne conçoivent pas à proprement parler les puces : soit elles les achètent sur "catalogue", soit elles définissent un cahier des charges qu'elles proposent à un tiers. Dans tous les cas, elles affichent une maîtrise technologique avec des connaissances fortes en composants microélectroniques. D'ailleurs, certaines jeunes entreprises ont été créées par des microélectroniciens issus des entreprises du premier cercle précité. 60 emplois ont été comptabilisés dans cette catégorie.

- Enfin, dans une quatrième classe ont été répertoriées les sociétés **prestataires de services, de conseil ou de veille technologique**. Elles interviennent ponctuellement ou en continu au service d'un grand nombre des précédents acteurs et représentent 50 emplois au total.

Dans ces quatre groupes qui sont plus directement rattachées aux activités sur les "semi-conducteurs" et qui totalisent près de **940 salariés**.

II.2.1.1. Les sociétés situées au cœur de l'activité microélectronique

Le présent chapitre intègre les activités qui concernent la conception et fabrication des composants microélectroniques mais également les sociétés qui conçoivent tout ou partie des puces, pour de la prestation de service ou pour leur propre besoin.

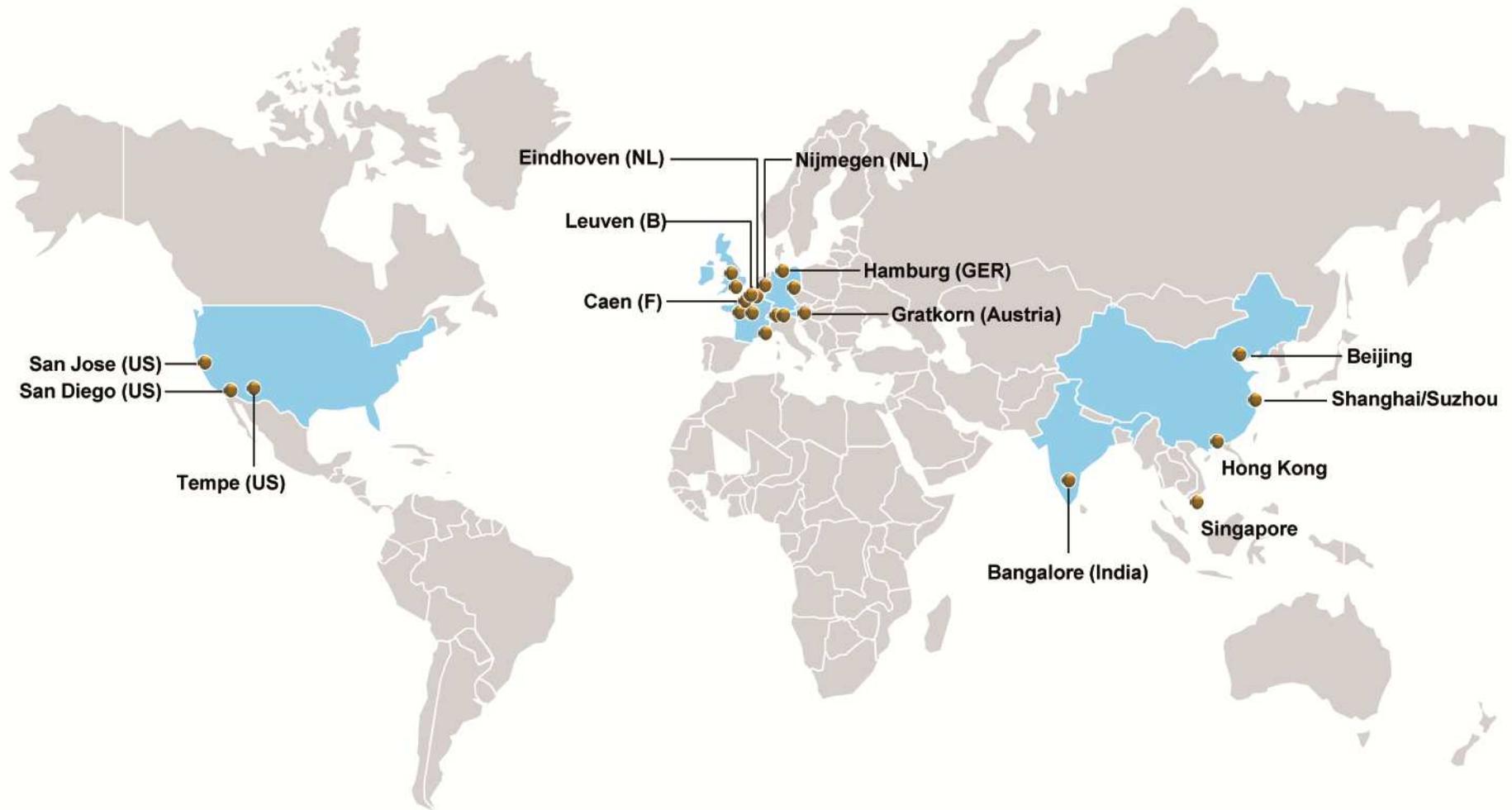
II.2.1.1.1. NXP, un centre de R&D spécialisé en Radio Fréquence et gestion des interfaces

Au sein de ses différentes implantations au niveau mondial, NXP invente, produit et commercialise des semi-conducteurs pour les grands domaines applications suivants :

- les télécommunications et communications radioélectriques (stations de base de la téléphonie mobile...),
- l'énergie et l'éclairage (convertisseurs grande vitesse, drivers d'éclairage à LED...),
- l'identification et la sécurité des transactions (RFID, NFC, passeports électroniques, puces des cartes de paiement...),
- la santé,
- le secteur automobile/automotive (capteurs mécatroniques, e-call, GPS...),
- les activités grand public et domestiques (silicon tuners pour téléviseurs, décodeurs, informatique, moniteurs, PC-télévision...).

NXP intervient également dans des composants "catalogues" multi-applications.

IMPLANTATION DES SITES R&D de NXP DANS LE MONDE



La société dont le siège est implanté à Eindhoven aux Pays-Bas emploie environ 28 000 salariés répartis dans les différents sites européens, américains et asiatiques (cf. carte). NXP est organisée au niveau mondial en "business units" où se retrouvent toutes les différentes compétences listées ci-dessus.

Elle affiche un chiffre d'affaires de près de 4 milliards de dollars.

Le site bas-normand accueille le siège administratif français et le centre de recherche et développement sur le campus Effisience à Colombelles³². Il employait 600 salariés début 2011 répartis en 2/3 d'ingénieurs et 1/3 de techniciens.

Le centre R&D de Caen compte parmi les implantations de NXP les plus importantes dans le monde avec, notamment en Europe, Hambourg et le bi-pôle hollandais Eindhoven-Nimègue. Le site de Caen comprend 15 % des ingénieurs en R&D qui conçoivent des semi-conducteurs au sein du groupe au niveau mondial.

Après la cession des activités System on Chip (SoC) numériques (système sur une puce), cœur de la téléphonie mobile, à ST-Ericsson ainsi que les circuits numériques pour les décodeurs et téléviseurs à la société américaine Trident -dont NXP a gardé une participation-, les compétences de NXP - Caen se sont recentrées sur les solutions identifiées sous le sigle **HPMS** (High Performance Mixed Signal³³), et des produits standards qui s'appuient sur son expertise historique reconnue en Radio Fréquence (RF) et en gestion des interfaces.

La fin des activités autour des "grosses" puces purement numériques s'explique du fait que de très nombreuses sociétés offrent des solutions construites à partir de bibliothèques de fonctions numériques de base. De plus, les "gros" circuits numériques nécessitent aujourd'hui des usines de fabrication très sophistiquées et coûteuses. Il existe en effet une course effrénée à l'intégration nécessitant des investissements phénoménaux que la société NXP n'était plus en mesure de consacrer dans ce domaine. La stratégie a consisté à se repositionner sur les circuits mixtes (numérique/analogique) hautes performances -en l'occurrence ici le HPMS-, stratégie qui prévalait il y a 10 ans. En d'autres termes, le champ d'activités de NXP, sans s'attaquer au traitement numérique du signal, consiste à développer tout l'environnement qui favorise les relations avec les dispositifs et fonctions extérieurs avec de nombreuses applications dans les secteurs automobile/automotive, identification, communications sans fil, éclairage, informatique, produits pour l'industrie et le grand public...

Pour faire simple, un produit électronique possède une fonction de calcul et de mémoire (le cerveau) qui est associée à des interfaces radio pour pouvoir communiquer sans fil avec d'autres objets. D'autres interfaces prennent la forme de capteurs (exemple d'un capteur dans un moteur de contrôle des pressions des pneus), d'atténuateurs, des systèmes de gestion de la puissance (avec des applications prometteuses pour économiser l'énergie).

³² En France, il existe une implantation NXP à Suresnes qui regroupe des activités marketing, vente, supports techniques et logiciels pour téléphones mobiles et smart-phones ainsi qu'une antenne à Sofia-Antipolis.

³³ Signaux mixtes hautes performances.

L'activité R&D de l'établissement de Caen porte sur les domaines suivants :

- les circuits **Radio-Fréquence** (RF) et les convertisseurs analogique/numérique ou numérique/analogique ultra-rapides destinés aux infrastructures de télécommunications (stations de base de la téléphonie mobile) avec également des applications dans les secteurs militaire et spatial ;
- les composants dans le domaine de l'**éclairage** pour le pilotage des diodes électroluminescentes (LED), la commande de lampes à LED (drivers) ou encore le rétro-éclairage des téléviseurs ;
- dans le domaine de l'**automotive**, réalisation à Caen d'un module télématique, assemblage de semi-conducteurs ainsi que de composants RF (télécommande à distance de véhicules haut de gamme) ;
- en matière d'**identification**, les technologies NFC (reconnues désormais norme internationale) et les composants pour lecteurs de cartes ;
- les applications "**grand public**" qui concernent les circuits pour les tuners (sélecteurs de canaux) dont le siège mondial est à Caen, les circuits de réception permettant de recevoir les signaux câbles terrestres ou satellites et les interfaces multimédia haute définition (HDMI) ;
- enfin, dans l'**informatique**, précisément dans les activités dans le domaine de la puissance.

Il convient d'insister tout particulièrement sur les compétences en RF conformément aux nouvelles orientations stratégiques de l'établissement depuis 2009, privilégiant des marchés à plus forte valeur ajoutée et des produits plus performants du point de vue technologique comme les stations de base pour les applications téléphonie mobile, les technologies militaires et aérospatiales. Le volet concernant les stations de base pour les applications en téléphonie mobile est le principal investissement qui a nécessité beaucoup d'embauches sur plusieurs sites dont Caen (recrutement de 40 à 50 ingénieurs dont la moitié pour les aspects RF entre novembre 2009 et décembre 2010).

Le **NFC** (Near Field Communication) ou communication en champ proche, est une technologie de communication sans-fil à courte portée et haute fréquence qui a été co-inventée par NXP³⁴. Elle a mobilisé majoritairement le site caennais où 70 % des travaux de R&D ont été effectués dans ce domaine. Les travaux de NXP se sont distingués pour favoriser l'interopérabilité entre les constructeurs et les opérateurs en vue d'obtenir un système normé et normalisé. Cette technologie aujourd'hui reconnue comme standard et norme par ISO et désormais déployée par plusieurs fournisseurs ouvre des perspectives prometteuses en termes d'applications sans contact (paiement par mobile notamment) - cf. infra. En décembre 2010, NXP a annoncé son engagement en vue d'équiper 80 % des téléphones mobiles dans le monde et une société comme Google a communiqué autour de sa volonté forte d'équiper ses mobiles de cette technologie.

Il paraît important de souligner que malgré la crise qui l'a durement touché, NXP a maintenu depuis 2002 une équipe de développement importante sur le NFC à Caen sans garantie, au départ, de débouchés commerciaux susceptibles d'être générés par cette technologie. Elle mobilise aujourd'hui 70 personnes sur Caen, ce qui représente la

³⁴ En partenariat avec Sony.

plus importante équipe du monde pour NXP et pour tous les concurrents confondus sur le NFC. NXP y a consacré plus de 100 millions d'euros en R&D et a participé à plus d'une centaine d'expérimentations et de déploiements dans le monde. Sans cet effort, cette technologie n'existerait plus³⁵.

NXP Caen est dans ce cadre fortement impliqué aux côtés des partenaires du Pôle Transactions Electroniques Sécurisées dans le cadre de l'opération "Territoires Leaders du Mobile Sans Contact" pour laquelle la Communauté d'Agglomération Caen la Mer (associée au Département de la Manche) a été retenue par le gouvernement.

Avec Orange Labs, il existe des partenariats dans le domaine surtout de la standardisation mais également sur les aspects validation, intégration, tests et interopérabilité (aspects systèmes).

Autre initiative innovante développée à Caen par NXP et soutenue par l'Union Européenne, le projet **e-Call**, est basée sur une technologie embarquée permettant aux services d'urgence d'intervenir plus rapidement sur le lieu des accidents de la route et de sauver des milliers de vies chaque année. Ce dispositif peut être décliné vers d'autres applications.

Citons également le projet **Tempill**, dispositif médical innovant et non invasif développé par NXP permettant de suivre en continu, via une capsule électronique ingérée, l'évolution de la température à l'intérieur du corps humain. Ce projet a été transféré à OPHTIMALIA (cf. ci-après) par un accord signé entre NXP et la société innovante. Ce transfert de connaissances s'inscrit dans le sens de la stratégie de se positionner sur les dispositifs médicaux miniaturisés.

Ces exemples montrent que NXP a capitalisé sur des technologies très élaborées en ne négligeant pas celles éprouvées qui font aujourd'hui l'essentiel du chiffre d'affaires.

Concernant la recherche, NXP dispose de laboratoires communs avec des écoles supérieures et instituts. Le site de Caen est associé à la recherche académique depuis 2000 via un laboratoire mixte, le Laboratoire de Microélectronique et de Physique des Semi-conducteurs (LAMIP puis LAMIPS depuis 2007). Comme nous le verrons plus avant dans le fil du rapport, cette structure associe NXP, Presto Engineering et le Laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux (CRISMAT), Unité Mixte de Recherche CNRS-ENSICAEN-Université de Caen. Au sein du LAMIPS, des moyens sont mis à disposition par NXP, chacun des partenaires apportant des équipements et des hommes. NXP assure en outre la maintenance des équipements. Concernant les compétences en Radio Fréquence, NXP a retenu le CRISMAT pour développer des partenariats de recherche ainsi que 3 autres sites sur ce sujet³⁶.

³⁵ Le NFC est certes confronté à d'autres technologies concurrentes mais tous les fabricants de smartphones du monde intègrent en ce moment le NFC. Nokia ou Google l'ont par exemple officiellement adopté, ce qui est un signe des plus favorables. Des commandes se développent et l'une des applications porteuses actuellement aux USA concerne le paiement. Le NFC a, selon ses concepteurs, une avance certaine sur toutes les autres technologies concurrentes.

³⁶ XLIM, Unité Mixte de Recherche de l'Université de Limoges et du CNRS du fait des compétences en circuits RF, Telecom ParisTech, spécialisé dans la conversion analogique / numérique (montage en cours d'un laboratoire commun) et l'Université d'Eindhoven (relations historiques) dans la mesure où les enseignants-chercheurs dans le domaine de la RF sont pour la plupart des anciens de chez NXP.

D'autres laboratoires communs sont montés ou en cours d'élaboration avec d'autres universités comme, depuis 2006, **ISYTEST**, structure de recherche commune entre NXP Caen et le Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM), Unité Mixte de Recherche de l'Université Montpellier 2 (UM2) et du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) qui a pour objectif de mettre au point de nouvelles techniques et méthodologies de test pour les solutions de systèmes intégrés NXP dédiées aux applications des téléphones mobiles, de l'électronique grand public, de l'automobile et du matériel médical. Ce laboratoire commun, basé sur la structure d'équipe commune du CNRS, est un laboratoire localisé sur le site de NXP Caen et le site du LIRMM à Montpellier. ISYTEST est né à la suite de plusieurs collaborations de recherche avec NXP dans le cadre de projets européens. Ces collaborations avaient mis en évidence l'intérêt de la mise en commun des compétences et moyens complémentaires pour relever certains défis scientifiques autour de la thématique du test de circuits et systèmes intégrés.

Le site caennais de NXP accueille 16 doctorants en 2011 dont 6 sont originaires de l'ENSICAEN. Avec cette école d'ingénieurs, NXP souhaite poursuivre la collaboration en essayant d'adapter une partie du programme d'enseignement sur des problématiques technologiques répondant aux besoins locaux. Des intervenants de NXP sont également chargés de cours.

L'établissement caennais participe activement à des projets et contrats européens de R&D de type MEDEA (Microelectronics Developments for European Applications) du programme EUREKA ainsi que des contrats ANR (Agence Nationale de la Recherche). NXP bénéficie en outre du Crédit Impôt Recherche qui est une mesure indispensable pour bénéficier de coûts de recherche acceptables dans la mesure où les différents établissements NXP dans le monde sont en effet concurrents en interne avec des écarts de charges sociales importants.

Enfin, nous reviendrons plus avant dans le document sur l'implication de l'établissement NXP dans l'accompagnement aux entreprises essaimées de son activité. NXP a notamment engagé avec l'Etat des accords de revitalisation.

II.2.1.1.2. IPDIA, un modèle de reprise d'activité au plan national

Spécialisée dans les technologies industrielles 3D³⁷ de composants passifs intégrés sur silicium, l'entreprise caennaise IPDIA est née le 1^{er} juin 2009 de la restructuration des activités du groupe NXP. Il s'agit d'une entreprise dite "spin-off", c'est-à-dire créée à partir de la scission d'une organisation plus grande. Ce mouvement est révélateur du mouvement qui touche en profondeur le secteur de la

³⁷ Quand on intègre des éléments passifs (des condensateurs par exemple) sur une puce qui contient des éléments actifs (surtout des transistors), les composants passifs sont superficiels c'est-à-dire que leur structure ne pénètre que de quelques microns sous la surface du silicium comme celle des transistors. Par contre, sur une puce dédiée aux passifs, le degré de liberté est plus grand et on peut se permettre de faire des structures originales. Les structures des condensateurs peuvent avoir des profondeurs de 200 microns sous la surface du silicium ce qui justifie l'appellation "3D". L'intérêt est de pouvoir obtenir des fortes valeurs de capacités tout en ayant une surface au sol raisonnable. Dans le premier cas, on construit une maison de plain pied avec une vaste surface au sol, dans le second cas on construit un gratte ciel.

microélectronique actuellement en France et en Europe et qui aboutit à une spécialisation des sociétés et des sites.

Depuis la crise des années 2008 et 2009 qui a fortement ébranlé le secteur, les grandes sociétés ont cédé une partie de leur activité de production de grand volume, ainsi reprise par des entités comme IPDIA qui présentent des projets originaux et une stratégie différente et plus adaptée au contexte européen durement concurrencé par l'Asie du Sud-Est, en ciblant des marchés de niches à haute valeur ajoutée.

Le rapport MALIER, mission confiée par Christian ESTROSI, Ministre chargé de l'Industrie, relatif aux sites français de production micro-nanoélectronique et paru mi-2010 présente les différents profils des entreprises du secteur concerné dont IPDIA. Il indique que, *"pour des raisons d'économie d'échelle et de rationalisation, des sites français de microélectronique comme IPDIA à Caen n'ont pas suivi la course à l'extrême miniaturisation, et sont restés sur des outils industriels de générations précédentes utilisant des substrats 200 ou 150 mm [de diamètre]. Cela ne les condamne pas pour autant et ces sites sont diversement positionnés, sur des marchés qui ne requièrent pas une extrême miniaturisation ou qui emploient des technologies différenciatrices, de type More than Moore"*. Ce rapport reconnaît que pour certains sites, une "seconde vie" est envisageable, éventuellement au travers d'un repositionnement via un changement de l'offre et des marchés spécifiques.

Suite à la reprise de l'activité cédée par NXP, il y a eu une très forte réorientation de la stratégie et des marchés. Le concept d'IPDIA repose sur une exploitation plus large des technologies éprouvées, développées il y a plusieurs années, en les ouvrant à la fois à des clients extérieurs et à des marchés choisis et stratégiques qui n'étaient pas ceux de NXP auparavant.

Les outils d'IPDIA sont ceux de la microélectronique classique mais pour quelques opérations de production, certains équipements sont parmi les plus avancés et ont même servi de "bêta test" (gravure silicium profonde par exemple).

Quatre principaux axes de marchés à haute valeur ajoutée et en croissance -de niveau de maturité différent en termes de produits- ont été définis :

- les **composants pour les LED**, le plus gros marché en volume (60 % de l'activité) et le plus ancien puisque démarré avec des produits établis pour Philips LumiLEDs, IPDIA étant son fournisseur exclusif de composants de protection (protection électrique du cristal émetteur) et accessoires de packaging. Ce développement a été rendu possible grâce à des orientations opportunes prises par Philips Composants Caen en 2003 vers ces technologies ;
- le **secteur médical** et principalement les matériels médicaux implantables, IPDIA prenant à cet égard des positions intéressantes chez tous les fabricants du fait des aspects très innovants. Le premier produit IPDIA dans un pacemaker commercial devrait voir le jour en 2011. Les années 2009 et 2010 ont été consacrées à la mise en œuvre de prototypes des composants spécifiques pour ce type d'appareil, avec différentes étapes de qualification. Il s'agit d'un marché en croissance prometteur pour l'avenir ;
- le **secteur industriel**, plus concurrentiel, concerne notamment la fabrication de puces destinées à des compteurs de télé-relevés de gaz et d'eau ou encore les relais pour mobiles ;
- le **secteur aérospatial et la défense**.

Le téléphone mobile, origine de toutes ces technologies, est désormais un marché très concurrentiel et peu lucratif. De nombreux sites, engagés dans ces technologies en Europe, s'arrêtent pour des raisons économiques (illustration avec ST-Ericsson à Caen). IPDIA reste toutefois présent sur ce marché en répondant aux demandes des industriels mais cette activité ne mobilise pas l'essentiel de la politique marketing et vente d'IPDIA.

Du point de vue de l'actionnariat, la société IPDIA est majoritairement détenue par des fonds d'investissements technologiques (quatre français et un hollandais). Les investisseurs français ont investi dans des Fonds Communs de Placement à Risques (FCPR) et des Fonds Communs de Placement dans l'Innovation (FCPI). Il s'agit de Normandie Capital Investissement (NCI), MASSERAN Gestion, groupe de fonds d'investissement créé en 2008 par le groupe Caisse d'Epargne, EMERTEC, ancienne émanation du CEA et de la Caisse des Dépôts et CEA-Investissement pour accompagner notamment les partenariats avec le CEA. A cela s'ajoute le fond privé hollandais Prime Venture qui apporte une ouverture internationale à la fois dans le capital et dans le rayonnement d'IPDIA ainsi que la participation de quelques cadres fondateurs. NXP était présent au démarrage mais a cédé ses parts aux autres fonds depuis l'été 2010.

Lors du montage du plan de financement d'IPDIA, l'investissement en capital a été complété par un transfert d'une partie des subventions publiques restant dues à NXP partant du principe que les technologies reprises par IPDIA ont été développées en son temps par NXP au cours d'un programme d'investissements R&D de 5 ans réalisé en totalité et qui est arrivé à échéance fin 2008. Il y avait une clause de maintien de l'activité industrielle pendant au moins 5 ans après la fin du programme, clause que NXP n'allait pas honorer. A alors été mis en place un accord "gagnant-gagnant" : le solde des aides non encore versées pour les investissements réalisés a été attribué à IPDIA en échange d'un engagement de maintien de l'activité, étant entendu que les aides versées à NXP n'ont pas été réclamées. Cette somme a permis à IPDIA de doubler les ressources par rapport au capital de la société sans aide publique supplémentaire.

On relèvera que selon Laurent MALIER, le Directeur du LETI qui a volontiers accepté de nous rencontrer dans le cadre de cette étude, les conditions de reprise et le montage d'IPDIA -auquel le LETI a participé- sont considérées comme un modèle au plus haut niveau au plan national dont s'inspirent certains sites qui connaissent ou ont connu la même situation qu'à Caen³⁸.

Installé sur le site historique de production de Philips Semi-conducteurs puis NXP, IPDIA comprend une centaine de salariés, l'effectif étant réparti en 1/3 d'ingénieurs, 1/3 de techniciens et 1/3 d'opérateurs (le périmètre de l'ancienne unité NXP comprenait 200 salariés avec une proportion d'ingénieurs moindre). L'emploi est actuellement en croissance (en marketing, vente et R&D "produits")³⁹ et l'effectif devrait se stabiliser dans les 2 à 3 années à venir. IPDIA a créé des fonctions marketing et commerciales qui n'existaient pas antérieurement.

³⁸ La fonderie ALTIS à Corbeil-Essonnes a bénéficié d'un montage inspiré par le cas IPDIA. Un schéma identique était à l'étude sur Toulouse pour FREESCALE au premier trimestre de 2011.

³⁹ En 2011, 15 à 20 personnes vont être recrutées (commerciaux et ingénieurs).

90 % des activités d'IPDIA sont consacrées à des marchés à l'export, IPDIA étant présent sur les continents asiatique (2/3 de l'export), américain (20 % de l'export) et européen.

IPDIA est ainsi un fabricant de technologies originales et très spécifiques dont le modèle économique s'appuie sur la maîtrise de ces technologies. Pour cela, IPDIA dispose d'une équipe de recherche et développement de 20 personnes. La stratégie de la société repose à la fois sur le développement en interne de produits et leur industrialisation (conception de produits et développement technologique) et une recherche et développement plus amont pour les produits qui seront commercialisés à moyen terme. Pour ce faire, un partenariat structuré sur une durée de 4 ans a été établi à travers un grand projet de R&D, baptisé PRIIM (Projet de Réalisation et d'Innovation Industrielle de Microsystèmes hétérogènes), représentant un investissement global de 53 millions d'euros sur 4 ans dont 21,2 millions d'euros seront apportés par OSEO (12,9 millions d'euros de subventions et 8,3 millions d'euros d'avances remboursables). Mené durant 4 ans avec les trois partenaires scientifiques que sont le CEA-LETI, le Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS) - unité propre du CNRS à Toulouse et le CRISMAT, ainsi que d'autres partenaires applicatifs, le projet inclut l'étude de nouveaux matériaux, des structures et des procédés innovants pour réaliser à la fois des composants passifs sur silicium de très haute performance et résistant à des environnements sévères et des technologies d'assemblage innovantes permettant l'ultra miniaturisation des futurs produits.

A travers PRIIM, IPDIA dispose de l'équivalent de 20 ETP qui travaillent dans ces différents laboratoires de recherche, en exclusif, sur les propres projets de l'entreprise. Le partenariat avec le CEA-LETI s'est aussi concrétisé par la réalisation d'un laboratoire mixte avec IPDIA.

IPDIA redémarre le principe d'accueil de nouveaux doctorants (un ou deux par an pour avoir un pool de 6 doctorants) après la fin naturelle des contrats des doctorants qui étaient présents lorsque l'activité du site dépendait de NXP.

Sur le plan des perspectives, le secteur occupé par IPDIA est porteur, la société ayant connu une croissance de 50 % entre 2009 et 2011. Si IPDIA approche, dans les années à venir, un stade de saturation de l'outil, il s'agira de procéder à des choix stratégiques comme se rapprocher de partenaires sous-traitants (fonderies), développer des filiales ou étendre l'activité.

II.2.1.1.3. CRFTech

Créée en juin 2009 par une équipe chevronnée dans la microélectronique ayant une solide expérience professionnelle (Philips Semi-conducteurs, Stepmind...), CRFTech est ce que l'on appelle une société "fables"⁴⁰ de conception de semi-conducteurs de dernière génération dans le domaine de la Radio Fréquence. Localisée dans la pépinière Plug n'Work sur EffiScience, CRFTech emploie, début 2011, 11 personnes dont 10 ingénieurs et 1 administratif.

CRFTech fait de la conception avancée sur fonds propres et apporte des solutions applicatives aux assembleurs de la microélectronique dans le domaine de la Radio Fréquence. Sur station de travail, elle élabore des briques (ou blocs) de base, c'est-à-

⁴⁰ Une société "fables" (littéralement sans unité de fabrication) de semi-conducteurs est, rappelons-le, spécialisée dans la conception (ou le design) et la vente de puces électroniques.

dire des éléments fonctionnels d'une puce globale développée et fabriquée par une autre société de semi-conducteurs, laquelle proposera ensuite un produit à des fabricants de mobile (comme NOKIA, SAMSUNG...) qui à leur tour vendront des solutions aux opérateurs mobile.

Au plan détaillé, l'activité de CRFTech repose sur la vente IP (Intellectual Property), blocs de composants⁴¹ virtuels revendus sous licence aux clients. Le *business model* est spécifique car ce sont des IP Radio Fréquence conçus sur des blocs essentiellement analogiques ; des fonctions sont développées puis personnalisées chez le client. CRFTech réalise également des prototypes pour démontrer son savoir-faire. Le marché est essentiellement concentré sur la Radio Fréquence PLL (de l'anglais *Phase-Locked Loop*⁴²) avec des générateurs de fréquences livrés sous forme de paquets IP personnalisables. Un saut technologique est en cours dans ce domaine vers le numérique (*digital PLL*) avec des performances accrues. La technologie est vendue pour partie sous licence mais la partie "customisation" est réalisée en sous-traitance. Le cœur de la technologie reste la propriété de CRFTech. Les débouchés sont nombreux et concernent les applications ayant besoin de bande passante comme la télévision, la téléphonie mobile (dont la 4^{ème} génération), le Wifi, le Wimax y compris les infrastructures, les communications militaires...

L'export est prédominant dans l'activité de l'entreprise (essentiellement USA et Asie). La société dispose de moyens commerciaux en propre pour certains pays et s'appuie sur des forces de vente (représentants) dans les pays cibles. L'expérience professionnelle acquise par CRFTech contribue à ce qu'elle soit bien repérée par les acteurs du secteur. CRFTech n'enregistre guère plus de 4 concurrents indépendants au niveau mondial (en dehors des services internes des grandes sociétés de la microélectronique qui peuvent aussi travailler sur ce créneau mais ils sont de moins en moins nombreux car les sociétés les plus importantes se spécialisent dans l'assemblage de blocs prédéfinis).

Localement, il existe quelques relations commerciales avec NXP. La société n'a en revanche pas de relation formalisée avec la recherche académique locale malgré des tentatives en direction des laboratoires locaux.

La société génère de la richesse par des emplois très qualifiés et fait appel à des services locaux. Les prototypes et les cartes sont fabriqués localement par des sous-traitants de l'électronique avec lesquels il existe des collaborations actuelles et potentielles. Cet état de fait est historique dans la mesure où NXP était une entreprise intégrée et qu'elle a aujourd'hui externalisé un grand nombre d'activités. Cette société constitue une véritable "pépite" pour laquelle il faudra être attentif à son développement et surtout à son enracinement en région.

II.2.1.1.4. OPHTIMALIA

Localisée sur EffiScience à Caen dans des locaux mis à sa disposition par NXP, la société OPHTIMALIA a été créée en septembre 2009 par 4 ingénieurs de ladite entreprise dont elle en constitue un essaimage encadré par une convention.

⁴¹ Ces blocs rentrent dans la composition d'une puce ou plusieurs puces électroniques.

⁴² Ou boucle à phase asservie, ou encore boucle à verrouillage de phase.

Ayant, sur le plan technologique, les semi-conducteurs comme origine du fait des compétences pointues en microélectronique acquises par ses fondateurs, elle est spécialisée dans le développement de dispositifs médicaux miniaturisés, solutions électroniques innovantes dans le domaine du diagnostic médical et en particulier du traitement d'une pathologie fréquente de l'œil, le glaucome qui représente la 2^{ème} cause de cécité au niveau mondial et touche 1 à 3 % de la population au-delà de 40 ans selon l'Institut de la Vision. Les travaux conduits depuis 2 ans portent sur le développement d'un dispositif portatif de mesure de la pression intraoculaire en continu qui n'existe pas actuellement contrairement aux systèmes de contrôle de la tension artérielle ou du rythme cardiaque (Holter). Le dispositif non invasif comprend quatre composantes : une lentille de contact avec capteur intégré, une paire de lunette munie d'une antenne électronique qui recueille l'information venant du capteur, un récepteur qui enregistre les données en continu transmises par l'antenne de la monture, et enfin un logiciel d'aide au diagnostic pour le praticien. Deux liaisons Radio Fréquence, à des longueurs d'ondes différentes, permettent ainsi de communiquer entre la lentille et la monture et entre la monture et le récepteur. La clé de l'innovation est dans l'intégration du capteur dans la lentille et dans la façon de communiquer avec l'élément monture. OPHTIMALIA développe en interne le développement du capteur et son intégration dans une lentille de contact, le protocole de communication et l'électronique intégrée dans les branches des lunettes⁴³. Cette technologie ouvre d'intéressantes perspectives à la fois dans la phase préalable de traitement des glaucomes que comme outil de diagnostic. C'est pourquoi OPHTIMALIA est associé à l'Institut de la Vision localisé à Paris où elle dispose d'un bureau depuis février 2010 et bénéficie d'un fort soutien des milieux médicaux.

Le dispositif développé est aujourd'hui un prototype. Les premiers tests sur animaux vivants devraient intervenir au début de 2011 et les véritables tests précliniques à fin 2011. Les tests cliniques pourraient être entrepris début 2012. Les perspectives laissent augurer un marché de l'ordre de 500 millions d'euros par an, en croissance avec le vieillissement de la population.

Sur la base de la technologie développée, le dispositif peut être évolutif et ouvrir à d'autres perspectives d'innovation comme la prise en charge du patient à domicile (du diagnostic au traitement), la télétransmission de données par un média, permettant un suivi à distance et temps réel du patient si nécessaire (optimisation des traitements...), la mise en place du Dossier Médical Personnalisé (DMP) d'où des liens probables à privilégier avec le Pôle TES. Il existe d'autres perspectives de développement dans d'autres disciplines médicales nécessitant des dispositifs médicaux portatifs communicants.

A l'avenir, une collaboration industrielle et commerciale avec d'autres entreprises locales constitue une réelle opportunité.

OPHTIMALIA a bénéficié d'un accompagnement de la part de Normandie Incubation et de soutiens d'OSEO, de la Région et de la MIRIADE (soutien au financement d'une étude de positionnement). Notons que depuis sa création, la société collabore avec plusieurs partenaires autour d'un projet ANR TecSan (technologies de la santé) qui associe l'Institut de la Vision / INSERM, le CNRS/LIRMM (Montpellier), le Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies du CEA (Saclay), et

⁴³ Le développement de l'enregistreur est sous-traité pour la partie hardware mais le logiciel est développé par OPHTIMALIA.

l'ESIEE (Ecole d'Ingénieurs des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication de Paris)⁴⁴. OPHTIMALIA bénéficie également d'un contrat CIFRE avec l'Université de Caen depuis septembre 2010 dans le cadre de la coopération avec l'Equipe d'Accueil (EA 3917) - "Mobilités : cognition et temporalité".

En 2009, la société a été lauréate du concours régional en Basse-Normandie "Entreprises de l'Innovation". OPHTIMALIA a également été primée le 7 juillet 2010 à la Préfecture du Calvados comme Lauréat du Concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes. Le concours est initié par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et OSEO.

Forte notamment de ses compétences dans le développement de micro-capteurs, des systèmes électroniques ou encore de l'intégration de microsystèmes, la société propose parallèlement une activité de consultant et de prestations de service.

L'effectif d'OPHTIMALIA est aujourd'hui de 8 personnes (7 CDI et 1 doctorant).

II.2.1.1.5. SiPCUBE

SiPCUBE a été créée fin juillet 2010 par des anciens ingénieurs de NXP⁴⁵ ou de ST-Ericsson qui bénéficiaient de compétences fortes sur les System in Package (SiP), l'intégration microélectronique et les transceivers⁴⁶ pour téléphones mobiles. Elle est accueillie au sein de NXP, ce qui lui permet de bénéficier de services communs comme l'accueil par exemple.

Le modèle "fabless" de SiPCUBE se veut original et innovant. Il repose sur le constat suivant : il existe aujourd'hui d'un côté les entreprises des semi-conducteurs comme NXP qui conçoivent des circuits intégrés et de l'autre, des sociétés qui fabriquent des équipements électroniques (OEM) de petites séries (activités spatiales, militaire...), moyennes séries (produits périphériques au secteur médical : systèmes implantés, tachymètre, informatique, télécommunications, domotique...) et grandes séries (téléphones mobiles, ordinateurs). Dans leur développement, les équipementiers sont confrontés aux offres de composants très standardisés sur le catalogue des fournisseurs. Mais dans 1 % des cas, il y a un marché pour développer des composants spécifiques pour des applications particulières. La start-up a établi des accords à la fois avec des partenaires technologiques et avec des partenaires industriels qui lui permettent de s'adresser aux équipementiers de la moyenne série en vue de leur proposer, pour certaines applications, d'intégrer tout ou partie des circuits électroniques passifs ou actifs dans un seul boîtier grâce à la technologie SiP qui comprend donc plusieurs puces silicium encapsulées associées le cas échéant à d'autres composants non silicium (filtres par exemple). Des partenariats ont été établis avec d'importantes sociétés du secteur microélectronique qui détiennent ces technologies et qui sont prêtes à vendre les procédés.

Le métier de SiPCUBE comprend plusieurs étapes :

- prestation de service au développement (design),
- étude de l'architecture des applications pour les clients,
- partition du système,

⁴⁴ Dans ce cadre OPHTIMALIA bénéficie d'un accès aux salles blanches de l'ESIEE.

⁴⁵ Avec intervention du Plan de Départ Volontaire de ladite société.

⁴⁶ Emetteur-récepteur.

- intégration des puces passives et actives dans un SIP,
- industrialisation chez un fournisseur agréé.

SiPCUBE qui gère l'ensemble du processus de la conception du SIP jusqu'à la livraison aux clients des boîtiers s'entoure de partenaires qui détiennent les technologies innovantes pour la phase industrielle : assemblage, test et encapsulation (sociétés aux USA, en Grande-Bretagne, Asie). Des contacts sont entrepris avec un partenaire français pour la partie wafer CMOS. Des partenariats avec des entreprises locales sont envisagés ainsi que des programmes de recherche pour l'heure hors région. SiPCUBE se situe clairement au cœur du secteur microélectronique en faisant le lien entre les fabricants de semi-conducteurs et les équipementiers électroniques.

Les produits de SiPCUBE s'adressent à des clients dans les secteurs de la domotique, accessoires informatiques périphériques, sécurité, médical (technologies Radio Fréquence⁴⁷), etc.

L'évolution de la société est basée sur deux étapes principales : après la phase d'amorçage depuis juillet 2010, la recherche de contrats de développement, étape majeure, est entamée. Dans ce cadre, deux actions sont en cours, l'une concernant le développement du business et l'autre portant sur la mise en place d'un réseau de vente. Une fois les contrats développés, il est prévu que la société s'étende au sein des locaux déjà mis à leur disposition par NXP pour atteindre 200 à 300 m² et de mettre en œuvre un laboratoire de mesures et tests de caractérisation grâce aux équipements qui ont été récupérés de chez ST-Ericsson. L'ambition affichée est d'embaucher 35 à 37 personnes d'ici à 2014. Sur le plan commercial, il existe un panel important de clients potentiels pour la société en France et en Europe. L'un des associés est d'ailleurs basé à San Diego aux Etats-Unis en lien avec un réseau de contacts sur le terrain.

SiPCUBE bénéficie des aides d'OSEO, du Conseil Régional (prêt à taux 0) et d'appuis en formations de la part de Synergia.

II.2.1.1.6. RFSoc Consulting

Localisée à Hérouville Saint-Clair, RFSoc Consulting est une TPE de sous-traitance et de conseil créée en 2009, dont l'activité porte sur le développement de systèmes microélectroniques complexes. Ses créateurs accumulent une expérience dans des entreprises du secteur des semi-conducteurs (NXP, Silicon Labs, Texas Instruments). Les savoir-faire portent sur les systèmes sans fil, les télécommunications, l'électronique automobile, le secteur militaire et les systèmes de communication par satellite.

En qualité de bureau d'étude, la société est spécialisée dans la conception et l'architecture de puces (CMOS, System on Chip, conception Radio Fréquence, conception analogique, architecture numérique, traitement du signal...).

La société qui comprend 3 personnes travaille dans le cadre de commandes de la part de grands groupes comme NXP localement ou d'entreprises américaines. Selon

⁴⁷ Selon les dirigeants de SiPCUBE, il n'existe pas de concurrence en Europe aujourd'hui sur ce modèle qui va de la conception à la livraison du produit chez le client. Seule une filiale d'UMC l'un des deux plus importants fondeurs de silicium à Taïwan est aussi sur ce créneau mais sur de gros volumes.

les commandes, RFSoc peut être amené à concevoir tout ou partie d'une puce en conformité avec un cahier des charges.

La société développe parallèlement des activités annexes autour de l'investigation sur la propriété intellectuelle, le conseil au dépôt de brevet, le règlement des différends contractuels, la délivrance des licences et la stratégie de contentieux, etc.

RFSoc travaille à la tâche pour NXP sans contrat dans la durée. Ce modèle est fragile pour la société.

II.2.1.1.7. BLINKSIGHT

Initialement démarrée sous l'appellation du projet Smart Tags, BLINKSIGHT est une société actuellement en phase d'incubation initiée suite à la fermeture de ST-Ericsson sur Caen. Elle consiste à concevoir et développer des systèmes de localisation en trois dimensions et en temps réel (appelés RTLS pour Real Time Locating Systems). Cette solution est à la convergence entre le RFID et le GPS, le concept portant sur la création d'étiquettes électroniques couplées à un système de localisation dans une zone confinée équipée d'un réseau de capteurs⁴⁸. A l'inverse du GPS où c'est le récepteur qui localise, ici le système basé sur une technologie Radio Fréquence innovante (radio-impulsion) localise les objets ou les personnes porteuses d'étiquettes. Ces étiquettes sont actives, la radio-impulsion requérant toutefois des puissances d'émission 1 000 fois inférieures à celles émises par un téléphone mobile. La fonctionnalité fondamentale du système est de permettre à la fois un inventaire automatisé et un suivi de position en temps réel et d'offrir une visibilité globale immédiate et permanente des ressources et des processus clés.

Le marché et le positionnement de la société s'appuie sur les multiples applications possibles et des usages nouveaux dans des espaces clos et ce, dans plusieurs grands domaines comme, de manière non exhaustive :

- le secteur industriel en termes d'optimisation de la production avec le suivi de différentes opérations (une chaîne d'assemblage par exemple), la visibilité complète sur le flux de production ou encore la localisation de matériels, l'organisation de la chaîne logistique, la gestion d'évacuation des personnels, la prévention des risques (prévenir la violation de règles de sécurité dans l'enceinte d'un bâtiment par exemple), etc. ;
- le secteur médical avec la gestion d'un parc d'équipements au sein d'un établissement hospitalier, le déclenchement d'alertes localisées ;
- le grand public comme la localisation d'objets, la mise en œuvre d'un "GPS" d'intérieur, etc.

Une soixantaine de cas d'usages a déjà été repérée. Selon ses concepteurs, le produit proposé n'existe pas pour l'heure et répond au défi d'un besoin de localisation fiable inférieure au mètre, quelles que soient les conditions.

Le marché des RTLS est frissonnant depuis 3 ou 4 ans. Une première génération de concepts non intégrés (réalisés par la société de niveau mondial Ubisense) commence à se déployer sur des marchés haut de gamme à des coûts très élevés

⁴⁸ Dès que l'étiquette va se situer dans la zone couverte, vont être relevés son identifiant ainsi que sa position en trois dimensions et ce, avec une extrême précision (de l'ordre de 10 à 15 centimètres).

(équipement des pièces d'Airbus en étiquettes ou déployé chez de gros constructeurs automobiles pour optimiser les process d'assemblage par exemple). D'autres acteurs déploient des solutions sur la base de technologies existantes (Wifi) avec cependant des résultats moindres en termes de précision de la localisation (société américaine AeroScout).

Concernant la stratégie de développement, le projet rencontre des problématiques de besoins de financement dans la mesure où deux ans sont nécessaires pour à la fois développer un circuit intégré spécifique (design réalisé en interne), réaliser un premier démonstrateur et mettre un prototype au point précédant une première présérie déployée sur le plan commercial. L'objectif est d'amener le système clé en main chez le client.

Pour les aspects logiciels ou encore la fabrication des cartes et des étiquettes, BLINKSIGHT envisage de s'appuyer sur des acteurs industriels locaux ou monter des partenariats.

Le projet nécessite un premier partenariat technologique de recherche évalué entre 1,2 et 1,5 million d'euros. Celui-ci s'intégrerait dans le cadre d'un contrat avec l'IMEC (Institut de Micro-Electronique et Composants) situé à Louvain en Belgique avec une antenne à Eindhoven aux Pays-Bas portant sur les briques de bases réalisées en technologies CMOS pour les éléments clés de la partie Radio Fréquence.

BLINKSIGHT qui bénéficie du statut de Jeune Entreprise Innovante est accompagnée par Normandie Incubation depuis fin 2010. Hébergée à Innovaparc sur EffiScience, la société comprend actuellement 4 ingénieurs, anciens salariés de ST-Ericsson, ayant une forte compétence en Radio Fréquence. Les perspectives portent sur un objectif de 15 emplois d'ici trois ans et jusqu'à 40 d'ici cinq ans en cas de succès.

II.2.1.2. Les sociétés qui interviennent dans l'environnement proche des concepteurs et fabricants microélectroniques

Les activités ciblées dans ce chapitre portent notamment sur le test industriel, la caractérisation des prototypes, les services et le développement de solutions logicielles ainsi que la fourniture de produits chimiques ultra-purs indispensables à la fabrication des composants.

II.2.1.2.1. Les activités de test et de caractérisation des circuits : Presto Engineering, EDE Labs et la prestation industrielle du GANIL

➤ PRESTO ENGINEERING

Etabli depuis 2006 dans la Silicon Valley californienne, Presto Engineering s'est d'abord implanté à Grenoble en 2009 avant de reprendre en février 2010 sur Caen l'activité de fiabilité et d'analyse de défaillances de NXP localisée sur le site Côte de Nacre. NXP a assisté la nouvelle société dans la phase de démarrage par notamment la mise à disposition de compétences, le financement d'une nouvelle implantation des laboratoires ainsi qu'une garantie de charge dégressive sur une période de trois ans.

La mission de Presto Engineering est de fournir à ses clients industriels un support leur permettant d'accélérer la mise sur le marché de leurs nouveaux produits, et d'améliorer leur rendement de production par des solutions de test et d'analyse (du test

de fiabilité à l'analyse des défaillances) complémentaires de leurs ressources internes. La société propose ainsi une prestation intitulée "Design Success Analysis™" permettant aux clients de raccourcir le temps de mise sur le marché des puces. La société a développé une offre complète de prestations en termes de services (validation et qualification de nouveaux produits, développement de test industriel et test de préséries, analyse électrique et physique, et détection d'erreurs et/ou de problèmes dans les produits), d'équipements (solutions de contrôle thermique, solutions d'interfaces pour le test en laboratoire et alimentations spéciales adaptées aux équipements de test) et d'opérations ("importation" chez Presto Engineering des opérations client, ou "exportation" du savoir-faire et mise en place des outils nécessaires chez celui-ci).

En avril 2010, Presto Engineering a créé un laboratoire commun avec le CEA LETI sur le site MINATEC pour développer des solutions innovantes de test et d'analyse dédiées aux semi-conducteurs 3D (problématique d'empilage de puces). Presto Engineering a également conclu un partenariat avec le Centre Intégré de Microélectronique PACA (CIM PACA) à Rousset (13) qui dispose de matériels complémentaires et très performants. Sur Caen, a été officialisée en décembre 2010 l'entrée de Presto dans le LAMIPS⁴⁹ dont l'esprit consiste dans la mutualisation de moyens humains et matériels autour d'un programme de R&D défini avec le CRISMAT sur quatre années. La convention intègre les aspects gouvernance et propriété intellectuelle. Concernant la gouvernance, les deux directeurs adjoints de ce laboratoire mixte sont les industriels NXP et Presto Engineering.

La stratégie de Presto Engineering sur Caen consistait au départ dans une offre de services s'adressant aux fabricants de puces mais le contexte bas-normand, du fait de l'engagement fort dans des pôles de compétitivité (TES et MOV'EO), a poussé la société à élargir sa gamme de prestations répondant aux besoins de tests et d'analyses des activités concernées, tirant ainsi partie du microcosme électronique régional. L'acquisition des actifs du Laboratoire de Fiabilité et d'Analyse de défaillances de NXP Semiconductors à Caen place clairement Presto Engineering au cœur des préoccupations de ces deux pôles dont la société est adhérente. Elle participe dans ce cadre à des projets collaboratifs comme le projet AUDACE (Analyse des caUses de DéfaillAnces des Composants des systèmes mEcatroniques embarqués) porté par MOV'EO dans le cadre du 6^{ème} appel à projets du Fonds Unique Interministériel, projet qui avait été conclu précédemment avec NXP.

Le site de Caen propose les services de test, de fiabilité et d'analyses de défaillances avec des équipements de pointe très coûteux. Certains équipements dont dispose Presto Engineering (comme le récent microscope holographique) ont été acquis par l'ENSICAEN dans le cadre du partenariat en recherche.

Le test de production intègre une large gamme de services depuis la mise en œuvre de la carte qui va servir d'interface entre le produit à tester et le testeur jusqu'aux résultats finaux de test en passant par la définition du programme de test.

La phase de fiabilité représente, pour caricaturer, la "chambre de torture" où les produits à tester sont mis à rude épreuve, soumis ainsi à des conditions physiques et chimiques extrêmes (stress électriques et environnementaux) pour estimer leur durée de vie. L'analyse de défaillances est la phase qui consiste à identifier l'origine des

⁴⁹ Cf. chapitre sur les formations et la recherche ci-après.

points de faiblesse. Elle comprend l'analyse non destructrice (rayons X 2D et 3D, microscopie acoustique, microscopie holographique), l'analyse électrique intra-silicium (microscopie à émission de photons, stimulation photonique et thermique par LASER, probing mécanique micro et nano), la préparation des échantillons (ouverture mécanique et chimique des boîtiers et ablation LASER, gravure plasma, rodage, polissage...) et l'analyse physique (microscopie électronique à balayage, microscopie électronique en transmission, microscopie à force atomique et FIB - Focused Ion Beam).

Les marchés ciblés concernent les fabricants de semi-conducteurs, incluant les "fabless" mais aussi par extension les fabricants de systèmes pour lesquels Presto Engineering se positionne comme un fournisseur de technologies "amont" pour accompagner leur développement. Cette extension de marché est tout à fait adaptée au contexte régional qui va, en particulier, s'adresser aux membres des Pôles de Compétitivité TES (smart-cards, cartes électroniques pour les équipements de transactions sécurisées) et MOV'EO (mécatronique et systèmes électroniques embarqués dans les véhicules). Dans la filière automobile qui requiert un haut niveau d'exigences et des normes très spécifiques, Presto Engineering propose des services de test et d'analyse de cartes électroniques, composants mécaniques, faisceaux électriques...

Ses activités, plus focalisées sur les Systems-in-Package (SiP) et les Radio Fréquences, s'étendront également plus systématiquement aux cartes et aux systèmes électroniques, et notamment aux systèmes mécatronique embarqués, et aux cartes à puces.

La grande compétence des ingénieurs et techniciens de Presto Engineering, originaires pour la plupart de NXP, peut ainsi être mise à la disposition des membres des pôles et compléter la palette d'expertises de ceux-ci.

De 22 personnes recrutées à la reprise de l'activité en février 2010, l'effectif était de 28 salariés au 1^{er} janvier 2011 avec l'objectif d'atteindre la trentaine d'emplois au cours de l'année 2011. Les qualifications des salariés concernent pour moitié le niveau ingénieur et le niveau technicien. Soulignons que l'implantation caennaise est la plus importante des sites de Presto Engineering. Au-delà de son implication dans le LAMIPS, notons que la société va démarrer une nouvelle thèse CIFRE sachant qu'un précédent doctorant vient d'être recruté.

➤ *EDE Labs*

Créée en septembre 2010 par une équipe d'ingénieurs issus de Philips, NXP et de ST-Ericsson, EDE Labs (Electronic Design & Engineering Laboratories) est une société dont la stratégie repose sur des partenariats avec des industriels dans le cadre de développement d'applications bien ciblées et de caractérisation de circuits ou systèmes intégrés. Les compétences et les savoir-faire développés au sein d'EDE Labs portent sur la Radio Fréquence (RF), le logiciel embarqué et la conception de cartes (hardware).

Au plan plus détaillé, les activités d'EDE Labs concernent deux domaines : d'une part, une activité de bureau d'étude en électronique Radio Fréquence et électronique analogique et, d'autre part, de laboratoire de mesures et de caractérisation de composants ou de systèmes électroniques. Un troisième axe de développement à venir pourrait concerner les nouveaux standards et les normes en préparation.

L'activité de bureau d'étude d'EDE Labs figurera dans un chapitre suivant consacré aux sociétés dont les compétences portent précisément sur ces aspects.

L'activité de laboratoire de mesures et de caractérisation de composants ou de systèmes électroniques intègre les domaines suivants :

- la caractérisation électrique de puces électroniques et de systèmes,
- le développement d'outils d'analyses statistiques des résultats de mesures sauvegardées dans une base de données,
- la définition, la réalisation et la mise en place de bancs de test,
- le développement de logiciels d'automatisation.

Parmi les exemples de réalisations, citons la **caractérisation** de circuits intégrés de radio-communications (transceivers Radio Fréquence pour téléphones mobiles), d'amplificateurs de puissance RF. Pour cette caractérisation de laboratoire qui représente 90 % de son activité, la société a développé un logiciel de gestion des données de mesures innovant.

EDE Labs dispose d'un parc de matériel très performant permettant des mesures de spectre Radio Fréquence, du test d'application de radiocommunication multi-standards, du test en température, des mesures en environnement confiné, etc. La société a d'ailleurs acquis 20 % du parc de l'établissement ST-Ericsson qui a cessé son activité en juin 2010 sur Caen.

Précisons que la caractérisation d'un nouveau système nécessite 3 à 6 mois (à comparer au temps de développement pour concevoir un nouveau composant qui est de 2 à 4 ans). Pour cette activité de caractérisation, EDE Labs a pour clients les principales entreprises de la microélectronique soit en Basse-Normandie soit au niveau national. Cette étape exige des équipements très lourds.

Dans le domaine de la caractérisation, EDE Labs a peu de concurrents en France et pour l'activité "bureau d'études", l'aspect RF "sur mesure" constitue une niche qui distingue la société de ses concurrents.

La société travaille pour de grands industriels des semi-conducteurs (y compris dans le cadre de contrats de partenariats) qui souhaitent de plus en plus s'appuyer sur un tissu local de petites entreprises dont le champ d'activité était autrefois intégré au sein de ces grands groupes⁵⁰. La notion de parrainage des grandes entreprises à destination des plus petites est importante. EDE Labs souhaite à cet égard s'appuyer sur les structures existantes comme les Pôles de compétitivité TES et MOV'EO qu'elle devrait prochainement rejoindre.

Les perspectives de développement pour EDE Labs laissent augurer une augmentation de l'effectif à 10/12 salariés d'ici 3 ans. La stratégie est de continuer à développer le portefeuille clients. L'objectif est d'atteindre 600 000 euros de chiffre d'affaires, cap nécessaire pour disposer d'une capacité d'investissements significative.

⁵⁰ Selon son dirigeant, au niveau national, le paysage de la microélectronique comprend encore quelques grandes entreprises et, à côté, de plus en plus de petites sociétés de 5 à 10 salariés qui sont des bureaux d'études occupant des niches spécifiques.

➤ *La prestation industrielle du GANIL concernant le test de composants*

Outre la mise en œuvre et l'utilisation de dispositifs microélectroniques pour ses propres expériences de recherche fondamentale, le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL) propose des prestations dans le cadre de la valorisation industrielle de ses faisceaux d'ions. Parmi le temps de faisceaux du GANIL consacré à ces applications industrielles, la simulation du vieillissement de composants électroniques sous irradiation dans l'air ou sous vide constitue la prestation principale⁵¹.

La ligne G41 du GANIL est aujourd'hui spécifiquement dédiée à ce type de prestation industrielle qui intéresse au premier chef les acteurs privés, publics ou parapublics du secteur spatial comme le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), l'Agence Spatiale Européenne (ESA), le constructeur européen EADS Astrium mais également de grands fabricants mondiaux de composants comme Infineon, STMicroelectronics ou Atmel ainsi que le CEA (applications militaires ou expériences de physique⁵²) ou encore des Instituts et Universités en contrat avec un industriel. Les utilisateurs européens sont à ce propos regroupés au sein de l'association RADECS (Radiations Effects on Components and Systems).



Les instruments électroniques embarqués sur les satellites et autres engins spatiaux sont soumis au bombardement de particules de haute énergie provenant du cosmos

Image : Satellite de télécommunications ARTES 11 Small GEO - Source : ESA

⁵¹ La facturation du prix du faisceau et le coût du personnel nécessaire à son fonctionnement ainsi que certains coûts de petits investissements rapportent chaque année 100 000 euros au GANIL (extrait du rapport du CESER sur le nucléaire pour l'énergie et la santé).

⁵² Le GANIL est ainsi intervenu à la demande du CERN (impliquant les tutelles du GANIL) qui a eu besoin de tester rapidement de nouvelles cartes électroniques dans le cadre de la mise en place actuelle d'une expérience auprès du grand collisionneur LHC.

Il s'agit de tester des composants complexes (puces nues ou encapsulées) destinés à être embarqués dans des satellites artificiels en les mettant dans des conditions qui reproduisent le milieu extrêmement hostile du fait du bombardement de particules cosmiques lourdes⁵³ auquel ils seront soumis une fois placés sur orbite. Les travaux ont révélé que l'influence de ces particules cosmiques sur les composants répond en premier lieu à un "effet de dose" cumulatif selon une échelle donnée, mais que, en outre, des événements singuliers (SEE, Single Event Effect) peuvent perturber grandement le fonctionnement des semi-conducteurs. Les dégâts occasionnés vont de la simple perturbation temporaire à des atteintes irréversibles. La miniaturisation des composants les expose de plus en plus à ce type de défaillance en milieu hostile.

Le GANIL offre des caractéristiques en énergie très élevées qui rendent cet équipement unique en Europe pour le test des composants. Sa reconnaissance internationale est confirmée par la venue d'acteurs de niveau international comme l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et l'Agence Spatiale Japonaise (JAXA).

Les équipes qui viennent au GANIL pour effectuer l'étude de l'influence des ions moyennement lourds (krypton, xénon...) à lourds (plomb) sur les puces électroniques sont assistées par les ingénieurs et techniciens du GANIL (6 personnes au GANIL ont été formées pour assister ces équipes). Un plan d'expérience est établi en commun avec qualification des bonnes énergies de faisceau attendues.

Au vu des résultats, les industriels "durcissent" les composants et reviennent au GANIL pour de nouveaux tests (interventions de laboratoires sur Toulouse notamment).

Les avancées technologiques rendent aujourd'hui possible de recourir au LASER pour déposer de l'énergie de manière très précise à un endroit bien déterminé dans les circuits électroniques testés. En cas de rupture d'un composant, cela nécessite une analyse fine par scanner, afin de déterminer les zones les plus sensibles. Ce type d'équipement n'existe actuellement pas à Caen. Toutefois, en lien avec les compétences au GANIL, au CIMAP ou chez des industriels, il pourrait être envisagé une activité autour d'une plate-forme de test de composants.

En 2007, la décision a été prise d'améliorer la qualité et le contrôle de la ligne de faisceau destinée aux applications industrielles de tests de composants pour mieux répondre aux besoins de ses utilisateurs. Le projet d'un investissement de 274 000 euros a été porté et financé par le laboratoire et le CNES avec le soutien d'OSEO (avance remboursable).

Le GANIL consacre chaque année 4 séances de 2 à 3 jours à ces applications industrielles, ce qui reste très insuffisant pour répondre à toutes les demandes. Mais il faut concilier les applications industrielles avec les travaux de physique nucléaire, le GANIL étant avant tout un Très Grand Equipement de recherche fondamentale.

Si SPIRAL 2 ne sera pas directement concerné par les applications de test électronique du fait de l'intensité de ses faisceaux, il est cependant envisageable que des tests soient demandés sur la partie neutrons. Par ailleurs, sa mise en service pourrait libérer du temps de faisceau pour ces prestations sur les activités classiques du GANIL. Le projet ARCHADE ouvre également des perspectives de test de composants

⁵³ En revanche, le GANIL ne reproduit pas l'effet des rayonnements cosmiques étudiés notamment dans des laboratoires de l'IN2P3 spécialisés (protons, électrons, rayons gamma...).

avec l'utilisation des protons, et des ions plus légers, mais à plus haute énergie (carbone).

II.2.1.2.2. La fabrication de produits chimiques ultra purs destinés à l'industrie des semi-conducteurs : OM Group

C'est en plein bocage normand, à Saint-Fromond dans la Manche, sur le site d'une ancienne tuilerie dont l'origine remonte au milieu du XIX^{ème} siècle, que se crée en 1981 une unité de fabrication de produits chimiques ultra purs destinés à l'industrie des semi-conducteurs. Rachetée en 1985 par le groupe LAPORTE Electronics, puis en 2001 par le fond d'investissement Kohlberg Kravis Roberts et passé sous contrôle de Rockwood, producteur mondial de spécialités chimiques et de matériaux de pointe pour finalement être repris par le groupe fino-américain OM en 2008 (numéro un mondial pour la production de cobalt destiné à celle du cobaltate de lithium nécessaire à la réalisation des batteries des appareils électroniques portables).

En France, OM Group est présent sur trois sites principaux pour l'activité microélectronique : Saint-Fromond dans la Manche, Saint-Chéron en Essonne et Rousset dans les Bouches du Rhône, ce dernier site étant spécialisé dans la gestion des stocks chimiques des grands acteurs nationaux et internationaux de la microélectronique. OM Group est numéro 2 européen dans ce domaine de la chimie ultra pure pour les semi-conducteurs après BASF.

Sur une implantation de 29 hectares, l'établissement bas-normand classé SEVESO est spécialisé dans la distillation et la purification de toute une gamme d'acides minéraux standards à propriété très oxydante utilisée pour la gravure, éléments indispensables pour l'industrie des semi-conducteurs (acides nitrique, sulfurique, acétique glacial, chlorhydrique, etc.) et l'industrie photovoltaïque. Le site est le seul atelier en Europe pour la distillation de l'acide nitrique fumant à 99,9 %. Il est en outre l'un des deux acteurs en Europe pour la fabrication de solutions à base d'hydroxyde d'ammoniaque à 20 ppt. Les acides fluoridrique et phosphorique sont en revanche achetés ultra purs à des fournisseurs partenaires. Le site ne fabrique pas l'eau oxygénée ultra pure également utile pour la fabrication des composants.

Unique dans sa gamme de produits, l'unité de Saint-Fromond a une capacité de production de 20 millions de litres par an. La production réelle correspond à près de 70 % de la capacité. Son organisation se veut rigoureuse, innovante et flexible pour prévenir toute rupture de la chaîne d'approvisionnement. L'unité a mis au point un contrôle statistique des procédés et la maîtrise d'indicateurs de performances. Elle a bénéficié du 2^{ème} prix de l'ADEME en 2003 pour être capable de recycler 90 % des eaux résiduelles. L'établissement bénéficie de nombreuses certifications : ISO 9001, ISO/TS 16949⁵⁴, COFRAC ISO 17025 sur environ 200 items, ISO 14001, OHSAS 18001.

S'est posée la question du maintien de l'activité il y a 10 ans. Puis, le site a été considéré stratégique du fait de son positionnement situé entre la région parisienne et à proximité du port transmanche de Cherbourg permettant d'avoir des relations facilitées avec un autre site d'OM Group situé dans les Midlands. Les mises à 2 x 2 voies de la RN 13 et de la RN 174 ont eu à cet égard un effet positif. Un plan de modernisation a

⁵⁴ La norme ISO/TS 16949 est le référentiel international traitant de la démarche Qualité dans le milieu automobile.

alors concerné l'usine avec la mise en œuvre d'une organisation ascendante en différentes unités prévoyant le cheminement suivant : réception des matières premières, purification, mise en œuvre des mélanges, prélèvements en laboratoire, conditionnement et stockage. Une unité isolée purifie l'acide acétique glacial à 99,9 %. Un système numérique de "contrôle commande" très sophistiqué permet de gérer l'ensemble du process. Il permet d'accéder à la programmation de toutes les séquences de fabrication ainsi que l'analyse des produits.

L'établissement compte, en 2011, 70 salariés dont 5 ingénieurs chimistes.

OM Group en France est impliqué dans la R&D par la mise en œuvre d'innovations en accompagnant les grandes évolutions du secteur. Ainsi, deux docteurs, salariés de la société, travaillent à l'Institut LAVOISIER / CNRS à Versailles sur différents programmes de recherche en lien avec des entreprises de la microélectronique et du LETI. Depuis 10 ans, l'industrie des semi-conducteurs a de plus en plus recours au cuivre comme métal d'interconnexion des composants en lieu et place de l'aluminium sur les puces elles-mêmes. Un programme de recherche collaboratif a ainsi été lancé sur ce sujet notamment avec Philips Semi-conducteurs puis NXP et Rockwood -dont dépendait à l'époque le site de Saint-Fromond-concernant les dépôts électrolytiques (étude sur les moyens de faire pénétrer le cuivre au fond des structures des semi-conducteurs et réalisation de vias traversants en cuivre dans les composés passifs⁵⁵).

OM Group met ainsi au point un nouveau procédé de fabrication de sulfate de cuivre ultra pur et d'additifs en cours de dépôt de brevet. Du fait de ces évolutions importantes, OM Group vient d'investir 2,5 millions d'euros dans un nouvel atelier sur Saint-Fromond spécialisé dans des solutions de sulfates de cuivre. Le déploiement mondial de cette technologie prévoit aussi la réalisation d'une plate-forme d'essai à Singapour de manière à être présent au cœur du développement asiatique dans le domaine de la microélectronique.

Le site de Saint-Fromond est partenaire d'un programme ANR sur les additifs organiques et a bénéficié d'aides du Conseil Régional et du Conseil Général. Cet appui des collectivités territoriales est apprécié. Les grosses difficultés rencontrées aujourd'hui viennent des contraintes et lourdeurs administratives propres à ce type d'activités à risques dans le secteur de la chimie. L'Europe, par ses dispositifs réglementaires et les dispositifs nationaux qui se surajoutent, tendent à décourager tout développement et menacerait même le maintien de ce type d'activité.

II.2.1.3. Les sociétés utilisatrices de technologies microélectroniques bénéficiant d'une forte connaissance des puces

Cette catégorie d'acteurs regroupe les sociétés qui, à défaut de concevoir en propre les puces utiles à la fabrication de systèmes et dispositifs, affichent toutefois une forte expertise et compétence en termes de composants électroniques. Leurs dirigeants sont à ce propos très souvent issus des sociétés du cœur de la microélectronique précédemment présentées.

⁵⁵ Localement, une coopération avec IPDIA qui utilise cette technologie pourrait être développée selon la direction de l'établissement bas-normand rencontrée.

II.2.1.3.1. AYKOW

Créée en avril 2011, la société AYKOW conçoit des dispositifs innovants de détection de la radioactivité naturelle ou artificielle (et le radon en particulier). Son dirigeant est un ingénieur nucléaire ayant de fortes compétences en électronique. Le radon est un gaz naturellement radioactif qui serait la deuxième cause des cancers du poumon après le tabac selon l'OMS⁵⁶. Dans l'habitat, l'OMS a revu à la baisse ses recommandations sanitaires en 2009 et conseille aux pays d'adopter des niveaux de référence de 100 Becquerels/m³. Si ce niveau ne peut pas être mis en application, l'OMS recommande que le niveau de référence ne dépasse pas 300 Bq/m³ (ce qui représente tout de même la dose maximum d'un travailleur du nucléaire en France). Depuis quelques années, plusieurs pays ont abaissé leurs seuils d'action, ils tendent tous vers un seuil bas de 200 Bq/m³, voire 150 Bq/m³ pour les USA. La France connaît un retard en matière de gestion des risques sanitaires liés au radon dans l'habitat, qui, rappelons-le, représente la principale voie d'exposition à la radioactivité naturelle pour le public en raison du temps d'exposition. En Europe, des pays comme la Suisse ou l'Angleterre ont déjà mis en place les réglementations les plus drastiques. Le radon, polluant domestique le plus dangereux, représente un problème majeur de santé publique qui expose une grande partie du territoire européen où l'on estime que 10 millions d'habitations seraient à traiter.

Hébergée par Normandie Incubation dans les locaux mis à disposition par le GANIL, AYKOW est la première société à apporter, pour l'habitat domestique, des solutions domotiques de détections en temps réel à un coût très abordable couplées, le cas échéant, au pilotage de systèmes actifs de traitement de l'air des habitations permettant un gain considérable en énergie. Les détecteurs de radon conçus par AYKOW sont réalisés sur la base d'un capteur innovant breveté par la société (notons qu'AYKOW a déposé de 2007 à aujourd'hui 3 brevets). Si la teneur en radon est trop concentrée, une alarme indique qu'il serait préférable d'aérer la pièce, ou déclenche automatiquement une ventilation mécanique. Le premier produit développé est le Détecteur Avertisseur Autonome de Radon (**DAAR**) pour les pièces habitables ; alimenté par 3 piles LR06 (autonomie supérieure à 2 ans), il indique par une alarme visuelle et sonore la présence du radon à une concentration trop élevée ; le second est le **Radostat**, premier système automatique de remédiation du radon qui déclenche une ventilation. Se présentant comme une prise murale branchée sur le secteur, entièrement automatisé, ce dispositif détecte en continu la présence du radon et démarre les moyens de renouvellement de l'air au moment le plus opportun. Le

⁵⁶ Toujours selon cette même source, il serait la cause de 20 000 décès en Europe chaque année (dont plus de 3 000 en France) et 18 000 aux USA. Au niveau européen, il existe depuis 1990 une recommandation relative à la protection de la population contre les dangers résultant de l'exposition au radon à l'intérieur des bâtiments. En France, le radon est pour l'instant couvert par des valeurs limites à ne pas dépasser dans les seuls Etablissements Recevant du Public (ERP). Un plan de gestion des risques associés au radon a été lancé en France dans le cadre du Plan National Santé Environnement : l'arrêté du 22 juillet 2004 a classé 31 départements français comme prioritaires vis-à-vis de la gestion du risque radon (le Calvados en fait partie). Dans ces départements, un dépistage systématique du radon dans les ERP est exigé. Les gestionnaires de ces établissements sont soumis à obligation de travaux de remédiation visant à faire baisser les teneurs en radon lorsque les mesures de dépistage dépassent 400 Bq/m³. Au-delà de 1 000 Bq/m³, des actions correctrices d'envergure, doivent être impérativement conduites à bref délai car on aborde un niveau de risque qui peut être important.

dispositif est prévu de fonctionner également par un déclenchement à distance Radio Fréquence.

A partir des mêmes compétences, la société a développé un petit détecteur de radioactivité personnelle, le **NAHO**, muni de trois alarmes pour avertir que la radioactivité ambiante est 5, 50 ou 250 fois la radioactivité naturelle. Il se recharge à l'aide d'un capteur solaire au verso du boîtier conçu pour l'occasion. Ce détecteur fait appel à un microprocesseur et une carte électronique dont la conception, l'assemblage ont été réalisés en interne. Les perspectives de développement dans la détection des rayonnements ionisants dans le nucléaire civil apparaissent importantes.

La cible commerciale principale de ces produits est le marché étranger, les récents événements de Fukushima pouvant susciter une mobilisation autour des problématiques de rayonnements ionisants. La fabrication de ces produits est réalisée pour l'heure en Chine, seul pays à même de permettre un coût abordable (cinq fois moins cher à produire) avec l'intervention de procédés très innovants (silicium non encapsulé, directement intégré sur PCB). Le dirigeant d'AYKOW dispose d'ailleurs d'un bureau près de Shanghai.

La société a été lauréate du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes en 2010 organisé par le Ministère de la Recherche et a bénéficié dans ce cadre de l'appui d'OSEO. Les études de marché révèlent des débouchés importants et un chiffre d'affaires de plusieurs millions d'euros. Une société commune WARF SAS a été créée avec les dirigeants d'autres sociétés innovantes (BIOPIC, WIBEE et ECO-ENGINEERING) en vue de regrouper les compétences et les forces commerciales à l'étranger. Notons également qu'AYKOW a participé, avec l'aide du Conseil Régional, au salon POLLUTEC dans le cadre du Pôle ECOVIA.

Après la mise en œuvre des prototypes, la finalisation du projet technologique et la phase de commercialisation débutant, l'étape actuelle nécessiterait un apport financier conséquent. Il existe dans ce cadre un besoin de recruter des commerciaux. AYKOW est donc à la recherche de partenaires investisseurs pour développer l'entreprise. Le prochain développement d'AYKOW portera sur un détecteur portable pour contrôler la contamination des aliments. Sur la base de ces technologies, les applications peuvent être développées à l'infini en termes de détection de la radioactivité. Des perspectives se font jour également dans le domaine de la détection du radon sur terrain constructible ou encore de réseau d'alerte des tremblements de terre à partir de la mesure du radon, annonciateur de ces événements catastrophiques.

II.2.1.3.2. BIOPIC

Créée en mars 2011 à l'initiative d'un docteur en physique de l'Université de Caen (thèse entre 2005 et 2008 au LAMIPS portant sur un sujet de microélectronique orienté physique) et éleveur bovin et équin, BIOPIC est une société innovante spécialisée dans la mesure de la santé animale en temps réel. Elle est hébergée depuis 2008 par Normandie Incubation dans les locaux du GANIL (en attente de nouveaux locaux).

Le concept porte sur le développement et la mise au point d'un dispositif vétérinaire, une biopuce implantée dans le corps de l'animal, en ciblant trois types d'élevage : bovin, équin et canin (gamme BIOCOW[®], BIOHORSE[®] et BIODOG[®]).

Ce dispositif miniaturisé permet de recueillir des données médicales transmises à un moniteur sur la base des technologies RFID et traité par des algorithmes

spécifiques. Le dispositif intègre la possibilité pour l'éleveur d'être averti sur son mobile. Le concept permet en outre de recueillir des bases de données.

Les applications concernent le contrôle de la reproduction avec le grand intérêt de pouvoir détecter avec une grande rigueur, contrairement aux solutions du marché, les chaleurs, ovulations et vêlage/poulinage en ciblant notamment le cheptel allaitant ou laitier, la santé animale en détectant et prévenant toutes affections ou encore la gestion des performances sportives en permettant d'éviter les accidents au cours de l'entraînement et d'optimiser les performances. Le projet a fait l'objet du dépôt d'un premier brevet et un second devrait suivre.

Une collaboration avec un prestataire extérieur a permis de concevoir une puce spécifique. La gestion de l'énergie est importante puisque grâce au système RFID, un courant d'induction est généré alimentant la puce en énergie à distance. Est également en développement une biopile autoalimentée.

Un premier produit va être commercialisé fin 2011 - début 2012.

Sur le plan économique, outre le fait qu'il permet de prévenir la perte de veaux et poulains, le dispositif présente l'avantage d'être clé en main et peu coûteux via un système d'abonnement abordable. C'est aussi un plus en termes de confort pour les éleveurs dans la surveillance de leurs troupeaux.

Sont ciblés le marché français et l'export vers les grands pays d'élevage (USA, Australie...).

Le projet est labellisé par le Pôle de compétitivité filière équine et bénéficie d'un partenariat avec le Contrôle Laitier. La société a bénéficié de nombreux dispositifs de soutien de la part du Conseil Régional, d'OSEO, de Normandie Incubation, de Synergia...

Il existe un partenariat avec le CRISMAT, le Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine (LAUM) au Mans, l'Université de Bordeaux (télémétrie) et l'Université de Grenoble. La start-up accueille des stagiaires et doctorants.

BIOPIC compte 3 emplois. L'objectif affiché est d'embaucher de 5 à 15 personnes d'ici 2013. En 2012, il est prévu de développer en son sein des compétences en électronique et, à moyen terme, des compétences en biologie. Sur le plan de la micro-électronique, pourrait être développé à terme un System in Package spécifique.

Des perspectives de fertilisation croisée avec d'autres sociétés bas-normandes n'est pas à exclure.

Les Jeux Equestres Mondiaux de 2014 constituent une opportunité pour faire connaître la société dans le milieu équin. BIOPIC bénéficie déjà d'un fort relais au niveau des médias spécialisés comme généralistes.

II.2.1.3.3. CAP-VRF

Créée en 2009 par trois ingénieurs (dont un ancien salarié de NXP Caen), la société CAP-VRF est une TPE qui présente trois types d'activités concernant tant la partie hardware que la partie software. Tout d'abord, l'activité initiale (après rachat d'un établissement préexistant) concerne la commercialisation de systèmes d'alignement laser (hors secteur de la microélectronique).

Autre domaine d'activité, CAP-VRF propose des services de développement dans les domaines de la microélectronique et de l'informatique. Elle intervient en sous-traitance en support de développement de composants sur produits finaux en proposant des prestations de design, des tests de laboratoire, des supports de test de composants, applicatifs, process...

Les perspectives concernant cet axe portent sur le développement de compétences sur les systèmes micro-électromécaniques ou MEMS⁵⁷ (pour MicroElectroMechanical Systems).

Troisième activité, CAP-VRF est engagé dans le développement de réseaux de capteurs à partir d'un concept de plate-forme générique intégrant les technologies sans fil. La technologie mise en œuvre permet de centraliser des informations environnementales appropriées pour des applications industrielles, par exemple pour les systèmes de sécurité tels qu'incendie, intrusion, pollution, etc. La société utilise des composants électroniques disponibles sur le marché et développe son propre applicatif. L'industrie forestière est particulièrement ciblée avec la conception de matériels électroniques dédiés à cette filière, ce secteur faisant l'objet d'un projet financé par OSEO. Sur cette activité "capteurs", d'autres applications innovantes sont en cours de développement intéressant d'autres secteurs.

CAP-VRF comprend aujourd'hui 2 salariés.

II.2.1.3.4. EFF'INNOV Technologies

Créée en mai 2009 par deux ingénieurs, anciens salariés de NXP, EFF'INNOV Technologies en est en quelque sorte un essaimage. Les fondateurs sont en effet issus des activités "Systèmes et Applications" dans le domaine de la TV Numérique (secteur cédé depuis au groupe TRIDENT). Fort de leurs expériences complémentaires (techniques et managériales), ils ont imaginé des solutions innovantes permettant de répondre aux besoins des clients. EFF'INNOV Technologies s'identifie comme un concepteur, développeur et intégrateur de systèmes électroniques embarqués.

L'objectif principal est de proposer des systèmes et solutions clés en main répondant aux besoins des clients. La société développe ainsi une offre complète de services intégrant la conception de cartes électroniques, de logiciels associés ainsi que la prise en charge, le cas échéant, d'une partie de l'industrialisation en lien avec des partenaires locaux sous-traitants (SOMINEX ou ASCO par exemple), nationaux ou internationaux.

Le cœur de l'activité carte et logiciels concerne trois domaines d'applications :

- la TV numérique, activité "historique" du fait de la provenance des créateurs de la société ;
- la domotique, secteur qui porte sur trois sous-ensembles : "confort et sécurité" qui concerne l'automatisme des actions, "optimisation de la consommation énergétique" qui s'adresse autant au secteur résidentiel qu'industriel et "maintien des personnes à domicile" ;
- le sans contact avec l'intégration des technologies NFC et RFID dans les produits, marché de niche qui donne lieu à une collaboration avec NXP. Une application en

⁵⁷ Les MEMS sont des éléments mécaniques (résonateurs, poutres, micromoteurs, etc.) réalisés sur silicium à l'échelle micrométrique.

cours de développement concerne notamment la gestion partagée d'une flotte automobile d'entreprise.

Pour chacun de ses domaines d'activités, la société possède une double approche :

- l'activité bureau d'étude ;
- l'activité R&D interne à l'entreprise avec la conception (design) d'une plate-forme de référence clés en main.

Vendue à des industriels, la plate-forme est personnalisée selon les souhaits des clients. La propriété intellectuelle appartient à Eff'Innov qui se rémunère sous forme de royalties. Certaines fonctionnalités peuvent cependant être développées et intégrées de façon exclusive pour un client.

La microélectronique en tant que telle n'est pas développée en interne, les circuits et composants étant achetés sur catalogue. Sont en revanche conçus les systèmes et applications. Il existe des compétences internes pour développer des composants programmables (FPGA) ainsi que les logiciels, qui vont des "couches basses" jusqu'aux interfaces utilisateurs. Lorsque cela est possible (sur les plans technique et juridique), il est fait appel à des produits "open source".

Les bases technologiques "sur étagère" permettent d'accélérer le développement des produits multimédia communicants à usage grand public ou professionnel. Les plateformes de référence développées sont modulaires, personnalisables et contiennent tous les éléments nécessaires à une industrialisation rapide.

La société dispose en outre d'un banc de test pour valider les prototypes.

Des collaborations existent localement avec NXP sur les aspects NFC et intégration de lecture. Des projets communs de développement sont d'actualité. De même, pour les compétences "capteurs", des complémentarités pourraient s'envisager avec d'autres entreprises locales.

Les clients de la société sont actuellement des entreprises nationales ou des groupes internationaux (Japon, Suisse...), la cible de la société étant clairement le monde entier.

Concernant la recherche, les collaborations existent davantage avec la Bretagne et notamment l'Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA) de l'Université de Rennes I. Quelques contacts ont eu lieu avec le GREYC, laboratoire local le plus proche du fait des thématiques développées (traitement de l'image, transactions électroniques sécurisées). La société est membre du pôle TES depuis sa création.

EFF'INNOV comprend un effectif de 12 salariés à mi-2011 et accueille également des stagiaires.

Côté perspectives, EFF'INNOV est engagée dans un projet innovant dénommé "Spider" concernant la domotique pour lequel elle a fait appel à un dispositif d'avance remboursable proposé par OSEO ainsi que d'une subvention du Conseil Régional. La concrétisation d'une plate-forme de référence dans le domaine de la domotique ouvre des perspectives prometteuses. L'objectif à court terme est d'augmenter les effectifs

autour de 25 et 30 salariés afin d'atteindre une taille optimale permettant de mieux concilier les activités "bureau d'études" et les activités de R&D.

II.2.1.3.5. ELDIM

Créée en 1991 sur la base de compétences pointues en microélectronique et aujourd'hui installée sur la zone du CITIS à Hérouville-Saint-Clair, la société ELDIM est leader mondial en métrologie optique. Elle conçoit et fabrique des matériels de métrologie et des équipements de mesures et de caractérisation ainsi que des composants spécifiques dans les domaines de la colorimétrie, de la photométrie et de l'optique, essentiellement pour l'industrie des écrans plats. Outre le fait que la société utilise des technologies et des composants microélectroniques pour les instruments qu'elle développe et fabrique, elle dispose d'une équipe d'ingénieurs qui réalise du design électronique. Il existe également des compétences pour l'exploitation des instruments (logiciels) ainsi qu'une activité de services pour le calibrage de machines.

Les photomètres et colorimètres développés permettent de contrôler la qualité des écrans à cristaux liquides, LED, OLED⁵⁸. Cet aspect constitue l'activité historique et principale de l'entreprise. En intervenant dans la partie optique du signal, ELDIM est au cœur des compétences en microélectronique et a pour clients tous les fabricants d'écrans dans le monde (Samsung, LG, Sharp, Sony, Mitsubishi, différents constructeurs chinois, taïwanais...). Des sociétés comme Google souhaitent aujourd'hui participer à ces développements prometteurs. Les nouvelles générations TV à écran plat font appel à des techniques de microélectronique grandes surfaces. Une TV haute-définition comprend environ 2 millions de pixels soit 6 millions de transistors pour commander les trois couleurs de base. Les instruments de mesure mis au point permettent aux constructeurs de revoir et modifier la structure de leurs transistors si nécessaire.

Les développements de process autour des différentes technologies concernant la TV 3D mobilisent l'entreprise en lien avec les différents fabricants sur des technologies microélectroniques comme la micro-gravure pour les écrans. Ce domaine ouvre de grandes perspectives pour l'avenir. Les instruments de métrologie développés permettent de mesurer l'optimum de positionnement d'un utilisateur face à l'écran.

ELDIM possède une importante activité autour de la caractérisation de LED. Elle contribue à développer des projets collaboratifs pour les panneaux publicitaires à affichage LED par exemple dont certains sont conçus comme des sites Internet avec possibilité de transmettre des informations en ligne et de bénéficier d'un feedback (détection de panne, enregistrement des conditions météorologiques...). Un autre partenariat porte sur la caractérisation de cellules solaires transparentes.

Les compétences au sein d'ELDIM sont très spécialisées et uniques au monde (notamment en métrologie) et il n'existe quasiment pas de concurrents sur ces domaines. Occuper un marché de niche est le seul moyen de survivre en Europe car les volumes financiers générés ne sont pas suffisants pour intéresser une grande

58 Une diode électroluminescente organique (OLED pour Organic Light-Emitting Diode) est un composant qui permet de produire de la lumière. La structure de la diode est relativement simple puisqu'elle consiste à superposer plusieurs couches semi-conductrices organiques entre deux électrodes dont l'une (au moins) est transparente. La flexibilité des matériaux que cette technologie permet offre la possibilité de réaliser des écrans souples et ainsi de l'intégrer sur des supports très variés comme certains plastiques.

société mondiale. Par ailleurs, les compétences requises en R&D dans le domaine de l'optique sont suffisamment complexes pour que des concurrents s'installent sur ce créneau.

ELDIM comprend une trentaine de salariés dont 6 ingénieurs en R&D et une quinzaine d'opérateurs dans l'unité de fabrication optique. Les qualifications des ingénieurs portent principalement sur l'électronique, la physique et l'optique. ELDIM dispose pour cela des laboratoires nécessaires et d'une salle blanche.

Après une période difficile suite à la crise de 2007/2008, la société connaît depuis deux ans une très forte croissance de son chiffre d'affaire.

Concernant les partenariats de recherche, il existe en local quelques collaborations avec le GREYC sur les thématiques d'optique instrumentale. La société est en outre impliquée dans un programme ANR. ELDIM est à l'origine de 10 à 15 publications par an dans son domaine de compétences.

Appréciant être accompagné localement, ELDIM bénéficie notamment d'aides ponctuelles de la Région et de l'Etat en ce qui concerne les missions aux USA, en Europe et en Asie.

II.2.1.3.6. GREENSYSTECH

Créée en juillet 2010, GREENSYSTECH SAS est une startup caennaise d'électronique actuellement incubée par Normandie Incubation et dont le siège est sur le site du GANIL. Fondée par un ingénieur électronicien issu de l'industrie des semi-conducteurs ayant de fortes compétences en Radio Fréquence, la société opère dans le domaine des technologies propres et particulièrement dans des solutions d'alimentation électrique sans piles. Elle conçoit des micro-sources d'énergie écologiques basées sur la récupération et la gestion intelligente de l'énergie ambiante (soleil, chaleur, bruits...), appelée "*energy harvesting*".

L'objectif est de réaliser les objets électroniques fixes ou nomades, systèmes autonomes en énergie, qui seront produits dans les années à venir. Ils permettront de supprimer la pile embarquée, le coût important de la maintenance (exemple des capteurs sur les ponts ou sur les cheminées d'usines, de la mesure de pression des pneus, etc.), d'équiper certains milieux en contexte potentiellement explosif comme le secteur de la pétrochimie, d'assurer une autonomie sur une longue période et enfin de répondre aux exigences environnementales en réduisant les empreintes écologiques.

Les compétences et les domaines d'intervention, en tant que développeur de système-solutions concernent notamment la gestion de la puissance ou power management, la conception de systèmes électroniques intégrant des circuits Radio Fréquence (RF), des capteurs, micro-contrôleurs... ou encore la conception de circuits et systèmes intégrés sur silicium. Des compétences fortes sont également développées en thermoélectricité.

Cette récupération d'énergie est la base des micro-sources d'énergie renouvelable, développées par la start-up sous formes de modules dédiés à de nombreuses applications comme la mise en place d'un réseau de capteurs sans fil (Wireless Sensor Network), notamment à des fins de sécurité et de surveillance, des systèmes Radio Fréquence de courte portée, des dispositifs RFID (Radiofrequency

Identification), la gestion technique des bâtiments et la domotique (Building Automation et Home Automation).

L'application la plus porteuse concerne les réseaux de capteurs mais il n'existe pas en fait de produit standard, plusieurs déclinaisons sont possibles selon les attentes des clients.

La société a été lauréate en Basse-Normandie de la 12^{ème} édition du Concours National d'aide à la Création d'Entreprise de Technologies Innovantes en juin 2010, récompensant l'innovation de GREENSYSTECH sur les micro-sources d'énergie écologiques. Un brevet européen a été déposé sur la technologie, l'objectif étant de développer une puce dédiée intégrant un DSP (Digital Signal Processor ou processeur de signal numérique) ainsi qu'un certain nombre d'autres composants.

La startup a développé un démonstrateur d'*energy harvesting* dans le cadre d'un projet interne dénommé SMART MICROGENERATOR. Cela pourrait aboutir à un projet commercial avant la fin de l'année 2011.

Les collaborations de recherche sont nombreuses avec des laboratoires français et européens (tels le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique de Neuchâtel, l'ESIEE de Paris ou encore l'Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie de Villeneuve d'Ascq). Localement, il existe une collaboration avec le CNRT "Matériaux".

La société a été accompagnée par OSEO, la Région Basse-Normandie, la MIRIADE, Synergia et bénéficie du Crédit Impôt Recherche.

Notons que GREENSYSTECH SAS développe parallèlement une activité de conseil en hautes technologies, activité s'appuyant sur son expertise en électronique, particulièrement en Radio Fréquence et en micro-énergie qui l'amène à intervenir sur l'ensemble de la France et à l'étranger.

GREENSYSTECH est pour l'heure une société unipersonnelle qui accueille également des stagiaires ingénieurs.

II.2.1.3.7. MESOTECHNIC

Créée en 2009 et localisée dans la pépinière Plug n'Work sur EffiScience, la société **MESOTECHNIC** est spécialisée dans le développement de systèmes électroniques de haute technologie. A l'interface entre le hardware et le logiciel de très haut niveau, la société est utilisatrice de puces et se positionne comme lien entre les entreprises techniques (microélectronique, tôlerie, plasturgie, informatique...) et des entreprises consommatrice de technologie. Organisée autour d'un bureau d'études, MESOTECHNIC dispose des moyens et méthodes nécessaires au développement d'applications dans les secteurs d'activités très variés, tels que la distribution et la logistique, les secteurs industriels, les télécommunications. Dans le cadre de projets qui lui sont confiés, elle intègre ou se charge des étapes de développement du système, de leur mise en production de masse en passant par leur validation sur site. L'originalité est de proposer des systèmes sur mesure, les clients ayant ensuite la maîtrise de ces systèmes. Elle se distingue tout particulièrement dans le développement d'un système de comptage de trafic de magasins par infrarouge ayant pour principal client le Groupe Beaumanoir, acteur leader du prêt-à-porter français et 1^{er} franchiseur de France, avec plus de 2 000 points de vente en France et à l'international (enseignes Cache-Cache,

Scottage, Morgan...). La société a développé dans ce cadre un module de communication Radio Fréquence en bande ISM⁵⁹. D'autres applications sont à l'étude dans d'autres secteurs d'activités avec des perspectives concernant le domaine des capteurs infrarouges, des compétences étant en projet autour de la RFID.

La société se fait pour l'heure essentiellement connaître par le bouche à oreille et le travail en réseau. Des collaborations avec des structures comme Orange Labs sur des prototypes est une référence majeure qui a des retombées positives. Selon les dirigeants de MESOTECHNIC, le rapprochement avec des acteurs de la microélectronique comme IPDIA ou NXP laisse augurer des synergies possibles et des développements applicatifs exigeant des assemblages particuliers. Trouver des points de convergence avec d'autres entreprises travaillant sur les capteurs est également une piste possible⁶⁰. Il existe déjà des relations privilégiées entre MESOTECHNIC et la société SEPROLEC à Vire, spécialisée dans la production et la sous-traitance de composants électroniques, l'intégration d'ensemble et de sous-ensemble, les cartes électroniques, le câblage... Cette entreprise assure la fabrication des éléments électroniques développés par MESOTECHNIC.

La société qui comprend, début 2011, 2 salariés a comme projet de se développer à court et moyen termes et d'investir. Le recrutement d'une troisième personne est ainsi prévu. Les lourdeurs administratives (montage de dossiers d'aides) et la pression fiscale constituent en revanche des freins réels au développement.

II.2.1.3.8. NOVABASE DIGITAL TV

NOVABASE est un groupe portugais créé en 1989 spécialisé dans la sous-traitance et l'intégration système notamment dans les domaines bancaires et les télécommunications (équivalent de Cap Gemini). C'est la plus grosse entreprise dans ces services au Portugal; elle couvre en effet 95 % du marché portugais. 1 800 personnes sont employées à Lisbonne. Depuis quelques années, NOVABASE a souhaité s'internationaliser en développant 3 autres sites en dehors du Portugal : 2 en Allemagne et 1 en France, à Caen, qui est la division Digital TV⁶¹. Le site de Caen a été retenu du fait du savoir-faire développé en télévision numérique à l'époque de Philips Composants. Un accord avait permis à Novabase d'embaucher des ingénieurs caennais de NXP ayant des compétences dans ce domaine en développant davantage l'aspect "intégration".

Novabase Digital TV localisé à Innovaparc sur EffiScience⁶² est un établissement dédié à la R&D autour des technologies dans le domaine de la télévision numérique.

⁵⁹ Les bandes ISM (Industriel, Scientifique et Médical) sont des bandes de fréquence qui ne sont pas soumises à des réglementations nationales et qui peuvent être utilisées librement (gratuitement et sans autorisation) pour des applications industrielles, scientifiques et médicales.

⁶⁰ Pour les dirigeants de MESOTECHNIC consultés, il existe un environnement très favorable en Basse-Normandie et dans un rayon de 200 km autour de Caen du fait de la présence de sous-traitants dans des domaines variés (électronique, plasturgie, tôlerie, mesures...). Les applicatifs de l'électronique couvrent un champ de plus en plus large et touchent désormais des secteurs comme la distribution, le logistique...

⁶¹ Caen est en revanche le pôle de compétence du groupe Novabase pour faire la caractérisation des cartes électroniques pour la partie réception et signaux TV et audio (y compris vérification par rapport aux normes).

⁶² Le fait d'être présent sur ce site permet une forte réactivité avec les entreprises sous traitantes ou partenaires. L'avantage est de disposer de briques et de compétences utiles localement.

Elle est spécialisée dans la conception du Set-Top Box (STB) qui désigne de façon générique tout adaptateur/décodeur dont la fonction est de transformer un signal externe en un contenu (téléviseur).

La société conçoit des boîtiers de différentes gammes, certains intégrant un disque dur. Ce produit est développé de bout en bout pour une solution clé en main à destination des opérateurs comme Téléfonica par exemple (boîtier décodeur). Novabase Digital TV ne prend en revanche pas en charge l'aspect industrialisation et ne s'adresse pas aux clients finaux (opérateurs).

Elle est également très présente dans le secteur microélectronique dans le cadre de la réalisation d'une carte mère spécifique dans les boîtiers développés permettant d'isoler des fonctions complexes liées à la sécurité (boîte avec contrôle d'accès) qui intéressent directement des opérateurs TV dans le cadre des démarches de certification.

La société a ainsi développé un module pour cette partie complexe du système destiné à être certifié et déployé sur les différentes plates-formes concernées. Dans ce cadre, Novabase Digital TV à Caen a développé un SiP (System in Package) contenant 4 puces. L'avantage de disposer d'un SiP tient au moindre encombrement et au côté sécurité puisque l'opérateur client peut ainsi certifier l'ensemble du dispositif.

Novabase Digital TV Caen utilise les puces disponibles sur le marché et amène son savoir-faire dans l'intégration des composants dans les SiP. Des contacts sont alors pris avec les fondeurs (taïwanais) et NXP dans ce cadre.

En réponse au besoin d'un client, la société prend en charge les différentes étapes que sont l'étude, le développement de l'architecture des cartes et la conception du prototype. Grâce à un équipement de pointe, les tests sont spécifiés et effectués sur l'ensemble des boîtiers au sein de la division caennaise, hormis certains tests spécifiques. Novabase Digital TV définit ensuite, avec un assembleur, les conditions du processus industriel.

Après l'électronique et la microélectronique, le site de Caen développe aussi une troisième activité positionnée sur le software avec le développement de logiciels personnalisés selon les besoins des clients, permettant la fourniture d'un système clé en main. Novabase perçoit des royalties en fonction des volumes commercialisés⁶³.

Le site de Caen comprend 8 personnes, toutes provenant de NXP, ingénieurs ayant acquis une solide expérience des semi-conducteurs et notamment des aspects test.

II.2.1.4. Les sociétés prestataires de services, de veille ou de conseil en microélectronique

Parmi les acteurs de la microélectronique, des sociétés sont spécialisées dans le conseil, la veille ou les prestations de services au bénéfice de tiers ; nous leur consacrons ce chapitre. Il est opportun de relever que, parmi les sociétés précédemment décrites, certaines ont également dans leurs portefeuilles d'activités, des missions de consulting et de prestations diverses. Mis à part pour la société EDE Labs dont l'activité "conseil" est clairement identifiée au même titre que celle relevant

⁶³ Du fait de la multiplicité des compétences, la société est ainsi positionnée à plusieurs endroits dans le secteur microélectronique et activités connexes.

du test et de mesures de composants, nous n'avons pas repris dans ce développement les entreprises qui œuvrent, de manière plus secondaire dans ce domaine. Le lecteur aura remarqué que les activités complémentaires des sociétés préalablement présentées ont été également citées.

II.2.1.4.1. EGIDEC

Fondée en 2009, EGIDEC est une TPE innovante spécialisée dans l'intelligence économique, la veille technologique concurrentielle et la réalisation d'études spécifiques à destination des secteurs de l'électronique et des semi-conducteurs. EGIDEC propose aux acteurs économiques concernés son expertise par le conseil et l'aide à la décision. Hébergée sur EffiScience, l'entreprise aujourd'hui totalement indépendante a été créée avec l'aide de NXP et à partir d'un savoir-faire développé au sein de cette société. Cette activité est en fait une externalisation d'une compétence autrefois intégrée au sein de NXP. Une convention d'essaimage signée avec NXP définit d'ailleurs les conditions d'aide et de soutien apportés par NXP et notamment l'hébergement de la société, la mise à disposition de matériel informatique ainsi que l'accès aux bases de données nécessaires. Au plan détaillé, la mission de la société repose sur l'observation, l'analyse, la diffusion et la capitalisation de l'information clé et pertinente liée à l'émergence d'une nouvelle technologie ou au développement de l'activité de l'entreprise cliente. Pour ce faire, EGIDEC a développé des méthodes spécifiques de collecte et d'analyse de l'information, aboutissant à la réalisation de son propre système de veille permettant d'apporter aux clients une information stratégique à forte valeur ajoutée. Ce processus informationnel permet à l'entreprise de réagir de manière proactive face à son environnement socioéconomique et technologique dans le but de détecter les opportunités, de mieux connaître son marché et la concurrence. Contrairement à d'autres sociétés qui œuvrent dans ce domaine, EGIDEC ne fournit pas de solutions logicielles à ses clients. Ses compétences dans la microélectronique lui permettent de traiter l'information qui peut concerner directement le cœur des circuits intégrés. Dans le cadre de ses interventions, la société met en avant le respect des règles déontologiques édictées par la Charte d'éthique de la Fédération des Professionnels de l'Intelligence Economique (FEPIE), gage de qualité, de sécurité et de confidentialité pour les clients.

EGIDEC propose deux grands produits phares. Tout d'abord, dans une démarche d'observatoire de l'information spécifique souhaitée par le client, la société développe **une lettre de veille personnalisée** au cas par cas appelée "TechNews" dont l'objectif est de maintenir un haut niveau d'informations sur les évolutions technologiques et l'évolution des marchés. Diffusée périodiquement aux équipes marketing, commerciales et techniques des structures clientes, elle permet de mobiliser les compétences afin, par exemple, d'orienter les projets R&D, d'analyser l'activité de la concurrence d'une entreprise et d'anticiper les évolutions de son environnement pour en assurer sa compétitivité. La lettre transmise au rythme souhaité par le client (rythme bimensuel le plus courant) intègre les données financières, les nouveaux produits, les conflits possibles notamment sur la propriété intellectuelle (brevets), les fournisseurs, les alliances, les acquisitions, les clients... De plus, elle informe sur les actions de régulations des Etats ainsi que sur les rapports de marchés disponibles. Un panorama des publications scientifiques est dressé et a pour objet :

- d'identifier les innovations technologiques, techniques, les acteurs que sont les universités, laboratoires, sociétés....,

- de positionner la technologie d'une société par rapport à celle de ses concurrents, ceci permettant de dégager ses points forts et ses points faibles,
- de réorienter éventuellement le projet R&D avec le meilleur compromis sur la technologie à adopter,
- de créer ou déceler des partenariats,
- d'identifier les experts scientifiques du domaine.

Chaque lettre de veille est capitalisée sur un espace dédié, base de données alimentant l'environnement associé à l'activité de l'entreprise. Dénommé "SpecifICs", cet écosystème constitue le système d'information externe du client. L'analyse de la fréquentation des rubriques par EGIDEC permet de réorienter, le cas échéant, avec le client la stratégie de veille.

Le deuxième champ d'actions concerne les **études spécifiques personnalisées**, investigations caractérisées par la formalisation d'un besoin dont l'objectif est de fournir un support décisionnel permettant d'orienter les choix stratégiques des clients. Dans ce cadre, EGIDEC produit des rapports synthétiques répondant aux problématiques décisionnelles des sociétés de l'électronique et du semi-conducteur afin d'aiguiller leurs stratégies. Ces études fondées sur l'itération des entretiens avec le client couplée à l'expertise d'EGIDEC dans la recherche et l'analyse de l'information dans les domaines de l'électronique et du semi-conducteur, permettent de cibler au mieux les besoins. Ces enquêtes examinent généralement en totalité ou en partie les points suivants :

- analyse de la compétition et de positionnement,
- état de l'art d'une technologie,
- cartographie d'acteurs,
- analyse de brevets ou publications,
- identification des opportunités de croissance,
- etc.

EGIDEC comprend, début 2011, 2,5 ETP. La société travaille essentiellement avec des sociétés bas-normandes, l'objectif étant désormais de viser le niveau national, ce qui va nécessiter de développer les aspects commerciaux et le relationnel.

II.2.1.4.2. ICRF - L'Impulsion

ICRF (Ingénierie et Conception RF et Hyperfréquences) fait partie intégrante de **L'Impulsion**, société fondée en 1973 sur l'agglomération caennaise et spécialisée dans la vente de gros et de détail de matériels électroniques (appareils de mesures, outillages de câblage, soudage et composants) et informatiques⁶⁴. Cette société propose plus de 20 000 références de fabricants à renommée mondiale. Elle intègre un service commercial ainsi qu'un bureau d'études chargé d'accompagner ses clients tout au long de leurs projets, de la fabrication de prototypes à l'industrialisation de produits. Ses clients sont répartis essentiellement dans le Grand Ouest. Relativement seule au cours des premières années de sa création, ses principaux concurrents sont aujourd'hui des sociétés multinationales. Reprise fin 2008 par trois ingénieurs originaires de

⁶⁴ En réalité, plus de 90 % du chiffre d'affaires concerne le commerce de gros.

l'entreprise ZODIAC ayant de fortes compétences en Radio Fréquence (RF) / hyperfréquences (HF), ceux-ci ont décidé de développer au sein de L'Impulsion l'entité ICRF, spécialisée dans l'étude, la conception, la réalisation et la production de cartes et de systèmes électroniques RF et HF.

ICRF prend en charge tout ou partie des phases des projets qui lui sont soumises : étude de faisabilité, développement d'un cahier des charges, conception, implantation, tests et qualification, production de série. L'entité est amenée à intégrer des composants dans des produits pour des marchés de niche à haute valeur ajoutée. Pour réaliser des cartes électroniques intégrées dans des systèmes RF/HF sont utilisés des composants du marché, ICRF étant en fait un utilisateur de microélectronique qui apporte une valeur ajoutée dans la conception.

L'entité est sollicitée par des entreprises de toutes tailles, PME ou grands groupes de niveau national, qui recherchent des compétences spécifiques en Radio Fréquence / hyperfréquence. Citons par exemple, les sociétés bas-normandes ZODIAC à Bretteville-l'Orgueilleuse, Orange Labs à Caen, OLEANE à Colombelles ou, au niveau national, THALES, GDF-SUEZ... ICRF démarcher ses clients et s'appuie sur des relais commerciaux. La filière automobile - mécatronique locale fait ponctuellement appel à ICRF pour des petits volumes (BOSCH, VALEO, PSA...). ICRF s'appuie aussi dans certains cas sur des partenaires sous-traitants locaux, notamment pour le routage de carte ou le câblage (ASCO Electronique), le test (Presto ENGINEERING pour des tests à très haute température dans le cadre d'un projet en cours de développement par exemple) ou encore le prototypage mécanique (MECA 3D à Bretteville-l'Orgueilleuse). La société prend en charge les prototypes et les petites séries de cartes électroniques (jusqu'à 30 à 50 pièces) mais il est fait appel à des sous-traitants locaux pour des moyennes séries ou de grandes cartes.

L'objectif affiché est de faire progresser les activités de L'Impulsion couplées à ICRF en travaillant sur de nouveaux produits et de nouveaux supports.

ICRF bénéficie du Crédit Impôt Recherche et a bénéficié de financements de l'OSEO et de la Région dans le cadre d'un projet innovant consistant à développer une carte électronique spécifique.

On relèvera des partenariats avec l'enseignement supérieur et la recherche localement ainsi que le Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC), ICRF accueillant deux élèves en stage par an des filières électroniques.

La société L'Impulsion - ICRF employait 14 personnes à mi-2011.

II.2.1.4.3. EDE Labs

Plusieurs sociétés de la microélectronique développe plusieurs domaines d'activités et parmi elles, celles qui concernent le conseil ou les prestations de services au bénéfice de tiers. Présentée dans le précédent chapitre consacrée aux activités de tests, de mesures et de caractérisation, la société EDE Labs, née de la valorisation de compétences locales, développe parmi ses deux grands champs d'intervention une activité de bureau d'études en électronique Radio Fréquence et électronique analogique.

Ce champ porte sur la conception et la réalisation de systèmes électroniques complexes sur mesure (conception de systèmes Radio Fréquence, analogique et numérique, développement hardware et software de cartes électroniques, mise en œuvre de microcontrôleurs, de DSP - *Digital Signal Processor* - et de FPGA - *Field-Programmable Gate Array*, mesures, essais, validation et certification produits, industrialisation et réalisation de banc de tests).

EDE n'est pas un fournisseur de produits mais la société gère en revanche le côté industriel avec d'autres partenaires assembleurs (dont des entreprises bas-normandes). Pour développer des cartes électroniques, EDE fait ainsi appel à des sous-traitants locaux dans une logique de filière. Parmi ses clients pour cette activité, on recense des domaines très variés comme l'électronique, la filière automobile, l'armement, les laboratoires de recherche ou encore des fabricants de machines outils.

II.2.1.4.4. EOLANE

Déjà présent à Caen sous le label NEXTLANE, le groupe **EOLANE**, spécialiste en électronique professionnelle (2 300 personnes dans le monde et 270 millions d'euros de chiffre d'affaires des secteurs très diversifiés : aéronautique, défense, ferroviaire, médical, automobile, télécommunications et énergie) vient d'implanter en 2011 une unité de R&D à Innovaparc sur EffiScience à Colombelles. L'opération s'est effectuée avec le soutien de la Communauté d'Agglomération Caen la Mer.

L'établissement EOLANE est un bureau d'études. L'équipe d'une quinzaine d'ingénieurs (dont des anciens salariés de NXP), est spécialisée dans la conception d'équipements et de cartes électroniques numériques notamment pour les marchés télécommunications, multimédia et aéronautique. Utilisatrice de composants, la société n'exclut pas à terme le montage de projets collaboratifs avec certaines entreprises de la microélectronique implantées localement.

II.2.1.4.5. BELLELLE Consulting

BELLELLE Consulting est une société unipersonnelle de conseil créée en 2006 par un ancien ingénieur de Philips Semi-conducteurs Caen qui a bénéficié en 2004 d'un accompagnement (dispositif ACCRE) suite à un plan social au sein de l'entreprise. Fort d'une quinzaine d'années d'expériences acquises au sein de plusieurs unités de R&D et de fabrications du site de la Côte de Nacre et de formations complémentaires en accompagnement en management d'entreprises, BELLELLE Consulting s'identifie comme un cabinet de business développeur dans le domaine de la microélectronique qui accompagne les sociétés dans des projets de développements technologiques ou commerciaux en leur transmettant son savoir-faire, et en leur permettant l'accès à de nouvelles technologies encore plus avancées. L'offre s'adresse spécialement aux utilisateurs européens n'ayant ni les compétences nécessaires, ni les volumes suffisants pour avoir accès aux grands sous-traitants asiatiques. La société permet de traiter les demandes dès le prototypage de quelques unités jusqu'aux grands volumes. Les compétences pointues mises en avant concernent l'intégration de composants passifs sur silicium, la défektivité, le traitement de composants à l'état de wafer (rodage, sciage, test...), encapsulation de composants simples, développement de MCM (Multi Chip Modules), technologies de report de composants, gestion de l'obsolescence (développement de composants équivalents), approche SiP (System in Package) versus SoC (System on Chip), etc.

Depuis ces dernières années, BELLELLE Consulting est tout particulièrement associé à la démarche de développement à l'international de la société IPDIA sur la base des quelque 400 contacts industriels européens que la société de conseil a pu tisser.

D'autres sociétés de conseil interviennent également ponctuellement au service des entreprises de la microélectronique comme **Davidson Consulting Ouest**, société spécialisée dans le conseil dans les domaines des télécommunications-multimédia et l'Industrie qui bénéficie d'une implantation sur EffiScience ou encore du **Groupe SII**, société d'ingénierie et de conseil présente également à Caen. Ces deux sociétés qui interviennent en prestations pour la microélectronique ont notamment comme client NXP Caen.

Enfin, avant d'étendre la sphère des compétences industrielles à l'écosystème électronique et numérique, il convient d'indiquer que les sociétés décrites dans les quatre classes ci-dessus sont celles qui ont été portées à notre connaissance en 2011 par les différents acteurs du secteur et organismes d'appui. Parmi les sociétés innovantes créées au cours de ces dernières années, certaines ont depuis lors disparu ou été rachetées. Sans prétendre à l'exhaustivité, citons la start-up **R-INTERFACE** spécialisée dans la conception électronique en traitement de signal et communication numérique (incubée au sein de Normandie Incubation) qui développait des briques technologiques (IP) autour de la modulation /démodulation / codage pour des standards émergents de communication haut débit. Elle a été rachetée par ERCOM, société implantée à Marseille et Vélizy. Citons également la société **AERIOLOGIC**, start-up basée à Hérouville Saint-Clair créée en 2005 et spécialisée dans le développement de logiciels de vérification de circuits électroniques dits ABV pour Assertion Based Verification et de CAO électronique (EDA pour Electronic Design Automation). La société qui réalisait des suites logicielles à destination des principaux acteurs des semi-conducteurs a recruté jusqu'à une dizaine de personnes en 2007 contre 2 aujourd'hui après le licenciement de la plupart des effectifs en 2008. Seule demeure, début 2011, une activité de consulting.

*Au final, pour comparer le poids de la microélectronique en région par rapport au niveau national, on peut se référer aux effectifs des adhérents du Syndicat des Industries de Tubes Electroniques et Semi-Conducteurs (SITELESC) dont le cœur d'activité représentait 19 287 emplois en France en 2010. Par rapport aux **940 emplois** recensés dans les quatre premiers groupes de sociétés retenus dont l'activité porte directement sur les semi-conducteurs, la Basse-Normandie affiche, rappelons-le, une représentativité de **4,9 %**, ce qui est supérieur à son poids démographique (2,35 %). Effectivement, la Basse-Normandie fait partie des régions où la microélectronique est bien implantée mais la plus grande partie des effectifs en France sont essentiellement concentrés en régions Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur.*

II.2.2. L'Ecosystème Electronique / Numérique au niveau régional

Au-delà des sociétés de la microélectronique et de sa proche périphérie, il existe en région un continuum (chaîne de valeur) entre les concepteurs de puces et composants, les concepteurs de cartes et d'ensembles électroniques, les fabricants de

circuits imprimés, jusqu'aux utilisateurs dans les secteurs d'activités où la Basse-Normandie se distingue tout particulièrement. Avec certains sous-traitants du secteur électronique, il existe des liens privilégiés voire d'interdépendance avec de grands donneurs d'ordre comme NXP pour le territoire caennais. Avec l'"écosystème" électronique et numérique dans lequel on peut ajouter les activités autour de la mécatronique et des systèmes embarqués intelligents, des liens exemplaires, historiques existent et restent potentiellement prometteurs pour l'avenir.

Sur cet aspect, les représentants du syndicat de l'industrie des semi-conducteurs au plan national (SITELESC) mettent aujourd'hui en avant l'importance de relier leurs activités avec les différentes applications, moyen efficace de rendre aussi mieux visible auprès des citoyens une industrie des puces qui par nature est "discrète" en ce sens que les puces électroniques ne se voient pas dans les produits finis.

Toutefois, cet "élargissement" aux activités associées à la microélectronique complexifie l'approche de l'emploi dans la chaîne de valeur globale. Il existe une réelle difficulté pour circonscrire avec précision les activités autour de l'électronique qui se répartissent en vérité dans beaucoup de grands domaines. L'emploi est globalement regroupé par l'INSEE dans le secteur des équipements et des composants électriques et électroniques et des équipements du foyer qui totalisent différentes industries parfois très éloignées de notre domaine d'étude (comme l'électroménager ou l'ameublement par exemple) - cf. annexe n°1.

Dans le cadre de notre approche, le choix a été, dans un premier temps, de faire état d'une étude régionale sur la sous-traitance électronique réalisée en 2009 à la demande des services de l'Etat en Basse-Normandie, puis nous présenterons plus particulièrement les acteurs de l'"écosystème électronique" qui se situent au plus proche et/ou qui collaborent avec les acteurs de la microélectronique en région et notamment dans le cadre des deux pôles de compétitivité les plus concernés : TES et MOV'EO.

II.2.2.1. La "sous-traitance électronique" étudiée par la DIRECCTE et l'action collective EVOLEC qui en découle

En 2009, a été réalisée par le cabinet NODAL Consultants une étude intitulée "Qualification et diversification des sous-traitants électroniques en Basse-Normandie" à la demande de la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE), à l'époque Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE). L'Association des Sous-Traitants de Basse-Normandie (SOTRABAN) et la MIRIADE ont été étroitement impliquées dans cette étude.

Ce terme de "sous-traitance électronique" se réfère, au titre de l'INSEE, à la fabrication de cartes électroniques, c'est-à-dire la pose de composants sur des circuits imprimés en aval de la production desdits composants. Cependant, il est précisé en référence à une étude nationale du SESSI⁶⁵ de 2005 que l'assemblage de cartes ne représente que la moitié de l'activité de sous-traitance effective.

Les autres activités de sous-traitance prises en compte par cette étude comprennent notamment l'étude et la conception des cartes, l'intégration des cartes aux

⁶⁵ Service d'Etudes et de Statistiques Industrielles.

produits (câblage), les tests des cartes et des sous-systèmes et enfin la maintenance et la réparation des cartes.

L'objectif de cette étude était d'une part d'améliorer la visibilité des services concernés de l'Etat sur cette filière régionale, ses compétences et son potentiel, et d'autre part, de lui fournir des propositions d'actions collectives permettant de mieux saisir les opportunités de développement, exploiter ses atouts et de mieux contrer les faiblesses et les menaces portant sur la filière.

Compte tenu des remarques faites précédemment sur la difficulté de bien sérier les entreprises qui s'inscrivent dans ce champ, l'étude a précisé que l'échantillon retenu est le résultat d'une analyse critique et fine des fichiers de l'INSEE en vue de ne retenir que les acteurs concernés par la thématique avec élargissement de la base grâce aux entretiens réalisés avec des sous-traitants et des donneurs d'ordres.

Au final, le périmètre de l'étude couvre toutes les étapes de la chaîne de valeur, ainsi que la fabrication des circuits imprimés⁶⁶, à savoir :

- l'étude et la conception de cartes,
- la fabrication des circuits imprimés,
- l'assemblage des cartes,
- la fabrication de câbles, torons, faisceau, rack,
- la fabrication et tests des sous-ensembles,
- la fabrication d'ensembles complets,
- la maintenance et la réparation.

En 2008, le champ de la sous-traitance électronique ainsi étudiée représentait **2008 emplois** (chiffres, rappelons-le, à ajouter aux emplois du noyau microélectronique précédemment décrit), soit 2 % de l'emploi industriel en Basse-Normandie réparti au sein de 32 sociétés et un chiffre d'affaires de 381 millions d'euros. La région représentait 3,5 % des effectifs d'assemblage de cartes au niveau national et se classait à la sixième place après les Pays de la Loire, la Bretagne, Rhône-Alpes, Aquitaine et Centre. Toutefois, en matière de concentration de l'activité de sous-traitance électronique estimée à partir d'un ratio "effectif en assemblage de cartes/valeur ajoutée industrielle régionale", la Basse-Normandie se situait au-dessus de la moyenne nationale, arrivant ainsi en troisième position (après les Pays de la Loire et la Bretagne).

Le département du Calvados concentrait 68 % de l'activité et 52 % de l'effectif.

Acteur majeur de la sous-traitance, l'établissement **Robert BOSCH Electronique**, à Mondeville, unique site dédié à la production de pièces et équipements électroniques spécialisé dans l'automobile⁶⁷ du groupe en France, concentrait à lui seul près de la moitié des effectifs.

L'étude a mis en avant la spécialisation et le positionnement des entreprises de la sous-traitance électronique sur des marchés de niche ainsi que l'appartenance à des

⁶⁶ Relevons que les fabricants de composants (hors circuits imprimés) ont, logiquement, été exclus du périmètre de l'étude.

⁶⁷ En particulier de l'électronique packagé pour lève-vitre, toit ouvrant, détecteur de pluie et de luminosité ainsi que des pompes et valves pour réservoirs selon l'étude du cabinet NODAL Consultants.

groupes permettant au secteur d'afficher un taux élevé à l'export de 27 %. En incluant l'activité de l'établissement BOSCH, la part de l'export s'élèverait même à 71 % selon l'étude. Les marchés de proximité représentent en revanche une faible partie de l'activité : 10 % pour la Basse-Normandie alors que l'activité nationale (hors région) intervient à hauteur 63 % de l'activité.

L'étude des marchés révèle une forte diversification et répartition des marchés d'application. En dehors de l'établissement BOSCH, l'activité de sous-traitance électronique apparaît somme toute peu dépendante du secteur automobile.

L'assemblage de cartes et l'intégration des cartes dans un ensemble sont les deux activités principales des sous-traitants régionaux. La région se distingue tout particulièrement par une forte activité d'intégration de l'électronique au niveau national.

Sur le plan géographique, en termes de concentration de l'emploi comme de chiffre d'affaires, quatre zones se distinguent : Caen, Avranches, Alençon et Cherbourg (cf. en annexe n° 2 relative à la répartition départementale des sociétés de sous-traitance enquêtées).

Quant aux donneurs d'ordres, ils apparaissent fortement concentrés autour de Caen voire de Cherbourg.

Le dernier volet de l'étude porte sur l'analyse stratégique avec une classification des entreprises sous-traitantes en trois catégories :

- Les PME et TPE "à forte valeur ajoutée", disposant de compétences avérées, de capacités d'innovation produit, positionnées sur quelques marchés de niche "high-tech" mais qui souffrent d'une trop petite taille et d'un portefeuille clients trop étroit.

- Les PME filiales d'un groupe couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur, positionnées sur des marchés mondiaux, bénéficiant d'une bonne notoriété, d'une complémentarité au sein du groupe, de structures commerciales, de R&D et d'une stratégie de groupe. Mais côté faiblesses, elles sont en général positionnées sur des marchés de moyennes ou grandes séries à plus faible rentabilité et plus sensibles à la conjoncture. Elles sont aussi dépendantes d'un marché (automobile par exemple) ou des sociétés du groupe.

- Les PME et TPE de sous-traitance classique de production, en général limitée à des prestations d'assemblage de cartes, câblage et intégration ont une très bonne maîtrise de l'outil de production, disposent de fortes compétences en innovation "process" mais elles sont plus sensibles aux fluctuations de charges de quelques clients récurrents. Elles ont peu de vision à long terme, pas ou peu de compétences en conception, pas de produits propres. Certaines sont en situation financière délicate et présentent une faible notoriété (moyens limités en communication).

En résumé, l'étude a mis en exergue :

- les difficultés d'adaptation des PME de la sous-traitance électronique aux évolutions et aux contraintes des marchés (adaptation de l'offre à la demande),
- la faiblesse du portefeuille clients et des moyens commerciaux,
- le déficit d'image et de communication des PME,
- des besoins en moyens humains ou techniques.

Les recommandations d'actions formulées à la suite de l'étude ont mis notamment en exergue six points majeurs :

- le développement de la communication et de la promotion régionale de la filière,
- le développement commercial et l'aide à la diversification des PME,
- la mise en œuvre de partenariats technologiques, économiques et de transferts de technologies,
- l'accompagnement des PME à la démarche stratégique et au management,
- le soutien à l'innovation process et produits,
- l'identification des grands projets régionaux, nationaux et européens pour développer la filière.

A l'issue de l'étude, il fut décidé de porter une action collective conduite par la SOTRABAN avec le soutien de la MIRIADE et de la DIRECCTE Basse-Normandie. Le lancement du programme **EVOLEC 2011-2013** vise à améliorer l'offre et la compétitivité des sous-traitants de l'électronique en Basse-Normandie.

Le lancement de cette action est intervenu en mars 2011. Tous les métiers de la sous-traitance électronique sont concernés, de l'étude à la réalisation de circuits imprimés en passant par leur conception. Une douzaine d'entreprises s'est déclarée volontaire pour le module 1 qui consiste en un diagnostic stratégique individuel pendant trois jours (opération collective classique). Ensuite, les entreprises pouvaient s'orienter vers différents modules qui leur étaient proposés, ceux-ci se répartissant dans deux grands domaines :

- la démarche commerciale (module 2 "renforcement de la démarche commerciale et accompagnement" ; module 3 "partenariat commercial structuré") ;
- la démarche technologique (module 4 "partenariat technologique" ; module 5 "adaptation process pour accroître la valeur ajoutée" ; module 6 "diversification de l'offre par l'innovation").

Ces différents modules sont assurés par des consultants spécialisés qui associeront l'équipe dirigeante de l'entreprise à cette démarche afin que cette mission soit pédagogique et constructive.

II.2.2.2. Les entreprises conceptrices et intégratrices de cartes et systèmes électroniques complexes

Ce chapitre décrit les activités des entreprises du secteur électronique qui réalisent des cartes et des ensembles électroniques souvent sophistiqués. Au-delà d'une utilisation de composants, elles apportent une véritable valeur ajoutée par leurs compétences d'intégration. Ces sociétés interviennent souvent directement pour des commandes de donneurs d'ordres du secteur microélectronique dont localement NXP mais également de laboratoires de recherche en Basse-Normandie et notamment le GANIL. Ce chapitre ne prétend toutefois pas être exhaustif, toutes les sociétés de ce secteur n'ont pas été visitées, certaines n'ayant d'ailleurs pas donné suite à nos sollicitations. Nous avons surtout privilégié les rencontres avec les dirigeants des sociétés de l'électronique qui ont un lien avec les entreprises de la microélectronique

localement. Les présentations des sociétés ci-après sont ainsi le résultat des entretiens menés.

Faute de recensement régional de ces sociétés, nous nous sommes aussi appuyés sur le recensement effectué par l'étude précitée sur la sous-traitance électronique réalisée à la demande de la DIRECCTE en 2009 en lien avec la SOTRABAN.

II.2.2.2.1. SOMINEX

Entreprise de mécanique créée en 1976 à Bayeux, SOMINEX a très tôt développé un savoir-faire reconnu dans la conception et la fabrication de machines spéciales d'assemblage. Dans une volonté de diversifier ses activités, la société s'est orientée depuis les années 90 vers des secteurs de haute technologie comme la défense, les énergies, les sciences et l'industrie en proposant, pour chacun de ces domaines, une offre de service entièrement intégrée comprenant expertise, conception, réalisation et installation de systèmes. Parmi les développements dans des technologies de pointe, citons la conception et la réalisation d'équipements pour les laboratoires (spécialisation dans les moyens adaptés aux techniques du vide et de l'ultra-vide), la recherche pétrolière, l'armement, les énergies (nucléaire et renouvelable) ou encore la santé. SOMINEX est par ailleurs actionnaire important de PANTECHNIK, leader dans la conception et la commercialisation des sources d'ions primaires appelées ECR (Electron Cyclotron Resonance)⁶⁸. Ces marchés sont particulièrement bien positionnés à l'export. SOMINEX est ainsi une entreprise pluridisciplinaire dont l'atout est de développer en maître d'œuvre des services à haute valeur ajoutée avec une forte exigence de qualité.

Concernant les activités électroniques, un atelier de câblage de composants existait à Bayeux ; en 2008, la décision a été prise d'installer et de développer cette activité sur EffiScience, au sein d'Innovaparc, démarche répondant à une justification à la fois économique et technique. Le fait d'être localisé à proximité des acteurs de la microélectronique, et en premier lieu de NXP qui constitue le principal donneur d'ordres, génère une dynamique très favorable. La proximité des acteurs et les rencontres entre les professionnels qui travaillent sur le campus est une source d'échange importante. SOMINEX accompagne les entreprises du secteur microélectronique qui ont besoin de ressources extérieures pour des questions de savoir-faire, de coût de revient ou de délai.

La société intervient pour des donneurs d'ordre ou pour ses propres activités et celles de PANTECHNIK dans le domaine du routage de circuits imprimés, du câblage de composants et d'assemblage de cartes électroniques, la réalisation de capteurs système de conversion analogique/numérique ou électrique/optique, intégration d'ensembles complets (racks⁶⁹ par exemple), etc.

Les petites et moyennes séries sont la cible d'activités de l'établissement (10 à 100 cartes par exemple) en réponse à des besoins exprimés y compris par l'export pour

⁶⁸ PANTECHNIK est d'ailleurs localisée sur le site de SOMINEX à Bayeux et bénéficie depuis 2011 de nouveaux locaux.

⁶⁹ Un rack est un bâti métallique à tiroirs ou glissières recevant les coffrets d'appareils électroniques ou informatiques.

des demandes très spécifiques que ne peuvent assurer les grandes unités de fabrication en Asie par exemple.

Au sein de SOMINEX, 80 % du chiffre d'affaires en électronique est réalisé sur le site de Colombelles (en lien majoritairement avec le tissu local) et 20 % sur Bayeux.

SOMINEX est en lien étroit avec les acteurs locaux de la microélectronique et du GANIL. NXP représente la locomotive dont dépend une grande partie des sociétés présentes sur EffiScience. Avec Presto Engineering s'est tissé un véritable partenariat de confiance client/fournisseur et fournisseur/client. Cette société est à la fois donneuse d'ordres et clientes pour des activités de tests.

Sur un effectif de près de 85 personnes au total⁷⁰, une quinzaine de salariés travaille dans l'électronique dont 9 personnes sur le site de Colombelles. Pour ses activités électroniques, SOMINEX accueille chaque année une dizaine de stagiaires de niveau BTS ou licence professionnelle.

II.2.2.2. ASCO Electronique

Créée en 1987, la société ASCO Electronique est établie en Basse-Normandie depuis 2002 après avoir repris l'activité Lab Support de l'établissement Philips Semi-conducteurs de Caen. Aujourd'hui installée à Innovaparc sur EffiScience, ASCO Electronique est un établissement de sous-traitance dont le métier réside dans la conception et la réalisation sur mesure de cartes électroniques. Elle s'est recentrée sur des niches à haute valeur ajoutée, seule alternative pour survivre dans le contexte national.

Le site bas-normand est l'une des deux unités de l'entreprise (70 salariés au total), le second site étant localisé à Chaville en Ile de France⁷¹. Les deux localisations ont des activités identiques, du développement jusqu'à la fabrication du produit final, en passant par la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) du circuit imprimé, le report des composants, le câblage, le test et la mise au point de produits.

La société réalise en petites ou moyennes séries des systèmes complets à partir de l'expression des besoins de ses clients tels que :

- l'élaboration du cahier des charges jusqu'à l'architecture du projet global,
- la conception de logiciels et l'intégration de matériels,
- le design de circuits imprimés en lien avec les compétences RF,
- la mise en œuvre de cartes logiques avec routage complexe,
- le montage de technologies CMS (soudage en surface),
- le prototypage en vue de mesures de caractérisation,
- etc.

ASCO développe des systèmes qui donnent lieu à des applications concrètes. Ils concernent l'aéronautique, les transports maritime et terrestre, l'automobile, le militaire, le spatial, les matériels embarqués, les télécommunications, etc.

⁷⁰ Auxquels, il convient d'ajouter une quinzaine de personnes pour PANTECHNIK.

⁷¹ La société bénéficie d'une cellule R&D localisée à Chaville mais elle entreprend également des accords avec des bureaux d'études en vue de partenariats R&D.

L'intérêt de sa localisation sur Colombelles est de bénéficier des compétences fortes en routage des circuits imprimés avec des signaux haute fréquence et d'être à proximité de son principal donneur d'ordres, NXP (40 % du chiffre d'affaires). Elle dispose d'un parc d'équipements de production, de contrôle (sérigraphieuses, machines dépose CMS, fours, testeurs, bancs de test...) et de conception (logiciels Cadence, Mentor, Orcad pour le routage des PCB...) très performants en phase avec les technologies les plus avancées.

L'établissement bas-normand est en contact avec une vingtaine de clients régionaux qui lui assurent sa principale charge d'activités. Outre NXP, ASCO Electronique a pour clients le GANIL, le LAMIPS, Presto Engineering, VALEO, ZODIAC à Bretteville-l'Orgueilleuse, Schneider Electric à Bourguébus... Des projets sont en cours avec Orange Labs sur le "sans contact". En dehors de la région, ASCO Electronique travaille pour le Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA), le Centre d'Etude et de Recherche Nucléaire (CERN) de Genève, etc.

Après une période de diminution des effectifs, la société comprend en 2011 une vingtaine de salariés avec des perspectives importantes de développement et d'investissements avec l'ambition de proposer des productions de séries plus importantes (de centaines à la dizaine de milliers). L'entreprise affichait un chiffre d'affaires de plus de 6,5 millions d'euros en 2009.

II.2.2.3. SEPROLEC

SEPROLEC est spécialisé depuis 1986 dans la sous-traitance électronique en proposant une prestation globale depuis l'étude jusqu'à la fabrication, en passant par le routage et la fabrication de cartes électroniques et l'intégration pour des applications industrielles.

La société propose ses prestations de haut niveau technologique dans l'étude et le routage, l'industrialisation et la fabrication de tout produit électronique.

Pour réaliser des ensembles et sous-ensembles, il est procédé à l'achat de composants en France et à l'international.

SEPROLEC dispose d'une unité de fabrication industrielle située à Vire comportant des lignes CMS (Composants Montés en Surface) composées de machines de pose, machines de sérigraphie, fours... et intervient dans les phases de montage, câblage, assemblage, intégration sur des ensembles plastiques ou métalliques, test, contrôles, réparation et service après vente.

L'expérience et le savoir-faire de SEPROLEC est reconnu dans de nombreux secteurs comme les transports, le médical, l'aéronautique, la défense, la monétique, l'audiovisuel, les télécommunications et l'automobile.

Les principales applications portent sur l'électronique professionnelle, l'informatique industrielle, les systèmes embarqués (GPS/GSM), la vidéosurveillance ou encore l'électronique de puissance.

La société intervient en sous-traitance de bon nombre d'entreprises du secteur de la microélectronique mais également auprès de start-up dans leur phase de réalisation de prototypes. Elle est adhérente des Pôles de Compétitivité "Transactions Electroniques Sécurisées" et "Images et Réseaux". Elle emploie 80 personnes.

II.2.2.2.4. SICAP Electronique

Créée en 1983 à Coudeville-sur-Mer dans la Manche, la société SICAP Electronique est une société de la sous-traitance électronique spécialisée dans l'ingénierie et développement en électronique et informatique industrielle ainsi que la fabrication d'ensembles et de sous-ensembles de petites, moyennes et grandes séries. Elle intervient pour des prestations à la carte.

Au sein de ses domaines de compétences, la société met en avant l'ingénierie des systèmes industriels, l'interface homme-machine et ses applications industrielles, l'informatique embarquée en temps réel, l'électronique numérique / analogique, la CAO / routage de cartes électroniques, la maîtrise des process ou encore la rédaction des dossiers de sous-traitance.

L'entreprise intervient à plusieurs phases des process :

- l'industrialisation de produits complets avec maîtrise de l'étude et de la fabrication de tôlerie fine pour l'électronique,
- un service "méthodes" avec notamment une gestion de production assistée par ordinateur,
- la gestion des approvisionnements,
- le câblage CMS, câblage traditionnel, câblage hyperfréquences,
- le contrôle et le test.

SICAP ELECTRONIQUE comprend 6 lignes d'intégration globale d'ensembles et de sous-ensembles électroniques dont une ligne modulable et une ligne tournante.

Les secteurs automobile, militaire et applications autour de l'hyperfréquence représentent les domaines d'applications dominants.

Elle comprend 80 salariés.

II.2.2.2.5. ALLIANSYS ASGARD

Société du Groupe ASGARD, ALLIANSYS à Honfleur propose à ses clients et partenaires une expertise et des moyens industriels dans les métiers de la sous-traitance électronique.

Pour cela la société développe un partenariat industriel avec des donneurs d'ordres de taille moyenne en électronique qui souhaitent se recentrer sur leur cœur de métier, recherchent des compétences et des capacités disponibles rapidement mais qui souhaitent aussi rationaliser la base de leurs fournisseurs en regroupant les activités d'étude, de production et de logistique en un seul prestataire.

ALLIANSYS intervient aux différents stades suivants :

- les études avec des développements à partir d'un cahier des charges, réalisation du dossier technique, investigation et optimisation des process,
- le conseil en choix de composants avec des prestations de recherche, de localisation et d'évaluation d'un fournisseur (bureau en Chine à Shenzhen), achats internationaux, gestion des obsolescences et veille technologique,
- la production et l'assemblage de cartes (lignes CMS hautes cadences, insertion de composants traditionnels, double refusion, lignes d'insertion dédiées, intégration,

- le test,
- la post-production, réparation, suivi technique, service après-vente...

ALLIANSYS propose ainsi un service complet : du cahier des charges à la logistique. La société dispose d'une équipe d'ingénieurs et de techniciens pour réaliser notamment des prototypes.

Elle emploie une soixantaine de salariés.

II.2.2.2.6. SICOTEC

Installée à Sannerville, **SICOTEC** est une société de services à la production, spécialisée dans la sous-traitance d'assemblage et d'intégration qui constitue son cœur du métier.

Ses spécificités concernent l'électronique, le câblage d'ensembles et de sous-ensembles, produits finis et conditionnés. SICOTEC assemble, pour le compte de tiers, tous types de composants. Les principaux marchés ciblés sont :

- l'automobile,
- l'électronique,
- le câblage électrique,
- l'électroménager, la haute-fidélité.

La prise en compte de l'évolution constante de la technologie conduit SICOTEC à élargir sans cesse ses domaines d'intervention, tant en production qu'en services. Elle réalise du prototype à la grande série (jusqu'à des milliers de pièces).

SICOTEC propose un véritable service sur mesure. Elle intervient au final en bout de chaîne de la filière microélectronique.

L'un de ses principaux clients est Valéo, SICOTEC travaille également pour le compte du GANIL.

SICOTEC comprend 7 salariés mais l'effectif peut monter jusqu'à 20 (intérim) pour répondre à une commande spécifique.

Bien d'autres sociétés, petites ou moyennes, appartiennent à ce secteur de l'étude et de l'assemblage de cartes électroniques, plus ou moins proches de notre cœur d'étude. Grâce aux contacts avec la SOTRABAN dans le cadre de la démarche collective EVOLEC mise en place en Basse-Normandie, des acteurs de la sous-traitance électronique sont à rajouter à notre panel. Citons-en quelques uns de manière non exhaustive :

● **EEGI** (Electronique Electricité Générale Industrielle) a été créée en 1985 pour répondre à une demande forte dans le secteur de l'ingénierie électronique. Aujourd'hui localisée à Grainville-sur-Odon, la société n'a cessé d'évoluer pour devenir un prestataire important et reconnu localement mais aussi à l'étranger. Cette évolution a entraîné en 2003 la création d'**ACELTEC**, bureau d'études en électronique et informatique industriel qui prend en charge les projets de la conception à la fabrication, en raison d'une demande d'étude et de numérisation de circuits électroniques de plus

en plus importante des clients d'EEGI. La société intervient en ingénierie électronique, en montage et câblage, en mécanique industrielle et en maintenance et dépannage.

- **AEN** (Applications Electroniques Normandes) à Sourdeval est une société de sous-traitance en assemblage et câblage manuel, notamment pour les secteurs aéronautique, le spatial et la défense.

- **COFIDUR EMS** à Tourlaville est spécialisée dans la maintenance, le reconditionnement de systèmes électroniques grand public et professionnels. La société intègre toutes les phases de l'assistance au développement à la réparation d'ensembles et produits. Les marchés de prédilection sont les systèmes embarqués (avionique, ferroviaire, militaire), le secteur médical, la sécurité, les télécommunications et le multimédia.

- **COMELTEC** à Mathieu est une société du secteur électronique qui fournit à des clients, demandeurs de systèmes intégrés et compacts, tous les services et expertises de la mécatronique. Les clients concernent les secteurs de l'aéronautique, de la défense, de l'énergie, de l'informatique, du médical, des télécommunications, des transports et la sécurité.

- **DESI** à Cresserons a pour activités l'étude, la conception et la réalisation de cartes électroniques analogiques et numériques.

- **DIVELEC** à Dives-sur-Mer accompagne les entreprises dans la conception et la réalisation de leurs projets électroniques. Que ce soit dans la réalisation d'un prototype d'une petite ou moyenne série, DIVELEC réalise à la demande de ses clients les circuits électroniques et leurs intégrations.

- **FAPRELEC** à Ifs est une société d'assemblage de cartes électroniques pour compte de tiers spécialisée dans des ensembles et sous-ensembles électroniques, faisceaux, circuits imprimés, câblages pour des applications dans automobile et les systèmes embarqués.

Si l'étude a souhaité se concentrer sur les entreprises de l'électronique qui travaillent pour les sociétés fabricants ou concepteurs de la microélectronique, le secteur de l'électronique - électrique en Basse-Normandie intègre quantité d'autres sociétés qui utilisent des composants pour la fabrication de dispositifs pour l'automatisme, le test, la mesure et télémessure électronique, la réception, la gestion d'énergie, etc.

Il convient ainsi de citer de manière non exhaustive certaines de ses sociétés qui représentent plusieurs centaines de salariés et qui participent largement au développement économique régional : **SCHNEIDER Electric** à Bourguébus, fabricant d'automatismes pour l'industrie, les transports et de l'aéronautique, **ZODIAC AEROSPACE** à Bretteville-l'Orgueilleuse, spécialisée dans la télémessure principalement pour le secteur aéronautique, **CHAUVIN-ARNOUX** à Reux, fabricant d'appareils électriques et électroniques de mesures, contrôle, régulation et automatismes, **Robert BOSCH Electronique** à Mondeville spécialisée dans la fabrication d'équipements et de pièces pour automobiles et véhicules industriels, **VALEO** à Mondeville, fabricant de systèmes de commandes pour l'automobile ou encore **HYPTRA** (HYPerfréquences-TRAnsmiSSion) à Tailleville qui conçoit et fabrique une gamme de stations terriennes complètes ainsi que leurs produits dérivés.

Comme nous avons pu aussi le voir dans le cadre de l'étude, l'une des spécificités des entreprises de l'électronique en Basse-Normandie est d'avoir développé des compétences fortes autour de la Radio Fréquence.

Localisé à Pont l'Evêque, le Groupe **BALOGH**⁷² conçoit et fabrique une gamme de produits, Détecteurs de Proximité Inductifs (DPI) et de systèmes d'identification Radio Fréquence (technologie RFID) destinés à quatre grands types d'applications portant sur la détection et la gestion de flux :

- la productique et l'automatisme dans l'automobile pour l'identification et la traçabilité des process industriels (suivi des véhicules tout le long de la chaîne de fabrication). BALOGH équipe tous les grands constructeurs français et mondiaux (près de 70 % des moyens de production au niveau mondial) ; cette activité se déploie également dans le secteur aéronautique (Airbus, Safran) ;
- la logistique avec la traçabilité de la chaîne logistique industrielle (supply chain), la gestion de flux, le suivi des conteneurs, palettes, colis et bagages, la traçabilité des produits, etc. ;
- le contrôle d'accès et la sécurité (cartes à puces, badges et systèmes antivols intelligents) qui s'adressent à la gestion de parking, au télépéage, à la gestion de flottes de véhicules, au contrôle d'accès des personnes, au contrôle d'accès des véhicules, la gestion de gares routières, la distribution de carburant, etc. ;
- l'identification et la détection de véhicules appliquées notamment au secteur ferroviaire⁷³.

BALOGH cible des marchés de niche et propose de la moyenne série à haute valeur ajoutée. La moitié de sa production est destinée à l'export. La société conçoit ses produits électroniques, de l'assemblage des cartes électroniques jusqu'aux boîtiers finaux et se fournit en composants microélectroniques disponibles sur le marché. Pour les développements sécuritaires, BALOGH utilise des technologies analogiques indispensables pour garantir une fiabilité et une grande sécurité, compte-tenu des secteurs sensibles couverts (transport urbain ; trafic TGV par exemple).

BALOGH dispose d'une chaîne CMS (Composants Montés en Surfaces), technique de fabrication des cartes électroniques. L'acquisition d'un second équipement de ce type est programmée. L'établissement de Pont-l'Evêque emploie 20 salariés.

⁷² Le groupe BALOGH comprend trois sites de production : Paris, Pont l'Evêque (depuis 1977) -le plus important- et Détroit aux Etats-Unis. A cela s'ajoute un centre de R&D et bureau d'études à Toulouse, acquisition du département hyperfréquence de THOMSON CSF (Hyper-X).

⁷³ Sur la base d'un système émetteur-récepteur, la gamme de produits ferroviaires est parfaitement adaptée aux applications de CBTC (pour Communication Based Train Control), pour tout type de matériel ferroviaire (Tram, Métro, Train passagers ou fret), dispositifs répartis tout le long de la voie permettant la localisation du train, l'information des voyageurs, la détection de passage et du sens de passage, le contrôle de vitesse, le routage (commande d'aiguillage) et la gestion de la table d'horaire. Les références sont internationales puisque les produits BALOGH ont été retenus par les opérateurs de grands projets mondiaux de métros ou tramways. Parmi les partenaires dans ce domaine, on peut citer AREVA-TA, Thalès, Alstom, Bombardier...

II.2.2.3. Les fabricants de circuits imprimés en lien direct avec les sociétés de la microélectronique

Même si ceux-ci ne font pas à proprement parler partie du secteur de la microélectronique, nous avons malgré tout souhaité intégrer les fabricants de circuits imprimés (ou PCB en anglais pour Printed Circuit Board) que l'on peut considérer comme dans des activités "connexes" car fournisseurs de productions pour les semi-conducteurs. Il s'agit des entreprises qui réalisent les ensembles constitués des supports isolants (tels les plaques vertes -le plus souvent en epoxy- bien reconnaissables sur laquelle vont venir se loger les composants) et des conducteurs métalliques plats destinés à assurer les liaisons électriques entre des composants électroniques qui seront disposés à la surface du support. La fabrication de circuits imprimés est un élément primordial du secteur électronique et est aussi liée à la microélectronique. A ce titre, nous avons estimé opportun d'intégrer dans ce chapitre les deux principaux fabricants de circuits imprimés bas-normands.

Au préalable, quelques éléments de contexte général apparaissent opportuns à rappeler d'autant que ce secteur est globalement menacé au niveau national.

II.2.2.3.1. Un secteur stratégique mais menacé

D'un point de vue général, c'est un secteur considéré comme stratégique par la filière électronique dans la mesure où parmi les principaux clients se situent l'aéronautique, le spatial ou encore l'industrie de défense. On estime qu'au début des années 80, il y avait 250 entreprises de fabrication de circuits imprimés en France ; il n'en existe plus qu'une vingtaine aujourd'hui. Jusqu'à la décennie 90, le secteur de la fabrication des circuits imprimés a connu une forte croissance, à l'époque où l'électronique était en plein déploiement en Europe. Puis, à partir de la fin des années 90 et le début des années 2000, une vague de délocalisation vers l'Asie du Sud-Est s'est intensifiée. Entre 2000 et 2010, la profession estime que le nombre d'acteurs et le chiffre d'affaires ont été divisés par quatre.

Cette activité représente une industrie semi-lourde du fait du coût important des unités de fabrication. Sans atteindre les prix des fonderies du secteur microélectronique, si on comparait ce coût au chiffre d'affaires de ce secteur -moins rémunérateur que l'industrie du silicium- le rapport apparaîtrait du même ordre de grandeur selon un industriel rencontré. Du fait de ce coût, une unité qui disparaît en Europe est un mouvement irréversible. Et avec la délocalisation des unités de production, le risque est réel d'assister à la délocalisation des structures de R&D que l'on pensait encore récemment chasse gardée de l'Europe. En Europe, seule l'Allemagne résiste le mieux, ayant compris l'importance de disposer d'une industrie forte des circuits imprimés, aux côtés des secteurs économiques comme l'automobile selon le dirigeant de l'entreprise rencontré.

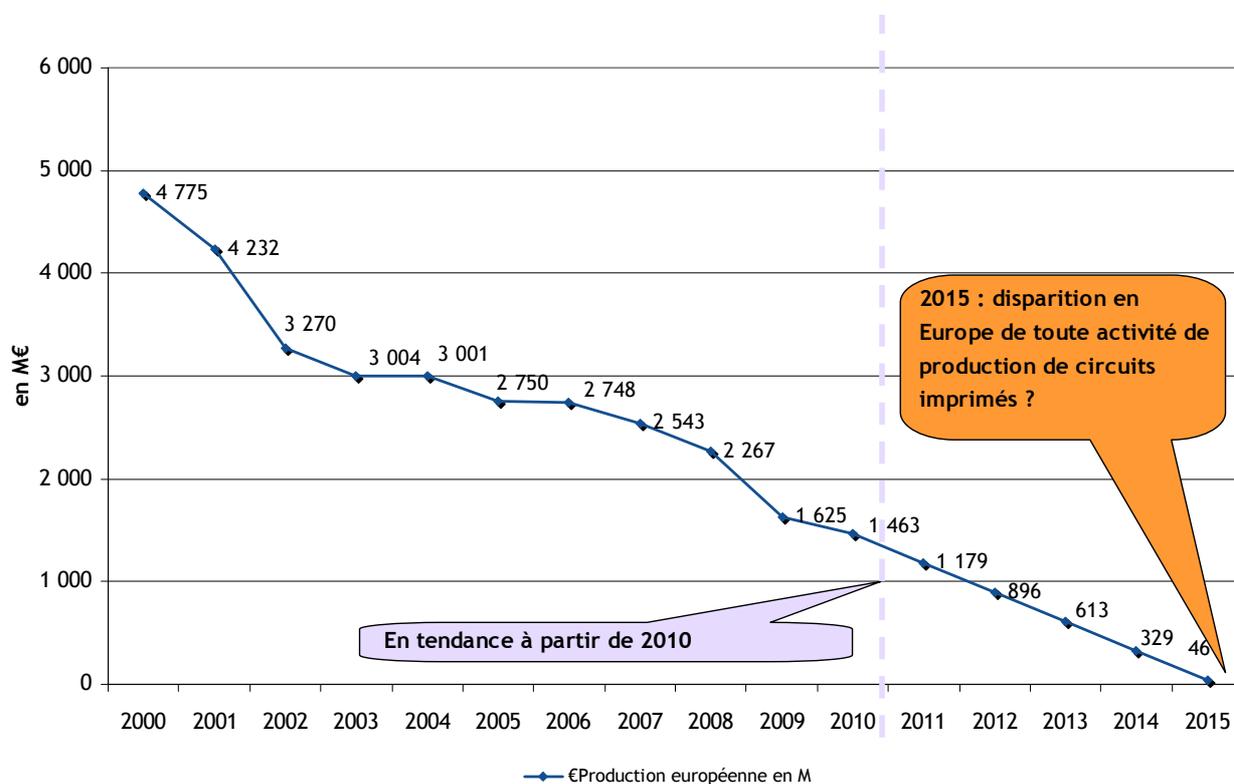
Avant de présenter les deux entreprises bas-normandes concernées, il paraît utile de rappeler les conclusions d'une récente étude du cabinet SYNDEX⁷⁴ intitulée "Crise dans la crise pour les fabricants de circuits imprimés français et européens : une industrie au pied du mur".

⁷⁴ Etude réalisée pour la Fédération Générale des Mines et de la Métallurgie, rédigée à l'initiative de la CFDT et du comité d'entreprise de la société Elvia PCB de Coutances.

Le rapport indique que la production de circuits imprimés a diminué de 70 % en Europe entre 2000 et 2009. En 2007, la production européenne de PCB atteignait 4,8 milliards d'euros et en 2009, elle n'affichait plus que 1,6 milliard d'euros, l'effet de la crise accentuant cette tendance. Pour compenser cette baisse de la production locale, les importations de circuits imprimés ont augmenté. Désormais, les PCB fabriqués en Europe ne couvrent guère plus que la moitié de la demande (contre 66,4 % en 2005).

Cette baisse de la production s'est accompagnée d'une baisse de la productivité apparente du travail (production par employé) et d'une baisse des effectifs amplifiée par la multiplication des plans sociaux et des délocalisations, avec pour conséquence :

- la crainte d'une quasi-disparition de cette industrie du paysage industriel européen d'ici 2015 ;
- la diffusion d'une mauvaise image du secteur et des métiers qui s'y exercent en termes de débouchés ;
- une perte de compétences et de savoir-faire dans des domaines par essence très techniques.



Evolution de la production européenne de circuits imprimés avec projection au-delà de 2009

Source : Cabinet SYNDEX

Au sein de la production mondiale de PCB, la part de l'Europe comme celle de l'Amérique diminuent régulièrement alors que l'Asie voit cette activité se développer ces dernières années et ce, malgré la crise. Ainsi, la Chine qui réalisait 29,7 % des circuits imprimés mondiaux en 2007, en produisait 34,5 % en 2009. Les pays asiatiques s'affirment même dans de nouvelles technologies dans lesquelles l'Europe est absente (technologie IC-Substrat par exemple). Comme nous avons pu le voir précédemment pour le secteur des semi-conducteurs, les pays d'Asie mettent en œuvre des dispositifs attractifs pour accueillir de telles sociétés sur leur sol sans parler des avantages divers

dont certains représentent de véritables distorsions de concurrences : contraintes environnementales et sociales sans comparaison avec l'Europe, aides aux exportations (des productions chinoises notamment) dont le montant peut varier de 10 % à 15 % selon la nature des produits, taux de change particulièrement avantageux pour le yuan chinois adossé au dollar américain, flambée du prix des matières premières. Le rapport précise aussi que l'importation des circuits imprimés en Europe ne donne pas lieu à des droits de douane, alors que celle des produits destinés à leur fabrication fait l'objet d'une taxation de 5 % à 6 %.

Ces dernières années, des entreprises et de grands groupes disparaissent du panorama européen. De nombreuses entreprises européennes (par exemple AT&S) ont délocalisé leur production de circuits imprimés standards en Asie. En Europe et particulièrement en France, les fabricants de circuits imprimés sont surtout des PME, voire des TPE. Les leaders sont les groupes CIRE et ELVIA PCB (implanté à Coutances dans la Manche), entreprises qui ont fusionné en septembre 2011.

Outre la disparition des compétences, la pyramide des âges des industries des circuits imprimés indique qu'une part importante des ingénieurs et cadres partira prochainement à la retraite. Or, le nombre de jeunes diplômés n'est pas suffisant pour les remplacer : les écoles d'ingénieurs et, plus encore les filières techniques courtes manquent de candidats et l'électronique française n'est pas un secteur attractif : ses métiers sont réputés difficiles et instables. A l'inverse, des pays tels que l'Inde ou la Chine forment un nombre considérable de techniciens et ingénieurs.

Les fabricants de circuits imprimés européens, et surtout français, sont très bien positionnés dans le moyen et haut de gamme souvent stratégiques (applications professionnelles, militaires, aéronautiques, médicales...), ce qui est valorisé par les grands équipementiers. Toutefois, ces derniers formulent des demandes très technologiques et poussent également à baisser les coûts et à délocaliser les productions en zones à bas coûts de main-d'œuvre. Par conséquent, les fabricants de circuits imprimés ferment leurs usines européennes. Un industriel bas-normand rencontré dans le cadre de cette étude a pointé le comportement schizophrénique des donneurs d'ordres français qui reconnaissent le caractère stratégique d'un tissu d'entreprises nationales mais dont l'attitude d'achat pousse à toujours plus délocaliser vers l'Orient.

Citons aussi la situation financière fragile de la plupart des entreprises du secteur, conduisant les banques à ralentir leurs crédits à l'investissement (à quelques exceptions près comme nous le verrons ci-après pour CIBEL à Bellême).

Toutefois, l'étude du SYNDEX évoque les perspectives de reprise et de sortie de crise avec la question de savoir si cette industrie en bénéficiera. Même si la reprise est là, le niveau d'activité des fabricants de circuits imprimés devrait rester inférieur de 15 % à 20 % à celui d'avant la crise (il était descendu 35 % en dessous au plus fort de la crise).

Le cabinet SYNDEX formule des suggestions pour le maintien de cette activité en France dont les thèmes majeurs sont :

- la révision des relations grands groupes / PME avec notamment la mise en place d'une charte de bonnes pratiques susceptible d'inciter les donneurs d'ordres à donner de la visibilité à leurs fournisseurs,
- le renforcement des fonds propres des entreprises de la filière,

- le renforcement des dispositifs d'aides publiques existants en insistant sur l'intérêt pour la filière à s'organiser sur un modèle de pôle de compétitivité (inexistant aujourd'hui dans ce secteur) à travers un "cluster partenarial",
- la réhabilitation des métiers de l'industrie électronique.

Le programme national MEREDIT

L'une des issues avancée au niveau national pour que survive l'industrie des circuits imprimés est de favoriser le rapprochement des industriels français. Il reste aujourd'hui environ 20 entreprises concurrentes au niveau national. Le nombre d'acteurs va encore probablement baisser et on peut s'attendre à des fusions ou rapprochements de sociétés. Il existe une prise de conscience (certes insuffisante puisque les discours sont peu suivis d'effets) du risque d'une délocalisation totale de cette activité en Asie du Sud-Est et des effets d'une dépendance trop forte d'activités essentielles pour la souveraineté nationale. La disparition de ces unités de fabrication en France mettrait à mal des industriels majeurs comme THALES, MBDA, SAFRAN, EADS.... C'est pour cela que le GIXEL (Groupement professionnel des industries de composants et de systèmes électroniques) et le GIFAS (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales) ont lancé en 2011, en lien avec OSEO, le programme MEREDIT basé sur une perspective de mutualisation de l'effort de R&D et d'industrialisation de l'industrie française du circuit imprimé. Ce concept soutenu par l'Etat et OSEO s'appuie sur une fédération des acteurs du circuit imprimé au sein d'une plate-forme partagée de R&D en vue de mettre en commun les moyens coûteux de recherche amont et de veille technologique en vue d'économie d'échelle. L'espoir est de peser dans le cadre des investissements d'avenir notamment via les 5 filières considérées comme stratégiques : la défense, l'aéronautique et spatial, les transports, l'automobile et les TIC.

Pour réaliser cette mutualisation de l'effort de R&D, cinq sources principales de financement seront mobilisées :

- *les membres du groupement, les partenaires actuels du projet auxquels pourront se greffer de futurs membres,*
- *les clients de la filière,*
- *l'Etat avec une contribution dégressive dans le temps,*
- *les collectivités territoriales dont les entreprises membres sont originaires.*

Ce projet est vital pour défendre la filière par la R&D et permettre une plus forte visibilité par rapport aux clients. Il s'agit de mieux s'organiser et se structurer ensemble pour faire front aux grands défis à venir et le premier ne constitue rien moins que la survie de ce secteur. Car inévitablement, cette industrie va continuer à s'éroder du fait des difficultés de transmission des sociétés existantes.

L'activité des circuits imprimés est loin d'être une technologie dépassée par rapport à la celle des circuits intégrés puisqu'elle travaille sur des pistes de 60 microns de large, ce qui la rapproche des technologies des composants. Pour l'avenir, le circuit imprimé ne pourra aller aussi loin que les potentialités permises par le silicium. D'autres technologies comme le sans contact seront alors peut-être à privilégier. Pour un industriel rencontré, le "50 microns" sera très vraisemblablement la limite ultime du graphisme prévisible pour les circuits imprimés. Mais la technologie autour du "120 microns" va demeurer encore longtemps.

II.2.2.3.2. ELVIA PCB

Localisée à Coutances, la société ELVIA est née en 2003 du rachat de l'établissement ALCATEL par ses dirigeants, cette unité était alors spécialisée dans les

circuits imprimés destinés aux télécommunications. La société compte parmi les fabricants européens de circuits imprimés les plus importants. Le Groupe ELVIA PCB est aujourd'hui le leader européen pour la fabrication des circuits imprimés standards et multicouches dits "haut de gamme" rigides, flexibles et hyperfréquences en prototype, présérie et série, selon la demande de ses clients. ELVIA est en fait intégrée au Groupe ELVIA PCB⁷⁵. Ce dernier a repris en septembre 2011, son concurrent alors en redressement judiciaire, le Groupe CIRE, ce qui hisse désormais l'ensemble au top 3 européen des circuits imprimés.

Pour survivre, ELVIA a dû se diversifier par rapport au marché initial qu'était celui d'ALCATEL. Plus que d'autres activités, la fabrication des circuits imprimés est très facilement délocalisable. L'activité est dépendante des grands donneurs d'ordres (tels THALES dont ELVIA est le premier fournisseur, SAFRAN, ALCATEL, SCHLUMBERGER pour les plus importants) qui passent commande auprès d'ELVIA directement ou via des unités d'assemblage (comme SEPROLEC en région⁷⁶). Les négociations sont de plus en plus difficiles et pour un moindre coût, les grands donneurs d'ordres se fournissent de plus en plus en Asie. Cette dépendance vers des pays comme la Chine et d'autres nouveaux pays comme le Vietnam devient préoccupante.

Les grands domaines d'applications ciblés par la production d'ELVIA sont d'une part le secteur aérospatial et la défense (33 à 35 % du chiffre d'affaires) et d'autre part les télécommunications (20 à 30 %). L'automobile représente aussi un secteur cible. Bien que moins important, le secteur des semi-conducteurs fait partie des clients d'ELVIA avec des produits destinés principalement à la fabrication de boîtiers de tests. Lors de sa reprise, ALCATEL avait garanti un contrat avec ELVIA pour la fourniture de circuits imprimés jusqu'en 2006. Encore aujourd'hui, ALCATEL demeure un grand compte. ELVIA à Coutances communique un chiffre d'affaires de 30 millions d'euros.

Présent dans les activités technologiques, des services et du dépannage, ELVIA est la seule unité de fabrication en France qui affiche une telle capacité industrielle avec une forte flexibilité. Employant un peu plus de 200 salariés, l'établissement dont le cœur d'activité est aujourd'hui la petite à moyenne série (1 à 100 pièces le plus souvent hors les commandes ponctuelles pouvant atteindre plusieurs centaines) peut assez facilement répondre à un pic de production ou un besoin conjoncturel par un recours au travail intérimaire. Ainsi, devant la situation dramatique qu'a connu le Japon en mars 2011 suite au tremblement de terre et au tsunami et face aux difficultés d'approvisionnement, les donneurs d'ordres se sont tournés vers des solutions alternatives de cartes électroniques et ont fait appel à des entreprises comme ELVIA qui, du fait de son effet de taille exceptionnelle, constitue la seule unité de ce type en France qui peut se permettre d'augmenter la cadence de fabrication des circuits imprimés pour répondre aux besoins.

⁷⁵ Le Groupe comprend, outre l'unité de Coutances, d'autres établissements, résultats d'acquisitions ultérieures comme A&P - LITHOS à Chateaubourg, unités spécialisées dans la fabrication de circuits imprimés pour des applications radiofréquence et hyperfréquence et CIV, unité de production à Monastir en Tunisie, reprises en 2008. En dehors des circuits imprimés, le groupe ELVIA PCB a créé en 2008 la société SILLIA Energie à Lannion, spécialiste du panneau solaire photovoltaïque. 51 % du capital du Groupe ELVIA PCB appartient à la Holding SOFIE et a appelé CIC INVEST et SODHERO (groupe Caisse d'Epargne) pour compléter le montage.

⁷⁶ Par rapport aux assembleurs qui constituent les "logisticiens" de la production, les unités comme ELVIA PCB sont directement orientés vers la technologie.

Notons qu'ELVIA apporte un véritable service de conseil et d'expertise auprès de ses clients. Dans le cadre d'un marché conclu avec un donneur d'ordres des rencontres préalables sont organisées pour définir ensemble la "roadmap" technologique ou encore le spectre du design. Une autre étape préalable consiste dans l'analyse en interne des plans numériques et la prise en charge de modifications.

Concernant les qualifications de l'unité de production, le niveau Bac pro est celui qui correspond le mieux à l'activité. Il y a des recrutements de BTS avec des perspectives d'évolution forte au sein de l'établissement. Il n'y a dans l'ensemble pas de difficultés de niveau des jeunes recrutés. En revanche, le site de Coutances attire peu les cadres et ingénieurs, l'insertion professionnelle des conjoints étant très problématique. ELVIA à Coutances emploie 4 ingénieurs en production et une équipe de 6 techniciens et ingénieurs en process⁷⁷. Grâce à la technologie, bon nombre de solutions ont été standardisées (d'où une bataille sur les prix) en même temps que la recherche de niches à valeur ajoutée a été un choix inévitable pour survivre. Le secteur de la défense représente pour l'heure cette niche mais qu'en sera-t-il demain si le rapprochement entre la France et la Grande-Bretagne qui se dessine dans ce domaine devient également une réalité technologique ?

Même s'il convient de saisir de telles opportunités avec des croissances conjoncturelles, on peut craindre que sur la durée, la diminution de la production soit inéluctable.

A terme, des collaborations avec IPDIA pourraient être étudiées.

II.2.2.3.3. CIBEL

Créée en 1986 à Bellême, l'entreprise CIBEL est spécialisée dans la fabrication de circuits imprimés petites et moyennes séries (de la pièce unique à 100 pièces) en double face, multicouches, souples, flex-rigides... avec tous types d'apports et de finitions (or, nickel, carbone, cuivre...), en petits et grands formats de plaques sur époxy (à 80 %), polyamide, téflon et apparentés, kapton... Sont assemblées entre 2 et, à ce jour, 44 couches. Un quart à un tiers des circuits réalisés ont une spécification Radio Fréquence.

Bénéficiant d'un savoir-faire reconnu, CIBEL réalise les circuits à la demande de ses clients dans des délais très courts (une moyenne de six jours ouvrés). Son cœur de métier est le travail "à façon" sur plans et cahiers des charges fournis (fichiers informatiques essentiellement au format GERBER. La société apporte son savoir-faire en expertise métier et conseils à destination de ses clients en termes de vérification, détection des anomalies sur les fichiers, choix des matériaux, modes d'empilages, impédance contrôlée... Il s'agit d'une activité de co-développement majeure (forte valeur ajoutée) qui mobilise des connaissances en simulations notamment.

Sans disposer d'un service de R&D, cet esprit de co-développement et la veille autour de l'innovation en fait une société qui intègre les évolutions incrémentales du métier.

CIBEL fait partie en outre du cercle réduit des entreprises qui réalisent des circuits imprimés pour les activités de test de semi-conducteurs (2 à 3 sociétés seulement en

⁷⁷ L'établissement de Chateaubourg présente une unité de R&D.

France sont sur ce créneau), ce qui vaut à l'entreprise d'être sollicitée par de nombreux acteurs européens, voire mondiaux.

Les principaux marchés de CIBEL concernent :

- le secteur des semi-conducteurs (30 % du chiffre d'affaires) avec, comme clientèle, à la fois les grandes entreprises mondiales de la microélectronique (NXP, STMicroelectronics, FREESCALE...) ainsi que tout le secteur de la sous-traitance qui réalise des cartes électroniques pour les précédentes entreprises comme, localement, SOMINEX, ASCO Electronique à Colombelles, SICAP à Coudeville-sur-Mer, EEGI à Grainville sur Odon,
- les secteurs aéronautique, spatial et défense (25 % du CA) avec des clients majeurs comme les groupes THALES, ZODIAC, MEGGIT...,
- le secteur automobile (5 à 6 %) sur Toulouse notamment.

A cela, il convient d'ajouter les commandes spécifiques nombreuses ayant pour origines environ 30 laboratoires de recherche fondamentale en France relevant du CEA ou du CNRS (dont le GANIL, l'IN2P3...).

L'exportation représente 6 à 7 % du chiffre d'affaires qui concerne quasi exclusivement les acteurs des semi-conducteurs. Selon son dirigeant, CIBEL est la seule entreprise française (voire européenne) du circuit imprimé à exporter ses produits en Asie du Sud-Est (Chine, Taïwan, Thaïlande, Malaisie). Pour ces marchés export, CIBEL s'appuie sur son réseau d'acteurs.

Le circuit imprimé exige des processus de pointe que la société met en œuvre depuis toujours. CIBEL dispose pour cela d'une unité de production de plus de 2 000 m², dotée d'équipements à la pointe de la technologie. Le parc machine qui comprend à la fois des équipements spécifiques ainsi que des machines produites en très petites séries coûte très cher. Aux côtés d'équipements de 10 ans d'âge encore opérationnels, la société se dote chaque année d'équipements récents pour répondre aux évolutions nouvelles, ce qui a nécessité, en 2007, l'agrandissement de l'atelier. La mise en place d'une nouvelle ligne de traitements de surface (ENEPIG = nickel/palladium/or) est prévue en juillet 2011 ; à relativement court terme est envisagé un nouvel agrandissement de l'unité de production.

Les capacités de production correspondent à 10m²/jour de circuits imprimés⁷⁸.

CIBEL emploie 35 personnes réparties sur le plan des qualifications en un tiers supérieur au niveau IV (dont 6 ingénieurs) et deux tiers inférieurs au niveau IV. La société bénéficie d'un ancrage territorial fort avec l'expérience reconnue de ses collaborateurs qui présentent un savoir-faire unique (plus de 15 ans d'expérience pour certains). La difficulté est toutefois de recruter des personnes dans la région de Mortagne-au-Perche, la mobilité et notamment le manque apparent d'attractivité de ce lieu étant un frein majeur.

La taille de l'entreprise et le marché de niche choisi font la force de CIBEL qui bénéficie d'excellents résultats avec un chiffre d'affaires de 4 millions d'euros en 2010 après une année 2009 en retrait du fait de la crise internationale (3,4 millions d'euros),

⁷⁸ Les plus gros fabricants localisés à Taïwan ont une capacité de production équivalant à 30 000 m²/jour.

le record ayant été atteint en 2007 avec 4,7 millions d'euros. Les perspectives pour 2011 sont très encourageantes avec un CA attendu autour de 4,3/4,4 millions d'euros.

La situation géographique n'est pas un obstacle sur le plan de la logistique, au contraire, car proche de Paris. De surcroît, les clients étrangers qui se rendent sur place en profitent souvent pour faire du tourisme et découvrir le Perche.

CIBEL fait partie du pôle normand Normandie Aerospace.

II.2.2.4. Le contexte électronique/numérique liées aux activités du Pôle de Compétitivité TES

Parmi les activités connexes de la microélectronique, il est apparu pertinent d'intégrer principalement deux pôles de compétitivité : "**Transactions Electroniques Sécurisées**" et "**MOV'EO**" dont certains des membres appartiennent peu ou prou aux domaines de la microélectronique et de l'électronique en général. L'électronique et le numérique sont maintenant partout et il faut insister sur le fait que la convergence des technologies et l'intégration de l'électronique dans des activités "traditionnelles" est facteur de développement et de valeur ajoutée (cf. ci-après le programme CAP TRONIC). Il existe d'ailleurs de la diffusion de ces technologies dans les autres pôles "filiale équine" (biopuces pour la santé animale) et NOVALOG (suivi et gestion électronique des containers...).

D'ailleurs, l'un des dirigeants d'une société adhérente au Pôle TES rencontré considère que les puces électroniques constituent le "pétrole" du numérique.

II.2.2.4.1. L'électronique et le numérique, moteurs de l'activité du Pôle TES

Constituées de l'ensemble des techniques électroniques, informatiques et télématiques permettant d'effectuer des échanges d'informations, sûrs et en confiance, dans des domaines d'applications très variés, du fait des spécificités et compétences reconnues localement, les Transactions Electroniques Sécurisées (TES) ont fait l'objet d'une labellisation d'un pôle de compétitivité de niveau national en 2005. Le pôle TES a pour missions de :

- favoriser le rapprochement entre les acteurs pour développer la compétitivité des entreprises, l'innovation et l'emploi,
- stimuler l'émergence de projets collaboratifs innovants,
- offrir des services et outils aux membres du Pôle,
- accompagner les porteurs de projet dans leur recherche de financement,
- renforcer l'attractivité régionale en faisant de la Basse-Normandie un territoire de référence pour les expérimentations de services et d'usages.

En animant son réseau de plus d'une centaine d'acteurs, le pôle TES favorise et développe la dynamique d'innovation collaborative. Les acteurs du pôle sont constitués de 19 % de grandes entreprises d'envergure internationale, 64 % de petites et moyennes entreprises essentiellement innovantes (réparties sur tout le territoire français), 7 % de centres d'enseignement supérieur et de recherche, représentant plus de 60 laboratoires académiques et 10 % d'organismes qui apportent leur soutien et participation aux projets. Le pôle TES a permis le montage de près de 100 projets

innovants collaboratifs représentant un effort de plus de 300 millions d'euros d'investissement R&D.

L'intérêt de disposer de compétences locales en microélectronique est réel pour le Pôle, cette technologie étant indissociable du développement des usages. Soulignons d'ailleurs que NXP (alors Philips Semi-conducteurs) et Orange Labs (à l'époque France Telecom R&D) ont joué un rôle déterminant dans le développement de la candidature de Caen. Ils continuent, depuis, à être des acteurs majeurs du Pôle.

Le pôle TES est installé sur le campus technologique EffiScience dans l'agglomération caennaise à proximité et en lien permanent avec les compétences locales autour du "sans contact" notamment dans le cadre des expérimentations inédites "Caen ville NFC" lancé en 2005, ou "Payez mobile", le paiement via un téléphone mobile en 2008 et, actuellement, l'initiative nationale "Territoires leaders du mobile sans contact" pour laquelle l'agglomération Caen la Mer et le Département de la Manche ont été désignés lauréats avec 8 autres villes.

La plupart des solutions innovantes proposées s'orientent vers des usages "grand public", autour de 3 thèmes prioritaires :

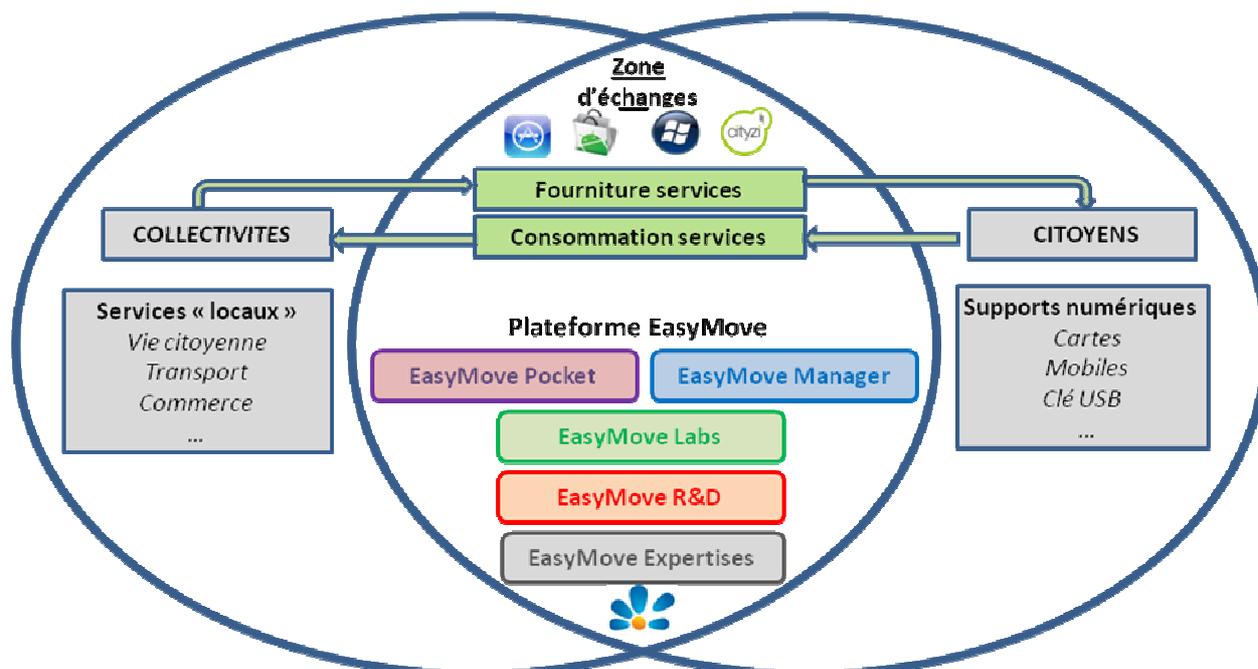
- Services "sans contact" (paiement, billetterie, fidélité),
- E-citoyen (transport, tourisme, ville),
- Administration électronique (dématérialisation, interopérabilité).

L'évolution des usages, l'"électronisation" de nombreuses pratiques de la vie quotidienne et l'internationalisation des normes et législations, sont autant de facteurs qui influent fortement sur le secteur des Transactions Electroniques Sécurisées.

Dans le domaine des TES, il existe un besoin fort de puissance qui nécessite des recherches autour de nouveaux composants. Il en est de même sur les besoins en capteur d'énergie des mobiles qui font appel à de fortes compétences en microélectronique. Garantir la vie privée et la sécurité exige des travaux poussés dans la cryptographie, l'exploitation des algorithmes qui passent aussi par des connaissances pointues des composants.

Outre le développement endogène comme actuellement, l'installation d'activités innovantes venant d'autres régions et notamment de la région parisienne (plus de 70 % des membres du Pôle sont extérieurs à la région) apparaît fondamental pour développer EffiScience. C'est en ce sens que le Pôle TES en partenariat avec Synergia et le pôle Mobilité Interentreprises et le soutien de Normandie Aménagement développe actuellement l'**Hôtel des Projets**, concept qui vise à offrir aux unités de R&D des PME membres du Pôle engagés dans un projet innovant et collaboratif, une implantation sur EffiScience, dans des conditions économiques très intéressantes.

Partant du constat que l'écosystème régional qui s'est constitué depuis de nombreuses années autour du pôle a permis de faire de la Basse Normandie un "Territoire leader du mobile sans contact", l'ensemble des adhérents et partenaires du Pôle TES (collectivités, laboratoires de recherche, grandes entreprises et PME) se mobilise afin de mettre en œuvre une plate-forme innovante qui permettra d'accompagner la mutation en cours des usages mobiles sans contact.



L'enjeu pour le pôle TES et ses partenaires est de positionner sa plateforme au cœur de cette nouvelle zone d'échanges en proposant des services destinés à la fois au Grand public et aux professionnels

Source : Pôle TES

La plate-forme en cours d'élaboration doit permettre de créer un environnement favorable au développement d'une véritable filière des technologies et services sans contact, favorisant non seulement l'innovation mais aussi le développement économique pour les grandes entreprises et les PME. Son modèle doit permettre aux entreprises et aux consommateurs d'y trouver un accélérateur de déploiement et d'appropriation, neutre sur les plans technologiques et économiques.

Au sein du Pôle TES, certains des acteurs de la microélectronique et de son proche environnement présentés précédemment comme NXP, IPDIA, Presto Engineering, EFF'INNOV Technologies, SEPROLEC sont membres du Pôle TES.

Plusieurs autres sociétés ont un lien même indirect avec la micro-électronique comme en témoigne nos rencontres avec Orange Labs, CEV, ALIOS, FIME ou encore ELITT.

II.2.2.4.2. Orange Labs Caen : un acteur important de l'activité numérique en région

C'est en 1983 qu'intervint la décision de créer sur Caen le Service d'Etudes communes de la Poste et de France Télécom (SEPT) qui va constituer un élément majeur à l'origine d'un développement d'activités industrielles, de services, de formations et de recherche spécifiques en région autour notamment des technologies "monétiques"⁷⁹. Après avoir bénéficié d'un statut de Groupement d'Intérêt Economique commun à France Télécom et à La Poste entre 1991 et 1996, le SEPT réintègre pleinement le Centre National d'Etudes des Télécommunications (CNET) en 1997 suite

⁷⁹ Auparavant, Caen s'était déjà distinguée au niveau international avec l'expérimentation de la première transaction par carte de paiement à puce.

à la suppression du GIE. Le laboratoire caennais intégrait déjà à l'époque le réseau de compétences en Recherche et Développement de l'opérateur en télécommunications dont la mission clé était ainsi de préparer l'avenir du groupe France Télécom et les futurs services à la clientèle. Les missions de recherche et développement du CNET de Caen portaient alors sur la publiphonie, le paiement des services, la sécurité des services et des réseaux, Internet (le site caennais était d'ailleurs à l'époque pôle de compétence "Internet" pour le CNET), les services de courrier électronique aux entreprises, autant d'axes de recherches qui ont donné lieu à des applications largement diffusées aujourd'hui.

Dès l'origine, cette structure a orienté une grande partie de son activité sur la carte à puce et ses applications (publiphonie, cartes de paiement, carte santé...). A la création du SEPT, les études sur le paiement sont notamment justifiées par les préoccupations de La Poste en tant qu'organisme bancaire. La monétique et les transactions électroniques sont en effet l'un des axes qui a motivé la création du SEPT sur Caen ; ses travaux lui ont valu à ce propos de développer, par exemple, l'embryon du porte-monnaie électronique et d'ailleurs de déposer quelques brevets majeurs sur le sujet. Devenu par la suite "France Télécom R&D", le centre de recherche caennais s'est également distingué pour ses travaux sur la cryptographie considérés comme des références au plan international et qui ont donné lieu à plusieurs dépôts de brevets. Du fait de ses activités, le centre de recherche caennais s'est, dès l'origine, inscrit dans le cadre de nombreux projets européens.

La structure s'ouvrira ensuite vers les travaux concernant les réseaux (intranet, extranet, messagerie électronique, télécommerce, sécurité des transactions...) avec l'objectif affiché de vendre des solutions "clef en main" pour la clientèle de l'opérateur.

Dès le début des années 2000, l'implantation caennaise de France Télécom R&D était considérée au niveau international comme centre d'expérimentation et d'expertise en monétique et laboratoire de référence du groupe pour le paiement et les transactions électroniques. Lorsque le CESER a réalisé, en 2003, le rapport sur la monétique et les transactions électroniques sécurisées, le paiement sur mobile et son environnement constituait un axe majeur de développement du site. La technologie du "sans contact" représentait alors un domaine très prometteur sur la base de collaborations locales dans le cadre notamment du projet de laboratoire mixte LATEMS (laboratoire de transactions électroniques, de monétique et de sécurité) développé à l'époque.

Cet historique est important pour montrer le cheminement jusqu'au positionnement actuel d'Orange Labs Caen⁸⁰ dont les thèmes les plus proches de la présente étude sur la microélectronique concernent le monde du mobile avec deux sujets majeurs :

- la technologie NFC (Near Field Communication), le site Orange Labs de Caen étant porteur de la mise en place des services et expertises autour du NFC mobile pour le groupe avec une forte synergie dans le cadre des pôles de compétitivité et notamment du Pôle TES avec l'initiative "Caen ville NFC",
- la carte SIM, aspect qui rejoint la technologie précédente pour le paiement par mobile.

On constate ainsi une synergie entre des compétences dans le domaine de la Radio Fréquence et celles autour de la technologie carte à puce pour laquelle Orange

⁸⁰ C'est en 2007 que France Telecom R&D devînt Orange Labs.

Labs Caen est préconisateur. Sur ces deux thématiques, Orange Labs intervient tout d'abord en amont sur la **normalisation** (tant pour la partie NFC que la partie carte SIM) auprès des différents groupes de normalisation dans le monde pour défendre la position des opérateurs dans le jeu des alliances. Le lien indirect d'Orange Labs avec la microélectronique se fait donc à ce niveau. Les fondateurs et les acteurs de la microélectronique qui vont spécifier les puces électroniques vont se baser sur ces normes et les implémenter.

Le "**sans contact**" et le **paiement par mobile** sont des compétences fortes développées historiquement sur Caen⁸¹ et qui ont essaimé dans le monde entier, y compris actuellement dans les pays émergents (centre de recherche Orange en Jordanie).

Une autre étape plus en aval s'inscrit dans les compétences d'Orange Labs Caen portant sur la **validation**, au nom du groupe, des prototypes des différents constructeurs dans une optique de généralisation de services grand public. Il s'agit de s'assurer que le matériel de la téléphonie mobile soumis aux tests de validation répond bien aux normes préalablement définies. Pour certains matériels et types de tests requis, Orange Labs fait appel, en sous-traitance directe, aux services de sa filiale FIME pour la validation et l'intégration à but prototype de nouveaux services. Cette procédure qui touche aux couches applicatives est importante dans le cadre des travaux conduits dans le cadre du pôle TES.

Citons également des **compétences** dans le domaine de la télévision (activités sur le design hardware et applications, protocoles et flux) bien que le cœur des compétences en vidéo concerne le centre Orange Labs de Rennes. Des compétences existent également sur Caen dans le domaine de la Live Box.

Le cœur d'activité du laboratoire caennais n'est plus le "hardware" comme autrefois avec les travaux du SEPT autour de la carte à puce, mis à part un peu d'intégration de prototypes. L'essentiel des compétences porte sur les couches "services". Certains travaux autour des **protocoles embarqués** touchent toutefois indirectement au hardware. Mais les équipes de R&D utilisent aujourd'hui des composants électroniques existants.

Au-delà de l'activité autour des mobiles, il existe également à Caen un domaine de recherche et développement sur des services d'une part pour les entreprises autour de la multi-modalité, l'audio-conférence, etc. et, d'autre part, pour les particuliers autour de la télévision, la musique (applicatifs, ergonomie...).

Les tests sont réalisés en interne mais il existe également un travail avec FIME.

Concernant le **NFC**, développé par Orange, cette norme est aujourd'hui multi-opérateur. En 2005 a eu lieu la première expérimentation mondiale NFC sur des usages de la vie quotidienne avec son mobile. Sur 250 personnes en R&D, une centaine de personnes sont mobilisées sur les technologies "mobile" au sein du centre Orange Labs caennais.

⁸¹ Chaque site Orange Labs en France présente une spécificité bien établie. En revanche, le site de Caen peut être une "porte d'entrée" pour mettre en relation des acteurs locaux avec des centres compétents en France. Au niveau mondial, Orange Labs est un consortium complet de laboratoires qui travaillent en transversalité complète. Le site de Caen travaille notamment avec l'Afrique et la Grande-Bretagne.

Aujourd'hui le site Orange de Caen (Venoix) s'est agrandi. Il rassemble 400 personnes pour la R&D ; aux 250 salariés en recherche (tous ingénieurs) se greffent 150 personnes en développement, auxquelles s'ajoutent 400 personnes qui travaillent sur la plate-forme de services. Le fait qu'il existe plusieurs sites high-tech éclatés sur l'agglomération n'est pas problématique d'avis des responsables du site. D'ailleurs le site de Venoix est un complexe high-tech à part entière et devrait être davantage repéré comme tel.

Pour les plus anciens, les ingénieurs d'Orange Labs Caen sont de formation "électronique". La nouvelle génération est davantage issue des filières informatiques des écoles d'ingénieurs (dont l'ENSICAEN), de l'ESIGELEC réputée sur les technologies embarquées, thématique développée localement (autour de la Live Box, fonction "set up box", services de haut niveau dans le domaine audiovisuel...). Toutes les personnes sur le site ont des compétences en électronique, informatique et télécommunications.

On constate une majorité de recrutements locaux pour les postes ingénieurs avec un nombre important issu de la filière apprentissage (ENSICAEN notamment). Orange Labs Caen accueille beaucoup de stagiaires de fin d'étude, doctorants... (plus d'une vingtaine de doctorants accueillis chaque année sur des sujets de recherche fondamentale hors services à visibilité plus courte⁸²). Si on ajoute les élèves en apprentissage, on atteint environ 50 personnes dans le cadre d'un cycle de formation d'ingénieurs ou de doctorat.

Depuis l'origine, il existe un partenariat fort avec l'ENSICAEN, l'Université et l'IUT de Caen notamment au niveau de l'enseignement (participation aux formations d'ingénieurs -ENSICAEN, ESIGELEC- ou encore accueil de stagiaires), le centre R&D de l'opérateur historique ayant dès l'origine souhaité intensifier les coopérations en matière de recherche en s'appuyant sur les compétences existantes. Ainsi, la structure a été très tôt à l'origine de la création d'une spécialité "monétique" à l'IUT de Caen et certaines entreprises innovantes sont issues de l'essaimage du centre de R&D.

Les ingénieurs de recherche d'Orange Labs sont impliqués dans l'école doctorale SIMEM (Structure, Information, Matière et Matériaux) Université de Caen - ENSICAEN en lien avec le laboratoire GREYC.

En termes de conception des technologies, il faut réfléchir très tôt à l'industrialisation au parcours client et à la qualité de services. Il est nécessaire de réduire la verticalité entre la R&D et l'industrialisation. Cela explique pourquoi les équipes projets sont de plus en plus pluridisciplinaires (ergonomes, informaticiens, électroniciens...).

Dans sa démarche R&D, Orange Labs Caen développe des **projets collaboratifs**. Les contacts privilégiés concernent NXP, les acteurs du Pôle TES comme Gemalto, Oberthur qui fournissent les puces dans lesquelles Orange Labs demande d'intégrer les normes. Une partie des puces est testée par Orange Labs Caen et une autre par FIME. Cela mobilise une chaîne complète d'acteurs dont certains sont en région.

⁸² Vue l'évolution rapide des technologies "mobiles", il est plus fait appel à des compétences d'ingénierie que des travaux de thèses sur trois ans.

Autour des transactions électroniques (hors NFC), des produits comme "Orange Money" autour du portefeuille bancaire sur le mobile sont développés en lien avec des sites africains.

Les relations avec NXP s'intègrent quasi exclusivement dans le cadre des projets du pôle TES. Il y a eu une forte mobilisation de NXP et d'Orange autour de l'appel à candidature du sans contact.

Orange Labs est acteur majeur de l'opération "Caen territoire leader du mobile sans contact" après l'avoir été en 2005 dans l'opération "Caen ville NFC". Lorsque Caen la Mer a porté sa candidature pour l'appel à initiatives national, en interne à Orange, ce sont les compétences du site de Caen qui ont été, de la même manière, mises en avant. A moyen terme, lorsque le NFC sera entré dans les usages, d'autres thématiques autour des services innovants devront être développées. On se situe actuellement en transfert de compétences et de produits dans les unités opérationnelles autour de cette technologie.

Orange Labs développe des applications sans contact innovantes comme le projet **M-Stadium**, en collaboration avec le Stade Malherbe Caen et le Stade de France, à partir d'un partenariat qui associe plusieurs acteurs comme le Consortium stade de France Bouygues - Vinci et l'Université de Caen (laboratoire PRINT - CRDP / Propriétés Intellectuelles et Nouvelles Technologies - Centre de Recherche en Droit Privé).

Dans le cadre de contrats CIFRE, Orange Labs - Caen accueille de nombreux stagiaires et des doctorants du GREYC. Les ingénieurs d'Orange Labs interviennent sur le plan pédagogique et participent à la **co-innovation avec le GREYC**.

Depuis longtemps, Orange Labs participe au mouvement d'**essaimage** de ses ingénieurs sur des technologies jugées non prioritaires pour le groupe.

II.2.2.4.3. CEV et ALIOS

Créée en 1993 à Saint-Lô dans la Manche, la société **CEV** est un acteur majeur de la relation client liée aux TES. La société déploie des solutions personnalisées, gère les données et accompagne ses clients dans la valorisation de l'information recueillie. CEV part du concept selon lequel la technologie doit s'adapter aux besoins des clients : cartes à puces avec et sans contact, pistes magnétiques, codes barres, NFC... Outre la gestion de programmes de fidélité réalisés sur mesure pour de grandes enseignes comme TOTAL pour son programme fidélité sur 5 pays européens, Häagen-Dazs, Lissac..., CEV est leader des systèmes de fidélisation pour les associations de commerçants, via son produit Cartaplus®. La société est également présente auprès des collectivités via les Cartes de Vie Quotidienne multi-services à l'exemple de la carte "Clés de la Ville" sur Saint-Lô. A côté de CEV et au sein du même groupe, **ALIOS** constitue, sur le plan industriel, l'unité de fabrication des cartes personnalisées, en petite et moyenne série pour répondre aux besoins des clients, distributeurs, collectivités locales et grandes enseignes. ALIOS travaille majoritairement pour de nombreux donneurs d'ordre extérieurs à CEV.

En décembre 2008, le groupe Chèque Déjeuner, numéro trois mondial sur le marché des titres de paiement à vocation sociale et culturelle a racheté les sociétés CEV, ALIOS avec la volonté de garder l'emploi et les compétences localement. Ce rapprochement s'avère stratégique car les titres à vocation culturelle et sociale vont se

dématérialiser d'ici 5 à 10 ans sachant que la plupart de ces produits existent déjà sur Internet.

Le groupe CEV représente aujourd'hui 80 salariés sur Saint-Lô et a réalisé 7 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2009.

Les dirigeants de la société insistent sur le caractère complémentaire des acteurs locaux ; entre ceux qui travaillent sur les technologies comme NXP et ceux dont l'activité porte sur les usages comme CEV sachant qu'à travers les expérimentations et la mise en œuvre des prototypes, il existe des retours d'expérience vers la technologie et donc la microélectronique. Il s'agit ici de partir des usages et de voir ensuite quelles technologies peuvent le mieux répondre aux besoins. Sur une carte, on peut intégrer jusqu'à 20 opérations possibles. Les problématiques de sécurité et de propriété juridique en cas de partage d'applications demeurent toutefois cruciales. Selon CEV, la dématérialisation ouvre la voie à un nouveau modèle économique qui va entraîner de forts bouleversements dans les métiers, les formations...

CEV s'appuie sur un service de Recherche et Développement qui maîtrise les technologies et déploie des solutions adaptées aux besoins de ses clients dans les domaines de l'identité numérique, la monétique, la fidélité, la dématérialisation... CEV est d'ailleurs centre de recherche pour Chèque Déjeuner.

En matière d'innovation, CEV travaille notamment autour de trois axes principaux : le mobile NFC (avec notamment la création d'une plate-forme sur les usages), la sécurité et la carte multi-applications au travers de divers cas d'usage comme l'inscription en crèche, la culture, le tourisme... Les projets sont élaborés en consortium avec différents partenaires et principalement le pôle TES qui a labellisé plusieurs de ses projets collaboratifs.

CEV est impliqué dans le cadre de l'opération Caen la Mer - Territoire du mobile sans contact lancée en coordination avec le département de la Manche conformément à la décision du gouvernement. Le défi a trait à l'association d'un territoire rural avec l'une des plus petites agglomérations retenues au niveau national.

II.2.2.4.4. Deux entreprises spécialisées dans le test et la vérification des moyens de transactions électroniques : FIME et ELITT

Née de l'essaimage de France Télécom, **FIME** dispose depuis 1995 sur Caen d'un centre de tests offrant des services et des produits pour les cartes et les lecteurs. La société est un fournisseur mondial de solutions de test et de vérification de conformité dans le domaine de la carte à puce, des lecteurs, passeports et cartes électroniques d'identité, solutions contact et sans contact dont le NFC et le RFID. FIME a pour clients les principaux fabricants comme, parmi les plus connus, Oberthur, Gemalto, Verifone, Ingenico, Samsung, Hitachi, Thales, Sagem, Panasonic, STMicroelectronics, NXP... Parti du paiement, FIME a élargi ses activités dans les secteurs du transport, de la santé, la logistique (RFID) et les télécommunications.

Dans le cadre de ses activités de tests en lien avec le NFC, le service R&D Innovation et le laboratoire participent activement à l'amélioration des performances des composants, pour les constructeurs de téléphones mobiles mais également et surtout pour les constructeurs de puces.

80 % du chiffre d'affaires du laboratoire concerne aujourd'hui le secteur bancaire. FIME est accréditée par les autorités de test et organismes certificateurs (Visa, Mastercard, STIF, GIE Sesam Vitale...). La société est compétente pour répondre aux tests de validation Level 1 (certification des matériels hardware) et Level 2 (applications embarquées sur les cartes). Le site de Caen réalise l'évaluation des protocoles de communication et l'implantation de FIME sur Rennes réalise les tests sécuritaires.

Le site caennais dispose de deux entités séparées : le laboratoire de test et, depuis 2004, une cellule R&D (développement d'outils et bancs de tests, d'applicatifs software et optimisation de produits hardware en vue d'apporter des solutions techniques pour les clients).

FIME emploie une cinquantaine de personnes sur Caen dont 18 en développement. Sur le plan des qualifications, FIME emploie 2/3 d'ingénieurs et 1/3 de techniciens. Elle dispose également en développement de 3 personnes sur Rennes, 3 personnes à Lannion et d'une équipe en Inde. Au total, le groupe FIME et ses filiales comprennent 200 personnes dans le monde dont 90 en Europe. 70 % des clients sont étrangers. L'implantation sur Caen apparaît logique du fait de la présence de compétences avérées. Le site bas-normand est en croissance et devrait dépasser les 60 salariés fin 2011. La société va être confrontée à un problème d'exiguïté de ses locaux sur la zone d'Unicité (la question de rejoindre EfficScience est une éventualité mais le coût des baux est un obstacle).

Redevenus filiale à 100 % d'Orange Business Service depuis 2007 après rachat de la maison mère par France Telecom, il existe une collaboration avec Orange Labs (dont le site de Caen) autour de la validation de cartes SIM et du NFC, ce qui représente un atout majeur d'un point de vue technique notamment. Dans les technologies autour du mobile, l'un des enjeux pour FIME porte sur la convergence, la traçabilité, la Radio Fréquence (NFC, RFID...) ainsi que sur la validation des nouvelles générations de cartes SIM.

Les activités de FIME permettent un retour d'expérience (feedback) vers les concepteurs de puces tout particulièrement dans les phases de démarrage de nouvelles technologies. Les relations avec Philips Semi-conducteurs étaient localement privilégiées et très fréquentes à la fin des années 90 autour des technologies avec contact mais cette technologie devenant mûre, les besoins se sont ensuite portés sur le sans contact. Est cité par exemple un échange avec l'implantation locale de NXP sur le NFC après un besoin formulé par un client en vue de la réalisation d'un test indépendant. Du fait de son expérience, FIME possède des compétences fortes en interopérabilité, ce qui permet de confronter des technologies émergentes aux réalités du terrain.

Il est parfois fait appel localement aux compétences de Presto Engineering qui constitue l'un des sous-traitants principaux de FIME sur des problématiques de durabilité (analyse de défauts et caractérisation). Il existe aussi un partenariat avec NAGRA sur Caen (ex EDSI, essaimage de France Telecom) entreprise spécialisée dans le développement de logiciels sécurisés pour carte à puce.

FIME collabore avec l'enseignement supérieur localement et accueille en 2011 trois apprentis inscrits en licence professionnelle monétique. A ce propos 50 % des salariés de FIME sont issus des filières monétiques locales (ENSICAEN et IUT de Caen). Des ingénieurs de la société dispensent également des cours en licence professionnelle et majeure " Monétique & Sécurité Informatique" de l'ENSICAEN.

Un projet collaboratif avec le pôle TES dans lequel FIME est adhérent va prochainement concerner les aspects traçabilité et ouvrira pour la première fois des relations avec le GREYC.

La société **ELITT** (EuroLab for International Transaction Technologies) est une filiale du GIE Cartes Bancaires⁸³ créée sur EffiScience en 2007 du fait de la présence du Pôle TES à Caen. En qualité de centre d'expertise et d'évaluation des moyens de paiement électroniques, ELITT intervient en amont et en aval des projets et programmes de ses clients concernant les moyens et les terminaux de paiement en offrant de nombreuses prestations en termes de transactions électroniques sécurisées portant sur la recherche et le développement concernant les évolutions technologiques, la fonction laboratoire (simulation, banc de tests...), le conseil et l'assistance, les évaluations sécuritaires (enceintes cryptographiques...), l'évaluation de conformité, les tests fonctionnels, le développement de tests d'interopérabilité, la réalisation d'audits qualité et sécurité de sites industriels et enfin des prestations sur-mesure relatives aux transactions électroniques. ELITT est certifié ISO 17025 type B, certification très rare, qui concerne les laboratoires d'étalonnage et d'essais.

Outre le fait que les composants électroniques sont au cœur des matériels servant au paiement électronique sécurisé (cartes SIM des mobiles, puces sur cartes de paiement, composants des terminaux de paiement), la microélectronique apparaît très éloignée de l'activité d'ELITT. Toutefois, EMV Co, la structure qui établit au niveau international les règles pour assurer l'interopérabilité mondiale des moyens de paiement a défini un spectre de test dont le niveau 1 concerne directement le matériel hardware (le niveau 2 portant sur les protocoles et les autres niveaux, les tests fonctionnels). L'activité d'ELITT porte sur le niveau 2.

ELITT procède à quelques tests de post-caractérisation des équipements dont des tests électriques concernant notamment le "sans contact".

Egalement, dans le cadre de ses activités connexes, ELITT développe sur Caen l'ensemble du spectre des méthodes de test pour évaluer les produits cartes et terminaux.

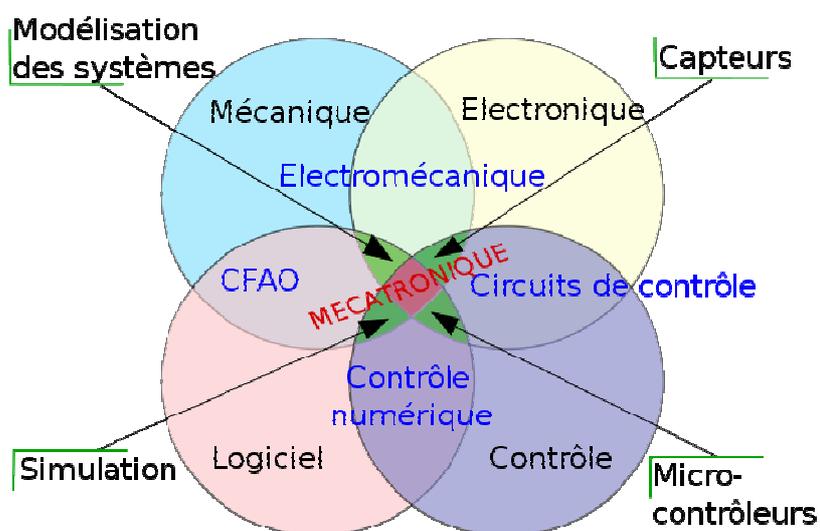
Dans le cadre des difficultés d'acceptation des cartes de paiement étrangères sur le territoire national (et vice-versa), ELITT intègre une cellule d'appui aux banques en cas de difficultés techniques. Dans ce cadre, un travail est réalisé sur le bon fonctionnement de la chaîne monétaire. Au cours des tests, il peut être mis en évidence des anomalies de fabrication qui concernent les puces. Il s'ensuit alors un "feedback" vers les industriels du secteur. Notons également que des audits sont réalisés chez les fabricants de masques.

Le laboratoire présent au sein d'ELITT conduit des tests fonctionnels et des tests de caractérisation physique des moyens de paiement. Dans le cadre de tests très spécifiques, ELITT fait appel en sous-traitance à la société Presto Engineering sur Caen. Le tissu local est ainsi favorable, la proximité avec Presto est un point très positif.

⁸³ Pour répondre aux obligations européennes concernant la certification des moyens de paiement électroniques sur la zone SEPA (Single Euro Payment Area), exigeant la séparation des activités "régaliennes" (certification et agrément) des activités commerciales, le GIE Cartes Bancaires s'est scindé en trois entités : l'entité CB pour l'agrément, Paycert pour la certification et ELITT, laboratoire dont l'activité commerciale porte sur l'évaluation.

II.2.2.5. Le Pôle MOV'EO et les perspectives dans le domaine mécatronique

Définie par la norme NF E 01-010 (2008), la **mécatronique** est une démarche visant l'intégration de la mécanique, de l'électronique, de l'automatique et de l'informatique dans la conception et la fabrication d'un produit en vue d'augmenter et/ou d'optimiser sa fonctionnalité. Elle fait appel à l'ingénierie des systèmes. L'objectif de la mécatronique est l'obtention d'une valeur ajoutée supérieure à la simple somme des valeurs ajoutées des fonctions prises séparément. L'intérêt de ce domaine d'ingénierie interdisciplinaire est de concevoir des systèmes automatiques puissants et de permettre le contrôle de systèmes complexes.



Le diagramme de Venn montre la mécatronique comme génie pluridisciplinaire, impliquant la synergie de plusieurs sciences de l'ingénieur

Source : Wikipédia

En Basse-Normandie, la filière automobile est un terrain d'applications privilégié de la mécatronique et des systèmes embarqués. Dans ce secteur, la mécatronique est générateur d'innovation et de valeur ajoutée. Les composants électromécaniques pilotés par électronique remplacent de plus en plus les composants mécaniques et hydrauliques. La mécatronique intervient notamment dans le contrôle des éléments que sont le moteur, l'habitacle, la suspension, la direction, le freinage, etc.

Il existe donc localement des convergences actuelles et potentielles avec le secteur microélectronique et électronique. En ce sens, le pôle de compétitivité mondial en R&D Automobile et Transports publics, Mov'eo développe des projets collaboratifs innovants pour renforcer la compétitivité internationale des entreprises françaises de ce secteur d'activité et les territoires concernés. Mov'eo est implanté sur les régions Basse-Normandie, Haute-Normandie et Ile-de-France: son territoire représente plus de 70 % de la R&D automobile française. La Basse-Normandie comprend de l'ordre de 40 adhérents sur un total de 250.

Les projets collaboratifs de MOV'EO se construisent autour de sept Domaines d'Activités Stratégiques (DAS) :

- Solutions de mobilité,
- Sécurité routière,

- Démonstrateurs et Véhicules Décarbonés,
- Impacts Environnementaux des Véhicules,
- Système de Stockage de l'Energie,
- Systèmes Mécatroniques pour l'Electrification du Véhicule,
- Chaînes de Traction Thermiques.

La microélectronique et plus largement l'électronique embarquée sont des compétences transversales actuellement déjà mobilisées ou potentiellement présentes dans chacun de ces domaines y compris la sécurité routière comme l'illustre le programme European eCall Trial porté par NXP consistant à la mise en œuvre d'un système automatique d'appel d'urgence embarqué à bord des véhicules en cas d'accident, système qui mobilise des compétences sur Caen.

Le DAS "**Solutions de mobilité**" dont l'objectif est de favoriser et améliorer la mobilité de toutes les personnes grâce à l'apport des nouvelles technologies ouvre la voie à des développements autour des objets communicants qui intègrent une dimension électronique forte. L'un des axes consiste d'ailleurs à expérimenter et accompagner la mise au point de nouveaux moyens de mobilité basés sur la coopération des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et des Technologies du Transport.

Quant au DAS "**Systèmes Mécatroniques pour l'Electrification du Véhicule**", il se fixe comme mission de généraliser l'électrification des fonctions, au travers de composants et systèmes mécatroniques innovants et compétitifs, pour réduire la consommation d'énergie, améliorer le confort, accroître la sécurité et optimiser la mobilité. Au sein de ce domaine, quatre axes ont été identifiés : développer les méthodes et outils pour la conception des composants et systèmes, identifier les technologies et les matériaux innovants, créer des systèmes intelligents fusionnant mécanique, électronique et électrotechnique et enfin, maîtriser la robustesse, la fiabilité et les procédés de fabrication.

Les axes 1 et surtout 3 sont les plus proches de notre champ d'étude. Le premier consiste à mettre en place les outils logiciels pour répondre aux besoins de la mécatronique. L'axe 3 autour des systèmes intelligents vise à exploiter les briques de base et les nouvelles technologies mécatroniques pour provoquer des innovations dans les actionneurs à faible et à forte puissance, les capteurs, les machines électriques intégrant une électronique de puissance, les organes de conversion et gestion d'énergie, les composants actifs et passifs ou encore les systèmes pour l'électrification des véhicules.

Citons aussi le DAS "**Chaînes de Traction Thermiques**" qui nécessite de l'électronique et des capteurs notamment dans les domaines de l'optimisation des moteurs.

Aujourd'hui omniprésente dans l'automobile, en apportant plus de confort et de sécurité, la mécatronique est, d'une manière transversale, au cœur de la fertilisation croisée entre différentes technologies et compétences. MOV'EO qui ambitionne de développer ces liens et son action de terrain en Basse-Normandie a identifié un potentiel de développement autour de la thématique mécatronique. Cette démarche appelée **VALOMECA** (valorisation des compétences bas-normandes en mécatronique en Basse-Normandie) vise à mieux connaître les compétences régionales sur cette

thématique ainsi qu'à identifier les dynamiques de développement des entreprises (PME et grands groupes) et des laboratoires de recherche dans le domaine de la mécatronique. L'un des enjeux de VALOMECA est de constituer des cellules préfiguratrices de projets collaboratifs de recherche. Une étude a d'ailleurs été réalisée à l'initiative de l'Etat et de la Région en 2009 en vue d'impulser une véritable dynamique au plan régional en ce sens. La réflexion conduite a consisté dans un premier temps à identifier les entreprises PME et les grands groupes concernés et à qualifier leurs compétences mobilisables dans le domaine de la mécatronique et à recenser les savoir-faire et les compétences en présence au niveau des laboratoires de recherche. A partir de là, l'étude a identifié les attentes et besoins des donneurs d'ordres en la matière afin de faire émerger des idées de cellules (projets collaboratifs autour de la mécatronique automobile). Sur un panel de 40 entreprises ciblées, une vingtaine a été contactée dont certaines sont extérieures à l'industrie automobile mais qui travaillent néanmoins pour ce secteur. Des cellules prioritaires ont été ainsi repérées : diagnostic sans fil, systèmes de débrayage intelligents, test et simulation de la chaîne du siège, sièges intelligents, cinématique du siège et auto-alimentation des batteries de capteurs. Les projets de R&D potentiels ont été identifiés et classés.

Beaucoup des aspects abordés rejoignent des problématiques du Campus Industriel de Recherche et d'Innovation Appliquée aux Matériaux (CIRIAM), Centre de Recherche et Développement mondial sur la conception et le développement des produits et processus pour l'activité mécanismes de FAURECIA. L'intégration des capteurs dans les éléments mécaniques mais également dans les process de fabrication constituent des sujets d'avenir.

Fort de ce diagnostic, la MIRIADE, en partenariat avec le Pôle MOV'EO, a organisé en décembre 2009 une première "Passerelles B to B" sur le thème "systèmes mécatroniques" à Caligny. En écho à cette manifestation, une seconde journée dénommée "Fabrique de projets systèmes mécatroniques" avec la participation active de la MIRIADE, de l'ARIA (Association Régionale de l'Industrie Automobile), de la SOTRABAN et de CAP TRONIC a été organisée au siège de RENAULT TRUCKS à Blainville-sur-Orne en septembre 2010.

Rassemblant 50 participants industriels et chercheurs, elle a été l'occasion d'interventions d'entreprises (VALEO, Presto Engineering et HYDEQUIP) et d'ateliers thématiques créateurs de projets (sur les thèmes "robustesse-fiabilité des composants" animé par Presto Engineering, "électronique de puissance" animé par BOSCH et "nouvelles technologies" animé par ARVIN MERITOR⁸⁴).

Les groupes de travail ont permis d'identifier de nouveaux projets collaboratifs "entreprise-entreprise" et "entreprise-laboratoire" autour par exemple de la microscopie magnétique et la détection de fissure enterrée, la substitution des composants électroniques par des matériaux "verts" ou encore le développement des prototypes en mécatronique pour petites séries.

La vocation de l'implantation bas-normande du Pôle MOV'EO est clairement de porter à la connaissance de la gouvernance interrégionale du Pôle des compétences locales à valoriser dans le cadre des projets collaboratifs.

⁸⁴ Aujourd'hui INTEVA.

Il convient également de relever l'association d'acteurs de la microélectronique dans le cadre des projets labellisés par le Fonds Unique Interministériel (FUI). Tel est par exemple le cas du projet AUDACE (Analyse des caUses de DéfaillAnces des Composants des systèmes mEcatroniques embarqués) sélectionné en 2008, porté par THALES et dans lequel le LAMIPS est partenaire.

Presto Engineering, société spécialisée dans le test de composants électroniques, membre du Pôle, est particulièrement impliquée dans la mécatronique et les systèmes embarqués dans les véhicules.

Notons enfin les conventions en région entre MOV'EO et le Pôle de compétitivité TES et l'Association Normandie Aerospace (NAE), filière d'excellence dans l'aéronautique, le spatial, la défense et la sécurité et les pôles de compétitivité sur les thématique transports et automobile en France.

En résumé, il apparaît important qu'au même titre que les compétences autour des matériaux impliquant un partenariat entre le Pôle MOV'EO et l'Unité Mixte de Service (UMS) CNRT "Matériaux" du CNRS avec ses trois tutelles que sont l'ENSICAEN, l'Université de Caen et l'Université du Havre, les compétences en mécatronique, fortes au sein des laboratoires publics, soient bien valorisées.

Contrairement à d'autres régions, la Basse-Normandie a su, comme nous avons pu le constater précédemment, conserver au sein de ses formations et de ses laboratoires universitaires de recherche des compétences fortes en Electronique, Electrotechnique, Automatique (EEA) reconnues d'ailleurs par des coopérations internationales. Pour les responsables universitaires de cette filière EEA, il apparaît vital que ces compétences survivent en région au regard des besoins importants pour la conception des moteurs électriques du futur qui nécessite des besoins en ingénieurs électroniciens. A la clé se trouve même l'indépendance technologique et industrielle de notre pays qui risque, demain, d'être totalement dépendant des pays asiatiques, faute d'avoir su garder les compétences.

Les mesures de restriction des moyens dans l'enseignement supérieur et la recherche et la priorité donnée à quelques domaines de compétences prioritaires risquent de détruire à jamais ces acquis scientifiques et technologiques dont la société aura impérieusement besoin dans les décennies à venir avec les conséquences néfastes en termes de compétitivité et d'emplois. Cela est symptomatique d'un manque de stratégie et de visibilité au niveau national et européen et rejoint les réflexions précédemment abordées dans la présente étude, d'où l'importance de la mécatronique et l'intérêt de reconnaître cette filière et ses compétences associées au niveau régional.

Pour illustrer les applications électroniques / mécatroniques au service du secteur automobile, nous avons souhaité recueillir le témoignage d'une société sous-traitante qui a volontiers accepté de nous rencontrer. A ce propos, ce fut là une difficulté majeure de notre étude que de convaincre des sociétés du secteur électronique fortement employeuses en région de s'associer à la présente réflexion. Il s'agit notamment des unités de production relevant de centres de décisions extérieurs à la région et dépourvues de structure de R&D. L'idée que s'instaure une relation entre les concepteurs et fabricants de composants ou de cartes électroniques localement apparaît une perspective somme toute complexe.

Pourtant, pour un établissement comme RENAULT TRUCKS situé à Blainville-sur-Orne, mieux connaître le tissu local pourrait susciter des perspectives de développements, notamment pour des produits hors série ou des petites unités spécifiques.

Les responsables du Pôle MOV'EO eux-mêmes reconnaissent toute la difficulté de développer une dynamique avec les entreprises du pôle dans le cadre de l'action VALOMECA précédemment présentée.

Une rencontre avec un équipementier sous-traitant de second rang a toutefois été organisée, notre démarche suscitant l'intérêt de ses dirigeants. Il s'agit d'**INTEVA**, ex ARVIN MERITOR à Esson dans le Calvados⁸⁵.

ARVIN MERITOR s'est installée en 1977 en Basse-Normandie à l'origine sur deux sites : Thury-Harcourt et Saint-Rémy. En 1997, les deux sites ont été regroupés à Esson, près de Thury-Harcourt, avec la construction d'une nouvelle usine. Le site d'Esson est aujourd'hui le centre d'expertise au sein du groupe pour la conception et la production des moteurs pour les lève-vitres électriques (activité principale). Le site assure également l'assemblage des électroniques et moteurs pour les applications des toits ouvrants électriques. Il y a actuellement quatre sites de production pour les moteurs électriques couvrant les besoins clients sur les trois continents : Asie (Chine, Inde), Amérique du nord (Mullins), Europe (France). Esson est le plus important et avec ses 13,5 millions de moteurs en 2010, il assure 50 % de la production mondiale.

Les clients d'INTEVA Esson sont des systémiers de mécanismes de lève-vitres électriques. 60 % de la production est destinée à équiper les lève-vitres produits par le groupe lui-même. Les clients finaux sont très variés, les principaux sont Volkswagen-Skoda-Seat (40 %), PSA (27 %) et Renault-Nissan-Dacia (23 %).

Sur 230 salariés du site, une cinquantaine est dédiée à la R&D, à l'ingénierie, aux activités de laboratoire et de test.

L'établissement est certifié par les normes environnementales (14001), qualité et sécurité. Son chiffre d'affaires était de 174 millions de dollars en 2010.

Le site conçoit et fabrique toute une gamme de moteurs intégrant ou non de l'électronique. 40 % des ventes n'ont pas d'électronique. Cette configuration de moteurs de base sans électronique est étonnamment en progression ces dernières années, essentiellement pour des effets économiques (les constructeurs pour maîtriser les coûts réduisent certaines fonctions du type anti-pincement + effet hard discount dans l'automobile).

60 % des ventes de moteurs intègrent une électronique avec des composants et des cartes électroniques plus ou moins sophistiqués selon deux technologies : soit

⁸⁵ La division Body System de l'équipementier automobile ARVIN MERITOR a fait l'objet d'une acquisition depuis janvier 2011 par un autre équipementier automobile Américain INTEVA dont le siège est basé à Troy dans le Michigan. Cette opération a donné naissance à une nouvelle entité identifiée désormais sous le nom d'INTEVAPRODUCTS. Rassemblant plus de 8 000 personnes dans le monde et pesant plus de 2 milliards de dollars de chiffre d'affaires, l'entreprise s'est réorganisée en quatre lignes de produits :

- cockpit et tableau de bord,
- module de porte et serrures,
- toits ouvrants,
- moteurs & électroniques.

l'électronique apparaît en appendice du moteur, soit, comme sur les dernières générations de moteurs NEM (lancé 2007), l'électronique est intégrée au moteur lui-même et contrôle des fonctions intelligentes complexes groupées dans les portières comme les procédures anti-pincement, le réglage du rétroviseur, l'ouverture par clé électronique... INTEVA Esson conçoit et assemble également une électronique complexe pour des occulteurs de toits.

Ces dispositifs électroniques complexes sont composés de microcontrôleurs comprenant une mémoire flash intégrée avec des composants de puissance, des capteurs à effet Hall (permettant de gérer la vitesse du moteur) et des composants discrets. Pour certaines architectures électriques, INTEVA produit le logiciel embarqué sur le calculateur central qui gère les fonctions liées au moteur électrique. Le défi est d'intégrer ces éléments dans un environnement hostile pour l'électronique ; cela fait appel à des compétences en mécatronique.

La R&D d'INTEVA menée en partenariat avec MOTOROLA-FREESCALE à Toulouse, a dans le passé mis au point un circuit hybride au sein d'un seul boîtier (chipset intégré) intégrant les microcontrôleurs et les circuits annexes (concept qui était l'exclusivité d'INTEVA au départ).

Dans les achats de l'entreprise, l'électronique représente 51 % en valeur provenant essentiellement d'Europe de l'Ouest, d'Europe de l'Est et d'Asie. Les composants et cartes pour moteurs de lève-vitres sont fabriqués par la société MSL Circuits, basée dans le Loiret, le site INTEVA à Esson assemble pour sa part les différents éléments. INTEVA procède au choix des composants mais ce sont les fournisseurs qui prennent en charge leur achat et leur assemblage.

En matière électronique, la R&D d'INTEVA est répartie entre Esson et Sully-sur-Loire (25 personnes en France ainsi qu'à Bangalore en Inde pour les applications logicielles). L'unité bas-normande, en partenariat avec le second site français, conçoit les systèmes électroniques. Dans certains cas, il est fait appel à des prestations extérieures où il s'avère parfois difficile d'y trouver des consultants dans le domaine électronique.

Esson est en outre le centre d'expertise et dispose d'un laboratoire équipé de bancs de test et d'outils de pointe permettant de réaliser des calculs mécaniques, électromagnétiques, des simulations, des tests acoustiques, des chocs thermiques, des tests environnementaux (température, humidité, brouillards salins...). Il est fait aussi appel aux compétences de Presto Engineering pour l'expertise des composants.

II.2.3. Les dispositifs de Recherche et de Formation en lien avec la microélectronique en Basse-Normandie

Le secteur microélectronique et ses activités connexes en Basse-Normandie présentent la caractéristique d'être assis sur un dispositif complet de recherches et de formations qui bénéficie d'un partenariat fort avec les entreprises locales.

II.2.3.1. Le LAMIPS : une collaboration entre la recherche publique et la recherche privée

Le nouveau Laboratoire mixte de Microélectronique et de Physique des Semi-conducteurs (LAMIPS), laboratoire de recherche commun à l'entreprise NXP

Semiconductors et au laboratoire CRISMAT (Cristallographie et Sciences des Matériaux), Unité Mixte de Recherche dont les tutelles sont l'ENSICAEN, le CNRS et l'Université de Caen Basse-Normandie, a été créé en janvier 2007. Il succédait au précédent LAMIP créé en 2000, reconnue Equipe de Recherche Technologique indépendante (ERT) dont l'activité portait essentiellement sur l'analyse de défaillances.

Le fait d'avoir intégré le CRISMAT dans la nouvelle approche a permis une reconnaissance du CNRS et une plus grande ouverture vers le monde scientifique. L'objectif était aussi de fédérer et de regrouper les moyens d'analyse du CRISMAT avec les outils présents chez NXP. L'UMR dispose de ses propres équipements de pointe (microscope électronique à transmission par exemple) qui peuvent être utilisés dans le cadre de cette collaboration.

Cette nouvelle organisation, associant recherche fondamentale et recherche appliquée, a notamment eu pour conséquence une amplification de l'expertise RF (Radio Fréquence) au sein du LAMIPS et de NXP ainsi que le développement des compétences en matière de caractérisation de composants et circuits. Cela a contribué à davantage d'implication dans des projets labellisés par les pôles de compétitivité TES et MOV'EO.

Depuis début 2010, l'entreprise Presto Engineering qui a repris les activités et le matériel du laboratoire de fiabilité et d'analyse de défaillances de NXP sur le site Côte de Nacre s'est logiquement trouvée co-partenaire du laboratoire avec signature d'un avenant qui court jusqu' à décembre 2011.

Cette association industrie/recherche permet de développer des compétences scientifiques et une recherche dynamique avec une focalisation sur des programmes identifiés en ligne avec les besoins industriels. Cette organisation permet un support sur des études innovantes. L'appui du CNRS contribue en outre à amplifier la visibilité internationale du laboratoire.

Il existe une forte complémentarité avec les groupes d'innovation de NXP et de Presto Engineering. Pour ces deux entreprises, cela permet d'avoir accès à des sources de talents.

La thématique générale du LAMIPS porte sur les "méthodes innovantes en caractérisation et analyse de systèmes microélectroniques" décomposée en deux parties :

- "Analyse de défaillances, caractérisation de matériaux" et "fiabilité", thèmes développés avec Presto Engineering,
- "Caractérisation, modélisation, conception et architectures de circuits RF/HF", et "matériaux pour les applications Radio Fréquence" sujets développés avec NXP.

Entre le premier volet qui traite des techniques d'analyses physique et électrique de systèmes et matériaux de la microélectronique et le second qui concerne les Radiofréquences et Hyperfréquences, les sujets ne sont pas rigoureusement étanches tout en garantissant la confidentialité de chacune des deux collaborations. Le centre de gravité du laboratoire s'est davantage déplacé vers les thématiques touchant à la Radio Fréquence.

Le LAMIPS et ses moyens humains et matériels sont scindés en deux parties : l'une chez NXP, sur EffiScience et l'autre chez Presto Engineering qui développe, sur

son site, ses travaux sur l'analyse de défaillances avec des équipements qui appartiennent au laboratoire mixte (Microscope Electronique à Balayage -MEB-, Focused Ion Beam - FIB, Acoustique, Rayons X...). Il existe toutefois des liens entre les deux localisations.

Concernant les résultats des recherches, le laboratoire est intervenu depuis octobre 2007 dans 64 publications dont certaines internationales à comité de lecture.

Les publications au LAMIPS :

Octobre 2007 - mai 2008 (8 mois) : 11 publications dont 3 revues.

Mai 2008 - août 2009 (15 mois) : 23 publications dont 3 revues.

Septembre 2009 - décembre 2010 (15 mois) : 30 publications dont 8 revues internationales.

10 thèses ont été publiées de 2007 à 2010 et la structure accueille actuellement 2 post-doctorants.

Le LAMIPS a été évalué par l'AERES début 2011 dans le cadre d'une démarche concernant le CRISMAT avec des retours très favorables.

Depuis 2007, des projets coopératifs de R&D sont soutenus par les pouvoirs publics. Les derniers ou ceux en cours sont les suivants :

- **AUDACE** (Fond Unique Interministériel, Pôle MOV'EO),
- programme européen EUREKA **CATRENE PANAMA**, "Mobilité et interopérabilité",
- **ANR-RNRT**, "European Intersectoral Research Partnership Towards the Development of Cognitive Radio",
- 7^{ème} Programme Cadre de Recherche & Développement -**PEOPLE - Pa4CR**,
- **ALBATROS** (TES) - achevé en 2009,
- projet européen **CATRENE RF2THZ** "From RF to MMW and THz Silicon SOC Technologies".

L'objectif affiché est de développer de nouveaux axes de recherche avec les entreprises présentes au sein des pôles de compétitivité. Ce développement contribue au rayonnement scientifique du personnel du laboratoire (industriels et enseignants-chercheurs). Le LAMIPS fait en effet partie du Comité scientifique de l'European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis (ESREF), congrès spécialisé sur la problématique d'analyses de défaillances et fiabilité qui se tient tous les deux ans à Bordeaux.

S'agissant des effectifs, le laboratoire comprend un directeur universitaire et deux directeurs-adjoints issus des deux entreprises partenaires. Il mobilise deux professeurs, trois maîtres de conférences, un chercheur (CNRS), un professeur émérite, deux chercheurs associés, dont un HDR (personne habilitée à diriger des recherches) et un technicien.

Les moyens apportés par NXP et Presto Engineering sont un HDR, huit docteurs, dix ingénieurs et huit techniciens. L'effectif total consacré au LAMIPS par les entreprises mobilise 27 personnes mais représente en réalité 12 équivalents temps plein. Ces personnes sont réparties dans les deux blocs de compétences regroupant

les axes de recherches avec NXP et Presto Engineering. Il existe à cet égard un engagement de respect de la confidentialité.

Le laboratoire accueille par ailleurs dix doctorants (dont sept en début de thèse) et deux post-doctorants ainsi que quatre étudiants stagiaires par an.

Précisons qu'une entreprise comme IPDIA ne peut s'adresser au LAMIPS pour une analyse de défaillances sans la dimension "recherche". De telles demandes sont alors assurées par Presto.

Au sein du LAMIPS, la recherche partenariale et les collaborations scientifiques mobilisent, outre le CRISMAT, NXP et Presto Engineering, le Centre National d'Etudes Spatiales, l'IMS (Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système) de Bordeaux (thèses et projets en commun dans le domaine des tests de fiabilité), le Groupe Physique des Matériaux - équipe "électronique" de Rouen et l'ESIEE de Paris (des personnes de cette Ecole travaillent sur place au LAMIPS sur leurs activités de recherche).

Concernant les faits marquants, il faut relever que quatre chercheurs supplémentaires sont venus renforcer les moyens entre 2008 et 2010 : un professeur de l'Ecole d'ingénieurs généraliste en électronique de Cergy (ENSEA); deux chercheurs associés de l'ESIEE et un nouveau post-doctorant.

Le laboratoire est membre du Comité scientifique des Journées Nationales Micro-ondes et du Comité scientifique de l'European Microwave Conference en 2010 et est impliqué dans l'association ANADEF qui rassemble des industriels et des scientifiques concernés par les mécanismes de défaillance des composants électroniques et des assemblages. Les membres du laboratoire participent enfin à de nombreux jurys de thèses.

Concernant les moyens techniques, le LAMIPS bénéficie d'équipements très performants financés par le FEDER et le Conseil Régional. En 2010, le LAMIPS a mis en place dans le cadre du Contrat de Projets Etat Région (CPER) un plateau technique intégrant deux nouveaux équipements installés chez Presto Engineering.

Les principaux équipements sont :

- des équipements d'analyses de défaillances chez Presto Engineering (MEB, FIB, microscope acoustique -SAM-, Microscope à Force Atomique -AFM-, système d'ouverture de boîtier par ablation laser, Microscope à Emission de Photons),
- des équipements d'essais de stress électriques et environnementaux chez Presto Engineering,
- des équipements de caractérisation électrique (DC et hyperfréquences) chez NXP sur EffiScience,
- un banc caractérisation CEM (Compatibilité Electro Magnétique) jusqu'à 20GHz chez Presto Engineering depuis 2010,
- un banc interférométrique 3D ou Microscope Holographique (contrôle dimensionnel) chez Presto Engineering, acquis en 2010.

Dans le cadre du Contrat de Projets Etat Région (2007 - 2013) et du FEDER, les soutiens apportés sont de 360 000 euros pour la Région et de 230 000 euros au titre du FEDER.

Précisons que de nouveaux locaux du LAMIPS ont été aménagés sur EffiScience chez NXP en 2010.

Les objectifs affichés pour la période 2011-2014 portent sur :

- la poursuite du développement du laboratoire selon des axes stratégiques (projets ANR, réseaux d'excellence...) avec des échanges et des collaborations plus importants avec les chercheurs du CRISMAT,
- le renforcement de l'implication des chercheurs dans l'ensemble des projets,
- la volonté d'identifier et de stimuler les opportunités de publications et de brevets,
- la contribution à la structuration en région de la recherche en microélectronique,
- la multiplication par deux du nombre de chercheurs (Professeur, Maître de conférences, Chargé de recherche, Ingénieur de recherche, Ingénieur d'étude, Post-doc, ATER),
- la recherche d'autres sources de financement des doctorants (au-delà des seules thèses CIFRE comme actuellement) : bourses du Ministère, du CNRS, de la Région, etc.

S'agissant des projets d'équipements, le laboratoire porte un projet de banc de caractérisation non-linéaire paramètres X (coût de 500 Keuros) et d'un système de caractérisation en bruit dans les hautes fréquences 40 GHz - 80 GHz (coût de 600 Keuros). La participation en parallèle de NXP consisterait dans l'acquisition d'un équipement complémentaire.

Parmi les thématiques caractérisation, modélisation, conception et architecture de circuits et matériaux pour RF/HF avec NXP, les objectifs de recherche portent sur quatre axes dont certains intègrent des participations à des programmes nationaux et européens:

- architecture des systèmes de communication RF,
- caractérisation et modélisation HF,
- conception de circuits analogiques RF,
- thématique transversale CRISMAT - LAMIPS sur les nouveaux matériaux pour les applications RF.

Concernant la thématique des méthodes innovantes en caractérisation de matériaux, d'analyse et de fiabilité de systèmes microélectroniques avec Presto Engineering, les sujets de développement concernent :

- la caractérisation de matériaux et l'analyse de défaillances,
- la fiabilité et la caractérisation électrique.

En résumé, le LAMIPS est un exemple réussi de coopération entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, bien soutenu par la Région Basse Normandie et le FEDER. La structure est en outre totalement impliquée dans des projets labellisés par les pôles TES et MOV'EO. Les sujets de recherche ont des liens étroits avec des applications industrielles. Le laboratoire a permis d'accroître l'implication des industriels au niveau de la formation. Les travaux de recherche conduits ont des retombées pédagogiques sur la formation dispensée à l'ENSICAEN, ouvrant en outre des

possibilités de stages pour les élèves de la filière électronique et les formations de Master.

Il existe une forte volonté de diversification des domaines de recherche et des centres d'intérêt du LAMIPS avec un développement de nouvelles activités avec NXP autour de l'identification (NFC), les problématiques SSL (Solid State Lighting) en lien avec les LEDs et l'engagement dans un projet FUI (SESAME) avec Presto Engineering et un projet européen (PARSIMO) avec THALES. Citons également le projet d'organiser des Journées Nationales micro-ondes à Caen. Une telle manifestation pourrait être proposée.

II.2.3.2. Les compétences scientifiques et technologiques en microélectronique au sein des laboratoires universitaires bas-normands

Quatre laboratoires de l'Université de Caen et de l'ENSICAEN auxquels se greffent d'autres tutelles que sont le CNRS et/ou le CEA apparaissent au tout premier plan du fait des sujets traités en microélectronique : le CRISMAT, le GREYC, le LPC et le CIMAP. A ces laboratoires caennais, il convient d'ajouter une équipe du Laboratoire Universitaire de Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC) spécialisé dans les composants et les systèmes électroniques.

II.2.3.2.1. Le CRISMAT

Le Laboratoire de CRIstallographie et Sciences des MATériaux (CRISMAT) est une Unité Mixte de Recherche 6508 CNRS - Université de Caen - ENSICAEN dont les travaux sont axés sur la synthèse et l'étude de nouveaux matériaux à propriétés physiques particulières. Les axes de recherche du laboratoire sont transversaux puisqu'ils impliquent la participation de chercheurs de différentes disciplines. Pour la période 2012-2016, ces axes sont les matériaux pour l'énergie, les nouveaux matériaux, films minces et leur physique et enfin la recherche technologique (matériaux de structure, céramiques et microélectronique). Les thèmes de recherche sont regroupés autour de six équipes dont le LAMIPS.

Le laboratoire élabore de nouveaux composés oxydes à propriété électronique et/ou magnétique en complémentarité avec le CIMAP. Un axe concerne la recherche de nouveaux matériaux luminescents. Une partie des compétences est structurée avec le CNRT "Matériaux", aujourd'hui Unité Mixte de Service (UMS 3318) avec pour tutelles le CNRS, l'ENSICAEN, l'Université de Caen et l'Université du Havre.

Côté équipement, une salle de gravure (nanogravure d'oxydes) complémentaire des outils du GREYC a été financée dans le cadre du CPER et le plan de relance. Elle permet de graver des films minces dont des hétéro-structures déposées par ablation laser. La recherche de solutions tout oxyde compatible avec le silicium est un sujet d'échanges avec NXP.

Via l'Unité Mixte de Service CNRT "Matériaux", il existe des contacts avec une cinquantaine de PME. Si l'une d'entre elles a une problématique microélectronique, le relais est fait vers le LAMIPS.

Le CRISMAT intervient de façon répétée avec Presto Engineering sur les aspects fiabilité à l'aide des microscopes électroniques à transmission. A ce sujet, avec le CIMAP et le Groupe de Physique des Matériaux (GPM) de Rouen, le CRISMAT fait

partie de l'Institut de Recherche sur les Matériaux Avancés (IRMA), fédération normande de recherche (FR 3095 - CNRS/ENSICAEN/UCBN/Université de Rouen/INSA) qui s'intègre au réseau national de microscopie à transmission et sondes atomiques. A ce titre, les collaborations avec les industriels sont fortes dans le domaine des tests des composants. Avec la sonde atomique au GPM, un nouveau champ d'étude sur les semi-conducteurs a été ouvert qui concerne directement le secteur microélectronique car permettant de reconstituer le matériau en trois dimensions et de détecter les impuretés. Les industriels de la microélectronique se dotent actuellement de sondes atomiques tomographiques développées à Rouen dans le cadre d'un partenariat entre le GPM et la société CAMECA.

Avec NXP, la collaboration autour de la Radio Fréquence (RF) se renforce. Le développement des architectures RF est une thématique attractive puisque sur le plan académique, on enregistre actuellement 3 demandes de nouvelles entrées dans le LAMIPS.

Le CRISMAT est intégré au projet PRIIM (Projet de Réalisation et d'Innovation Industrielle de Microsystèmes hétérogènes) porté par IPDIA en lien avec OSEO : le LAAS à Toulouse et le LETI à Grenoble.

Le cœur de métier du laboratoire est en vérité plus près des activités d'IPDIA que de celles de NXP. Des composants RF sont réalisés à base d'oxydes et des thématiques en développement sur ce sujet sont prometteuses.

Le laboratoire a une démarche pluridisciplinaire en regroupant des chimistes, des physiciens et des spécialistes en ingénierie. Les compétences en caractérisation structurale sont également en lien avec la microélectronique. L'achat d'un microscope à transmission performant avec des options analytiques est envisagé pour 4 millions d'euros, équipement qui va permettre d'accéder à l'échelle atomique.

Citons également les travaux sur les micro-batteries qui ont donné lieu à une thèse avec NXP et les compétences uniques autour de la thermoélectricité avec le CNRT qui est reconnu comme le centre de ressources national dans ce domaine.

II.2.3.2.2. Le GREYC

Le Groupe de Recherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation de Caen (GREYC) est une Unité Mixte de Recherche (UMR 6072) de l'Université de Caen Basse Normandie et de l'ENSICAEN associé au CNRS. Les activités du GREYC sont centrées sur le domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. Ses thématiques couvrent les différentes branches de l'informatique et de l'intelligence artificielle, le traitement de signal et d'image, la sécurité informatique, l'automatique, l'électronique et les dispositifs.

Au sein du laboratoire, il existe une forte activité microélectronique historique, portée par l'équipe "Électronique" et développée en son temps avec la société Philips sur Caen. Cette activité perdure notamment en collaboration avec l'IMEC de Louvain (dans le cadre de la caractérisation des transistors de demain tels que les "Thin FET") et a été renforcée ces dernières années par le montage d'un plateau technique de caractérisation qui bénéficie du soutien, notamment, des pôles de compétitivité MOV'EO et TES et de Presto Engineering.

Ainsi, sur la base d'une longue expérience dans le domaine de la mesure à bas niveau de bruit, l'équipe "Electronique" (ex équipe "Instrumentation") se consacre à la conception et à l'instrumentation de composants et capteurs en vue d'applications principalement en bolométrie⁸⁶ et magnétométrie. Ses recherches portent soit sur l'amélioration des performances intrinsèques des dispositifs, soit sur l'optimisation de leur mise en œuvre, ceci en fonction de l'application visée et en vue d'accroître la sensibilité ou la dynamique des capteurs instrumentés (travail sur les composants d'avenir). Elle dispose d'une salle blanche et d'équipements de pointe pour la photolithographie permettant de travailler des matériaux jusqu'à la réalisation de composants, de dispositifs, de systèmes et de démonstrateurs. La compétence en EEA est le cœur de métier de cette équipe. Elle lui permet d'appréhender des études sur les dispositifs et les composants ainsi que leur mise en œuvre.

Forte de 15 permanents, l'équipe présente des compétences en micro-technologies et caractérisations physiques, qui lui permettent, soit de conduire des projets allant du dépôt du matériau jusqu'à l'instrumentation de capteurs, soit d'identifier les paramètres physiques ou géométriques à optimiser pour améliorer le composant ou le capteur étudié. Cette vue très large et pluridisciplinaire lui permet de répondre aux attentes industrielles par des études systémiques des diverses problématiques rencontrées. L'équipe est maintenant organisée en deux thèmes :

- "**Microcapteurs à base d'oxydes fonctionnels et bruit**", ce thème cherche à développer des microcapteurs en couches minces pour la réalisation de détecteurs de rayonnement ou de thermomètres, de composants (de type MEMS et NEMS sur silicium ou Spintronics planaires). Ce thème s'intéresse également au bruit basse fréquence dans les composants actifs et passifs semi-conducteurs ou manganites ;
- "**Magnétométrie**", ce thème vise à développer des magnétomètres à grande sensibilité et à grande dynamique les mieux adaptés à une application donnée. Y sont en particulier étudiés les capteurs à base de GMI (Giant MagnetImpedance), GMR (Giant MagnetoResistance) et ME (MagnétoElectrique).

Les collaborations de l'équipe sont très variées, avec des laboratoires locaux (LPC sur des aspects photolithogravure, CRISMAT sur la réalisation et la caractérisation de dispositifs, CIMAP sur des problématiques de caractérisation de composants microélectroniques, tels des diodes et des transistors, LUSAC dans l'analyse de défaillances des composants microélectroniques, CHU de Caen, CYCERON...), avec les pôles de compétitivité (TES, MOV'EO), avec des partenaires universitaires nationaux et internationaux (CEA, IEF d'Orsay, IETR de Rennes, IMEC, Ecole Polytechnique de Montréal, Université de Tuebingen, Université de Birmingham, Université de Rome, Virginia Tech...) et avec des industriels (AREVA INTERCONTROLE, CEGELEC, EADS, SNECMA, DASSAULT, ACTA, Orange Labs, NXP...).

Il est à noter que l'équipe participe actuellement à un très gros projet porté par la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), agence du Département de la Défense des Etats-Unis.

L'équipe "Electronique" est particulièrement ouverte aux collaborations avec le monde industriel mais celles-ci se heurtent toutefois à la problématique du temps

⁸⁶ Mesure de l'énergie rayonnante.

disponible des enseignants-chercheurs. Ce point rend parfois difficile le montage de projets au regard des attentes souvent immédiates des TPE et PME. Cela nécessite une dynamique à mettre en place sur la durée avec une méthodologie optimale pour tous mais également des moyens humains. En effet, il est difficile d'embaucher un ingénieur sur un projet de quelques mois. De plus, cela requiert des moyens matériels et des locaux à la hauteur de ces ambitions.

Il est à noter que le GREYC a amorcé des collaborations avec le LAMIPS, sans concrétisation actuellement. Des perspectives de collaborations avec Presto Engineering, notamment sur le test et la caractérisation de composants pour la localisation de défauts par voie magnétique, sont discutées.

L'équipe a accueilli un doctorant de NXP dans le cadre d'une recherche sur des micro-résonateurs MEMS. Ils devraient à terme remplacer les dispositifs à quartz dans des SiP et SoC.

Par ailleurs, grâce aux compétences en EEA, en Systèmes Embarqués et en Informatique du GREYC et celles en mécanique du Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme de l'Université de Caen, un nouveau projet de formation d'ingénieur en mécatronique est actuellement porté par l'ESIX de l'UCBN. Cette formation est attachée aux problématiques de la microélectronique de demain "More than Moore" qui sera indéniablement portée par des études systémiques et mécatroniques.

II.2.3.2.3. Le LPC

Unité Mixte de Recherche (UMR 6534), le Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen (LPC) relève de trois tutelles : le CNRS via l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3), l'Université de Caen Basse-Normandie et l'ENSICAEN. L'activité principale du laboratoire concerne la recherche fondamentale : il s'agit d'étudier les propriétés des forces à l'œuvre dans les noyaux atomiques afin de comprendre les mécanismes responsables de leur formation.

Au sein du LPC, le Service Electronique et Microélectronique (SEM) qui comprend 7 personnes exerce depuis quelques années ses compétences principalement dans les domaines de l'électronique analogique, la microélectronique et des domaines plus spécifiques tels que l'électronique de puissance et les Radio Fréquences (RF). Le service bénéficie du réseau des laboratoires de l'IN2P3. Les activités liées à la microélectronique concernent 3 ETP.

Sont conçus des composants jusqu'à la réalisation de prototypes de cartes électroniques et les tests associés. Ces compétences permettent au laboratoire de répondre aux besoins des physiciens et de faire de la veille technologique (R&D avancée). Il est fait appel à des sociétés sous-traitantes pour mettre les puces en boîtier (encapsulation). A réception de ce produit, un banc de test permet de caractériser les composants dans le laboratoire.

La technologie utilisée est assez ancienne (CMOS en 0,35 μm qui évoluera prochainement vers du 0,18 μm). De par sa maturité et sa standardisation au niveau de l'IN2P3, elle leur permet de réaliser rapidement de nouveaux composants avec une grande fiabilité. Les réalisations sont soumises à la fabrication par l'intermédiaire du CMP (Circuit Multi-Projets) centralisé à Grenoble qui permet de minimiser les coûts pour de faibles quantités de pièces.

La thématique privilégiée sur Caen qui en fait aussi sa spécificité au sein du réseau IN2P3 est la mesure du temps (développement de marqueurs de temps grande dynamique et haute résolution) ainsi que l'électronique bas bruit. En parallèle est réalisée de la R&D sur la mesure du temps haute résolution ainsi que sur des préamplificateurs de charge, en vue de répondre aux futurs besoins des expériences de physiques. De nouvelles architectures sont ainsi développées en mettant l'accent sur la simplicité de mise en œuvre de ces composants.

Depuis 2009, le groupe microélectronique possède sa propre licence du logiciel de CAO CADENCE (acquise par l'IN2P3) en plus de celles disponibles via l'ENSICAEN, permettant ainsi d'aborder avec efficacité le développement de circuits analogique-numérique complexes.

Au-delà de répondre à des besoins propres, les solutions développées par le SEM pourraient susciter l'intérêt des industriels.

II.2.3.2.4. Le CIMAP

Le Centre de recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique (CIMAP), Unité Mixte de Recherche CEA, CNRS, ENSICAEN et Université de Caen (UMR 6252) est un laboratoire de recherche pluridisciplinaire dont les objectifs scientifiques portent d'une part sur la matière excitée et les défauts et d'autre part, sur les matériaux et l'optique. Les activités du CIMAP sont centrées autour de trois missions :

- une activité de recherche dans les domaines de l'interaction ion - matière et de la relaxation des matériaux excités, des défauts dans les matériaux, les matériaux pour les lasers, la photonique et l'électronique ;
- une activité d'accueil des recherches interdisciplinaires auprès des faisceaux du Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL), gérée dans le cadre de la plateforme CIRIL ;
- une activité d'enseignement à l'Université de Caen et à l'ENSICAEN qui reste une mission primordiale pour les enseignants-chercheurs du CIMAP.

Le CIMAP est impliqué dans des travaux autour des matériaux semi-conducteurs et optique/optoélectronique à travers deux grandes activités. La première concerne les semi-conducteurs pour les diodes électroluminescentes. Il s'agit de comprendre les relations entre les propriétés structurales, défauts dans les matériaux et émission lumineuse. Le CIMAP est en la matière en contact avec IPDIA en vue notamment d'installer une machine de dépôt dans une salle blanche de la société. Les travaux conduits visent à comprendre les processus d'émission lumineuse avec la perspective de réaliser des diodes électroluminescentes qui couvrent tout le spectre du bleu au rouge. Le CIMAP pilote un réseau européen RAINBOW.

La seconde activité consiste à réaliser des dispositifs d'émission lumineuse laser en couche mince sur des systèmes compatibles CMOS. Ces recherches amont peuvent aboutir à des applications dans les télécommunications et les composants microélectroniques (pour les vidéoprojecteurs par exemple).

Les activités optoélectroniques mobilisent une dizaine de chercheurs.

Sur le plan détaillé, trois équipes du CIMAP sont particulièrement mobilisées sur ces sujets :

- "MATériaux, Défauts et IRadiation" (MADIR) dont une partie des travaux porte sur la caractérisation structurale et électronique des défauts de croissance des semiconducteurs pour l'optique ;
- "Nanostructures Intégrées pour la Microélectronique et la PHotonique" (NIMPH) dont l'objectif est la réalisation et la caractérisation de nanostructures compatibles avec la technologie du silicium sous forme de couches et de multicouches ayant des fonctionnalités innovantes dans le domaine de la microélectronique et la photonique ;
- "Matériaux et Instrumentation Laser" (MIL) dont les travaux portent sur l'élaboration et l'étude de nouveaux matériaux pour les lasers : cristallogenèse, caractérisation des états excités, réalisation de prototype laser. Cette équipe intervient en appui de l'équipe NIMPH en ce qui concerne la caractérisation fine des propriétés optiques.

II.2.3.2.5. L'Equipe "Composants et Systèmes Electroniques" du Laboratoire Universitaire de Sciences Appliquées de Cherbourg

Créé en 1994, le Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC), Equipe d'Accueil de l'Université de Caen Basse-Normandie (EA 4253), rassemble une vingtaine d'enseignants-chercheurs des différentes composantes scientifiques du site universitaire de Cherbourg-Octeville : IUT Cherbourg Manche, antenne de l'UFR Sciences et ESIX. Dans un esprit multidisciplinaire, il est aujourd'hui composé de trois groupes de recherche.

A l'heure actuelle, le groupe "Composants et Systèmes Electroniques" est au cœur de notre sujet d'étude. Son domaine de recherche est celui des dépôts de couches minces d'oxydes et des composants et systèmes électroniques. Les sujets d'études portent sur la croissance de couches minces d'oxydes et leur mise en forme en salle blanche ainsi que sur la fiabilité et le vieillissement de composants électroniques actifs, issus de différentes filières technologiques, allant jusqu'au suivi de systèmes électroniques de puissance. Elle bénéficie des outils et équipements avancés (parfois uniques) pour réaliser les dépôts de matériaux, gravure, motifs, alignements optiques, bancs de caractérisation. Citons par exemple, un spectromètre Raman, un diffractomètre RX, un microscope électronique à balayage, un profilomètre, des bancs de mesures électriques sous pointes en température - 200 / + 200°C, des étuves... Le laboratoire bénéficie également d'une salle "grise"⁸⁷.

Egalement, le groupe "Céramique, Capteurs Composants et Procédés"⁸⁸ conduit des recherches sur les céramiques pour l'électronique avec des travaux sur les composants passifs, capteurs et condensateurs. Les recherches conduites autant sur la composition diélectrique du condensateur que sur les contacts métalliques diélectriques sont des thématiques très importantes qui mobilisent depuis janvier 2009 le laboratoire dans le projet ANR CHEAPCOMPONENTS relatif à l'optimisation des propriétés et diminution du coût de composants diélectriques céramiques pour l'électronique. Ce projet collaboratif est conduit avec l'industriel TEMEX CERAMICS localisé à Pessac en

⁸⁷ Une salle dite "grise" n'atteint pas l'exigence requise par la salle blanche dont les paramètres répondent à la norme ISO 14644-1.

⁸⁸ Le troisième groupe du LUSAC concerne la thématique "Mécanique des Fluides et Rhéologie".

Gironde. Dans ce groupe sont également conduites des recherches sur les composants à résistance négative afin de réaliser des capteurs de température et d'humidité.

Les deux groupes travaillent en étroite collaboration. Par exemple, les "céramistes" fabriquent les cibles qui seront pulvérisées en couches minces par les "électroniciens". Les premiers élaborent des dispositifs sur des matériaux massifs, des travaux communs avec les seconds portent sur des procédés dits sol-gel⁸⁹ sur des couches épaisses, les études sur les couches minces étant en revanche du seul ressort du groupe "électronique". Les applications autour des capteurs sont la résultante de cette collaboration.

Pour l'activité autour du vieillissement de composants, le groupe électronique est impliqué dans un partenariat avec l'Institut d'Electronique et Microélectronique du Nord (IEMN) de Villeneuve d'Ascq qui fournit les composants qui seront soumis aux stress électrique et thermique.

Sont également réalisées des irradiations nucléaires à faible dose sur des composants dédiés aux hyperfréquences et des composants de puissance en partenariat avec l'Ecole Militaire des Applications Atomiques (EAMEA) de Cherbourg et l'antenne de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN) qui fournissent des sources radioactives dédiées à l'enseignement et à la recherche. Sur ce point, les essais préliminaires ont révélé que sur certains composants, on constatait une réelle dégradation alors que sur d'autres, on observait a contrario une amélioration de leurs performances. Deux publications ont été réalisées en 2010 et le LUSAC a été distingué par une revue électronique spécialisée pour ces travaux porteurs. Un projet ANR avec Lille et Bordeaux a même été envisagé mais la difficulté pour le LUSAC, Equipe d'Accueil non CNRS, était de porter un tel projet avec des partenaires davantage reconnus. Un projet de collaboration très prometteur initié entre le LUSAC, le GANIL et EADS n'a pas abouti du fait de décisions de restriction budgétaire au sein de cette société européenne.

Sur les aspects tests et caractérisation, des contacts locaux ont aussi été sollicités avec Presto Engineering par le biais du Pôle MOV'EO sans suite pour l'heure.

Notons également les fortes collaborations industrielles dans le cadre de ces travaux des groupes du LUSAC qui affichent une volonté de développer toute forme de partenariat dans le domaine de l'électronique. Les travaux sur la fiabilité des composants de puissance est d'ailleurs au cœur des attentes industrielles.

Concernant la thématique purement électronique, une thèse est en cours, financée par la Marine Nationale (EAMEA). Citons également une thèse CIFRE avec la société QUERTECH sur l'irradiation des polymères en vue de rendre conducteurs les polymères en surface.

Citons également les travaux du groupe "Composants et Systèmes Electroniques" autour de la problématique de stockage d'énergie notamment renouvelable (photovoltaïque, éolienne, pile à combustible) qui fait l'objet de collaborations avec des sociétés de la filière nautique (dont Allure Yachting) et de la filière automobile. Ce sujet fait appel à des compétences en lien avec notre présent sujet d'étude, les problématiques qui portent sur l'énergie nécessitant des collaborations sur l'aspect des

⁸⁹ Les procédés sol-gel permettent la production de matériaux vitreux sans recourir à la fusion.

composants. Dans le même esprit, les collaborations avec le secteur nucléaire intègrent des problématiques électroniques.

Sur les aspects électronique et composants, les partenariats locaux sont engagés avec le GREYC, le CRISMAT (dont le LAMIPS), le Laboratoire Catalyse et Spectroscopie (LCS), UMR 6506 CNRS Université de Caen ENSICAEN et le Groupe de Recherche en Electrotechnique et Automatique du Havre (GREAH).

2 professeurs et 5 maîtres de conférences sont rattachés au groupe électronique ainsi que 3 maîtres de conférence sur les aspects capteurs et matériaux.

Concernant la formation, des cours et modules en lien avec ces thématiques sont dispensés localement :

- au sein de l'IUT de Cherbourg-Manche dans les Départements "Génie Electrique et Informatique Industrielle" (GE2I) et "Génie Industriel et Maintenance (GIM) Développement Durable" ainsi que dans la licence professionnelle "Systèmes Automatisés et Réseaux Industriels en Environnement Contrôlé" (SARI),
- au sein de l'ESIX Normandie, la spécialité "Génie des Systèmes Industriels" et plus particulièrement l'option "production industrielle" qui intègre des problématiques microélectronique et électronique. En 2010, un stagiaire de l'ESIX était accueilli au sein d'IPDIA en vue d'étudier l'amélioration des flux de production en salle blanche.

Le LUSAC est aussi partenaire du Master Normand EEA et du projet de spécialité "Mécatronique et systèmes nomades" porté par l'ESIX.

Pour le prochain contrat quinquennal 2012-2016, dans une logique de multidisciplinarité, le LUSAC affichera une organisation, non plus basée sur des groupes de disciplines scientifiques bien identifiés comme actuellement (chimie, matériaux, EEA), mais élaborée autour de deux thématiques intitulées "Matériaux céramiques et composants électroniques" et "Systèmes énergétiques, écoulements et transferts". La thématique "Matériaux céramiques et composants électroniques" va regrouper les enseignants-chercheurs des deux groupes actuels précités. Sur la base des travaux déjà conduits, la thématique s'articulera autour de deux rubriques principales.

- "Composants isolants, céramiques diélectriques", les études visant l'optimisation des propriétés diélectriques et la diminution du coût de composants céramiques oxydes pour l'électronique,
- "Interactions composants – environnement" portant sur le développement de matériaux sensibles à l'humidité et/ou à la température et également à l'effet de certains rayonnements ionisants tel un flux neutronique. En lien avec cet aspect sera également étudié l'effet de rayonnements ionisants sur des transistors à effet de champ.

Dans le cadre du Contrat de Projets Etat-Région, est prévue la construction d'un nouveau bâtiment pour accueillir, dès 2012, le LUSAC et au sein duquel est prévue la construction d'une salle blanche qui sera utilisée pour les activités électroniques.

A moyen terme, le renouvellement d'équipements du LUSAC dans le domaine électronique serait à intégrer. Il y aurait également un besoin de matériels en gravure sèche des oxydes et banc de test.

II.2.3.2.6. Le GANIL et la mise en œuvre de systèmes électroniques complexes

Le GANIL est utilisateur, co-concepteur et prescripteur de solutions microélectroniques pour accompagner son travail de recherche fondamentale dans la détection et l'analyse des expériences de physique nucléaire. Le nombre de voies de mesures s'est considérablement multiplié ; lorsqu'une quinzaine de paramètres étaient mesurés lors des premières expériences du GANIL, c'est aujourd'hui plusieurs milliers de paramètres détectés grâce aux dispositifs microélectroniques.

Dans ce domaine, il est fait appel à de multiples compétences aux niveaux national et international dans le cadre d'une large collaboration.

Dans le cadre du projet SPIRAL 2, de nouveaux détecteurs seront ainsi mis au point qui devront intégrer beaucoup de microélectronique pour l'acquisition de données lors des expériences. Le défi est de numériser les données au plus près des détecteurs. Un cahier des charges est réalisé qui fait l'objet d'un échange constant entre physiciens et micro-électroniciens au niveau mondial. L'enjeu est de confronter les attentes des physiciens en termes de quantité, de qualité, de précision des prises de données face aux réalités des capacités de l'électronique dans cet environnement.

Localement, il existe une collaboration avec le LPC en la matière.

Au sein du GANIL, quelques personnes possèdent des compétences pointues en microélectronique mais ce domaine mobilise également une vingtaine d'autres salariés (chercheurs, ingénieurs, techniciens) pour leur mise en œuvre.

Rappelons enfin la dynamique du GANIL au sein de Normandie Incubation avec l'accueil sur son site de start-up comme GreenSystem, Biopic... qui ont un lien avec la microélectronique, et qui constituent un fort potentiel d'avenir pour cette filière.

De même que ses activités de prestations industrielles consacrées à la simulation du vieillissement de composants électroniques sous irradiation développées dans un chapitre précédent, le GANIL comprend de fortes compétences autour des applications qui sont de nature à se développer.

II.2.3.3. Les formations spécialisées microélectronique / électronique

II.2.3.3.1. Les formations "électronique" jusqu'au niveau IV

Recenser toutes les formations jusqu'au niveau IV dans une spécialité comme l'électronique n'est pas chose aisée car il n'existe pas de document unique répertoriant aujourd'hui ces formations de manière exhaustive.

Pour réaliser un inventaire, nous nous sommes notamment référés aux documents réalisés par le Conseil Régional dans le cadre de la carte des formations professionnelles et du Programme Prévisionnel d'Investissements dans les Lycées.

Le choix retenu a été de se limiter aux spécialités clairement affichées "Electronique" en élargissant au domaine de l'"Electrotechnique", même si les compétences requises ici s'éloignent plus sensiblement de notre thème d'étude. Cette dernière spécialité est en effet surtout centrée sur la distribution, l'utilisation et la maîtrise de l'énergie électrique (courants forts et courants faibles) dans les bâtiments domestiques, tertiaires et industriels. Du fait du champ très transversal de l'électronique, le lecteur pourra reprocher au rédacteur de n'avoir pas intégré d'autres

formations et spécialités qui, en partie, requièrent des compétences en électronique (comme les formations autour de l' "Energie" ou des "Systèmes d'Information Numérique" par exemple) mais le risque était alors de s'éloigner du cœur du sujet.

Les lycées bas-normands publics et privés sous contrat ont été sollicités pour connaître les spécialités et effectifs en présence en Basse-Normandie.

Le tableau en annexe n° 3 récapitule l'ensemble des formations recensées dans ces établissements.

Aucune formation de niveau inférieur au Baccalauréat Professionnel n'a été répertoriée dans les lycées bas-normands.

Le niveau **Baccalauréat Professionnel** est en effet concerné par deux thématiques.

La première qui est la plus proche de la présente étude concerne les "**Systèmes Electroniques Numériques**". Cette formation est dispensée, selon les établissements, avec une ou plusieurs spécialités parmi les suivantes : audiovisuel multimédia, audiovisuel professionnel, électrodomestique, électronique industrielle embarquée, sécurité alarme ou encore télécommunications et réseaux.

Elle forme des personnes aptes à préparer, installer, mettre en service ou encore assurer la maintenance de systèmes électroniques ou numériques.

Parmi les débouchés possibles, citons quelques exemples de métiers comme dépanneur en électroménager, installateur en télécommunications, monteur - câbleur, responsable de service après-vente, technicien de maintenance en informatique, technicien télécommunications et réseaux, etc.

En Basse-Normandie, 6 lycées (tous publics) - deux dans le Calvados, trois dans la Manche et un dans l'Orne - proposent ce Bac Pro en formation initiale (et notamment pour certains en apprentissage).

Le second Baccalauréat Professionnel, plus éloigné de la filière électronique, a pour thème "**Electrotechnique, Energie et Equipements Communicants**". Cette formation est largement plus répandue que la précédente puisqu'elle concerne 12 lycées publics et 3 lycées privés sous contrat de la région (voir tableau).

En dehors des lycées, ce Bac pro est aussi proposé par les Centres de Formation d'Apprentis en alternance. Tel est le cas par exemple, du CFA de l'Industrie du Calvados et de la Manche qui recensait pour l'année 2010-2011, un effectif de 38 personnes en formation en première année, 40 en seconde et 6 en troisième année.

Au cours de nos entretiens avec des entreprises de l'électronique et notamment celles qui recrutent des opérateurs dans le domaine de la conception et de l'intégration de cartes électroniques, certaines ont mis en avant les difficultés de trouver, parmi les bacheliers professionnels, des profils correspondant aux attentes. Il existerait, selon certains dirigeants, un décalage important entre l'enseignement dispensé et la réalité du métier, d'aucuns déplorant une dégradation du niveau Bac Pro et de l'insuffisance de compétences en termes de câblage.

Aux dires d'un industriel de l'électronique rencontré, 5 ans sont nécessaires pour mettre à niveau un Bac Pro au sein de l'entreprise.

Certains **Baccalauréats Sciences et Technologies Industrielles** (STI) avaient en 2010/2011 des spécialités "**Génie électronique**" et "**Génie électrotechnique**"⁹⁰. Notons que suite à la réforme du lycée appliquée depuis la rentrée 2011 pour les classes de Première, le Bac STI est remplacé par le Bac STI2D (Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable). Cette réforme va avoir des conséquences directes dès la rentrée 2011/2012 sur la poursuite ou non de cette thématique. Un exemple nous a ainsi été donné dans un établissement où les spécialités "Génie électronique" et "Génie électrotechnique" ont été remplacées par des spécialités "Energies et Environnement" et "Systèmes d'Information et numérique".

6 lycées publics et 1 lycée privé proposaient la spécialité "génie électronique" en 2010/2011. L'acquisition des connaissances portait essentiellement sur l'électronique analogique et numérique avec ses applications dans les domaines des télécommunications et réseaux ainsi que dans le secteur industriel. La quasi-totalité des jeunes qui choisissaient cette spécialité industrielle poursuivaient leurs études (essentiellement STS et IUT), ce qui ouvrait la voie à des fonctions très variées au cœur de l'entreprise : en bureau d'études, en fabrication et production, en maintenance, en marketing, dans les services commerciaux....

8 lycées publics et 1 lycée privé proposaient une spécialité "Génie électrotechnique" dont les compétences portent surtout sur les domaines de la mise en œuvre de systèmes automatisés, de l'informatique industrielle et de l'analyse et la mise en œuvre d'installations électriques dans les domaines industriels et domestiques. Là encore, les poursuites d'étude vers des STS ou IUT étaient majoritaires.

II.2.3.3.2. Les formations post-bac

Plusieurs formations d'enseignement supérieur actuelles ou en projet concernent la microélectronique et le secteur électronique en général. Comme l'électronique est un domaine de compétences très transversal, des modules ou des parties de formation sont intégrés dans certains cursus. Ce chapitre présente les principales filières supérieures techniques ou générales les plus concernées par le présent sujet d'étude.

➤ Les Sections de Techniciens Supérieurs

En 2010-2011, dans le cadre de la formation initiale, huit Sections de Techniciens Supérieurs (STS) concernaient l'électronique et l'électrotechnique en Basse-Normandie, réparties dans quatre lycées publics et un établissement privé sous contrat⁹¹.

La Section de Techniciens Supérieurs "**Systèmes électroniques**" est proposé dans trois établissements bas-normands :

- le Lycée Jules VERNE à Mondeville par apprentissage (41 élèves),
- le Lycée JOLLIOT de la MORANDIERE à Granville (39 élèves),

⁹⁰ Le baccalauréat STI propose sept spécialités relevant du génie industriel : génie mécanique, génie électronique, génie électrotechnique, génie civil, génie énergétique, génie des matériaux, génie optique.

⁹¹ Rectorat de l'Académie de Caen, Service des Etudes et de la Prospective et de l'Analyse de Gestion, Atlas de la Formation Initiale 2010-2011.

- l'Institut privé LEMONNIER à Caen (15 élèves).

Le champ technologique couvert par ce diplôme inclut les principales spécialités de l'électronique : télécommunications, systèmes de mesures-instrumentation, matériels grand public, automatismes.

Il s'adresse aux titulaires des Bac STI "génie électronique", Bac STI "génie électrotechnique" et Bac S.

Le programme de cette formation intègre l'électronique numérique et analogique, les langages de programmation, les techniques de télécommunications, l'informatique...

Les personnes titulaires du BTS "Systèmes électroniques" peuvent occuper un poste de technicien d'installation, de maintenance, d'intégration de matériels ou d'essais de prototypes.

Les débouchés professionnels concernent de nombreux secteurs tels que la construction électronique, les sociétés de service (maintenance électronique et informatique), les télécommunications, les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, de la construction électrique...

Cependant, environ un tiers des diplômés poursuivrait une formation complémentaire pour acquérir une spécialisation.

La STS "**Electrotechnique**" forme des spécialistes de l'étude, de la mise en œuvre, de l'utilisation et de la maintenance des équipements électriques et électroniques. Ces équipements, de plus en plus sophistiqués en raison de l'évolution des technologies de l'informatique et de l'électronique, peuvent faire intervenir des procédés d'hydraulique, de pneumatique, d'optique...

Le technicien supérieur peut exercer son activité dans différents secteurs tels que les équipements et le contrôle industriels, la production et la transformation de l'énergie, les automatismes et la gestion technique du bâtiment, le froid et l'agroalimentaire, ou les équipements publics. C'est en maintenance et en conseil technique que les emplois se développent le plus rapidement.

Cinq établissements proposent cette spécialité en Basse-Normandie en 2010-2011 :

- le lycée Jules VERNE à Mondeville (41 élèves),
- le lycée Paul CORNU à Lisieux (12 élèves),
- l'Institut privé LEMONNIER à Caen (23 élèves),
- le lycée JOLLIOT de la MORANDIERE à Granville (45 élèves),
- le lycée ALAIN à Alençon (17 élèves) - ouvert à l'apprentissage.

Ajoutons à ces formations initiales que le CFA de l'Industrie du Calvados et de la Manche ou le CFA de l'Orne (en lien avec le Lycée ALAIN) dispensent également le BTS Electrotechnique en alternance.

Le CFA de l'Industrie du Calvados et de la Manche propose également ce BTS qui affichait en 2010-2011 un effectif de 24 personnes en seconde année et 23 en seconde.

➤ *Les Départements d'IUT en lien avec la thématique "électronique"*

Le **Département "Mesures Physiques"** de l'IUT de Caen est au cœur des problématiques électroniques. Premier département à ouvrir en 1967, il fut même hébergé dans un premier temps dans les locaux de La Radiotechnique à Caen.

Il forme des techniciens supérieurs aptes à concevoir et mettre en œuvre les chaînes de mesures, mener l'exploitation des résultats de ces mesures et vérifier leur fiabilité. Le technicien supérieur "Mesures Physiques" répond à ces missions grâce à une formation pluridisciplinaire en sciences fondée sur de solides connaissances scientifiques en physique, en chimie et matériaux, en mathématiques et statistiques, en métrologie, en électronique et électrotechnique, en automatique et en informatique. Il bénéficie d'une grande pratique des techniques de laboratoire, de la réalisation de projets et d'un stage en entreprise.

Le Département comprend plus de 250 étudiants et 1 800 heures de formation.

Le DUT "Mesures Physiques" dispense deux spécialités :

- Techniques Instrumentales (TI), où l'accent est mis sur l'électronique, l'informatique et l'instrumentation, c'est à dire la réalisation et le pilotage de chaîne de mesures ;
- Matériaux et Contrôles Physico-Chimiques (MCPC), où prédominent l'élaboration et la caractérisation des matériaux, ainsi que les techniques d'analyses. A l'IUT de Caen, cette option offre aussi un enseignement spécifique d'instrumentation nucléaire et de la radioprotection.

Il existe un tronc commun en première année et plus d'un tiers de tronc commun en deuxième année.

Les enseignements portant sur l'électronique concernent l'électrocinétique, l'électronique analogique, les convertisseurs, les modulations... Ils démarrent par l'acquisition des bases et pré-requis jusqu'à l'approche système, l'instrumentation et la mise en œuvre de capteurs. Ces enseignements permettent d'acquérir une très bonne connaissance de la chaîne instrumentale ainsi que sur les matériaux et leur caractérisation.

Les élèves du DUT ont principalement pour origine le Bac S et secondairement les Bac STI et Bac Pro (en progression conformément aux attentes nationales) avec davantage de difficultés de niveau.

Il convient d'insister sur l'importance des stages en entreprises. Pour la filière microélectronique, on peut citer pour 2011 quelques exemples :

- NXP - "Développement d'un système d'automatisation des mesures pour un banc de validation et de caractérisation de modules d'alimentation électrique pour appareils d'éclairage à LEDs" ;
- Presto Engineering - "Réalisation d'essais pour déterminer précisément les vitesses de gravure des diélectriques pour différents procédés semi-conducteurs (BiCMOS, CMOS, Passifs Intégrés,...) et des essais de process par polissage sur des équipements ASAP" ;
- IPDIA - "Réduction de la consommation d'énergie par l'optimisation de la climatisation de la salle blanche" ;
- IPDIA - "Mise en place et automatisation d'appareils de mesures électriques" ;

- IPDIA - "Caractérisation physico-chimique et optimisation des méthodes de qualification des couches métalliques dans les circuits intégrés" ;
- etc.

70 % des élèves poursuivent leurs études vers des licences (dont licences professionnelles à hauteur de 10 à 20 %) ou en écoles d'ingénieurs telles l'INSA et l'ENSICAEN. Ces dernières accueillent chaque année environ une vingtaine de diplômés de "Mesures Physiques" formés à Caen. Actuellement, environ 45 % des élèves de la promotion poursuivent leurs études en écoles d'ingénieurs et même plus de 55 % si on y inclut l'alternance rémunérée dans le cadre d'un emploi-formation. La part des poursuites d'études vers les licences professionnelles et écoles d'ingénieurs est assez exceptionnelle sur Caen.

Concernant les débouchés professionnels en niveau III - technicien, 96 % des diplômés sont en emploi à 30 mois.

Les secteurs d'activités concernent les études, recherche et développement (44 % des diplômés) ; les techniques-méthodes (13 %) ; la qualité (16 %) ; la production (10 %) ; la maintenance (7 %) et la formation (5 %).

Le Département "**Génie Electrique et Informatique Industrielle**" (GE2I) de l'IUT Cherbourg-Manche propose, sur le site de Cherbourg-Octeville, des compétences matérielles et logicielles qui permettent de former des techniciens supérieurs en électronique et en informatique industrielle. Ceux-ci sont appelés à collaborer directement avec les ingénieurs et interviennent dans des domaines professionnels tels que :

- l'automatisation et le contrôle des processus industriels,
- l'implantation, la gestion et la maintenance des réseaux industriels, réseaux de terrain et réseaux informatiques,
- l'électronique embarquée (avionique, robotique, etc.),
- l'instrumentation,
- la conception, la réalisation et la programmation de cartes électroniques.

Au sein de la formation, l'Unité d'Enseignement en Génie Electrique intègre les compétences en électricité générale, en électrotechnique - électronique de puissance et en électronique.

On relèvera que depuis septembre 2009, les étudiants de seconde année sont initiés à la production d'électricité utilisant les énergies renouvelables (solaire, éolien et hydraulique).

En 2010/2011, 76 élèves étaient inscrits dans ce département (41 en première année et 35 en seconde).

➤ *Les Licences de l'Université de Caen Basse-Normandie*

Au sein de l'IUT de Caen, la **Licence Professionnelle Microcircuits, Cartes et Applications** (MCA) est une formation qui se positionne en amont de la microélectronique. Elle vise à former des cadres intermédiaires (emplois de niveau II) à

la spécification, la conception, la programmation et la gestion de microcircuits incorporés dans des objets mobiles, au premier rang desquels figurent les cartes à puce et leur environnement (terminaux, réseaux...) ainsi que les systèmes embarqués. Les applications industrielles visées concernent la monétique, les réseaux bancaires, les systèmes d'identification, les télécommunications. Ouvert récemment à la formation par alternance, ce diplôme qui s'inscrit dans un cadre régional de développement est porté par le pôle de compétitivité "Transactions Electroniques Sécurisées". Cette formation reste unique en France et compte une promotion annuelle de l'ordre de 15 à 25 étudiants.

Les compétences acquises portent sur :

- l'acquisition des méthodes utilisées dans le développement des systèmes embarqués (langages et normes),
- la maîtrise des principes fondamentaux de la téléinformatique (protocoles, codes d'erreur, etc.),
- les connaissances de base en technologie de la carte à puce (conception, fabrication, utilisation),
- les applications de la carte dans les domaines des télécommunications, de la monétique, de la banque et de la santé.

Les développements technologiques de demain (notamment les technologies du sans-contact dont le NFC) sont au cœur des travaux pratiques de la formation.

La formation intègre un stage de 15 semaines (avec des entreprises régionales - telles la société FIME et les entreprises locales du Pôle TES, nationales et internationales).

On relèvera les nombreuses poursuites d'études à l'ENSICAEN (formation "monétique" par alternance) qui concernent 4 à 6 élèves chaque année.

La formation a bénéficié de la note "A" à l'occasion de la toute dernière évaluation AERES en 2011.

La Licence "Sciences et Technologie" de l'UFR Sciences de l'Université de Caen est une licence généraliste organisée en 6 semestres dont l'une des mentions "sciences pour l'ingénieur" intègre des enseignements en lien avec la (micro)électronique.

Dans le cadre du prochain Plan Quinquennal de l'Université de Caen 2012-2016, la formation intégrera sur les quatre premiers semestres un parcours commun "Electronique, Mécanique et Informatique Industrielle" avec 150 heures de spécialisation dès la deuxième année comprenant la mutualisation d'enseignements avec la mention "informatique".

Le niveau L3 est divisé en deux parcours distincts, à savoir :

- un parcours électronique et informatique industrielle⁹²,
- un parcours mécanique.

⁹² L'informatique embarquée dédiée au Système. Pour programmer ou implémenter des puces électroniques par exemple, des compétences en informatique industrielle sont mobilisées de même que pour la conversion des signaux de l'analogique au numérique.

Soulignons qu'au sein des sciences pour l'ingénieur, il existe un vrai point commun qui repose sur la notion de "Système" valable tant pour l'informatique, l'EEA (Electronique, l'Electrotechnique Automatique) et la mécanique.

La construction de cette licence s'est donnée pour objectif de donner un bagage de culture scientifique le plus large possible en chimie, optique, thermodynamique, maîtrise de la physique liée aux sciences pour l'ingénieur et, en même temps, une formation technique en électronique et informatique industrielle. Cette volonté s'inscrit explicitement dans la dynamique "More than Moore" qui consiste, rappelons-le, à vouloir associer sur une puce des fonctions annexes comme des capteurs. Ces savoir-faire font appel à une culture scientifique pluridisciplinaire.

50 élèves sont attendus en L1/L2 dans sa future formule.

Avec 1 700 heures de cours sur 3 années (cours magistraux, travaux dirigés, travaux pratiques et projet), la formation ouvre la voie à une poursuite d'étude en Master ou en école d'ingénieurs.

Au sein de la licence, l'électronique/microélectronique est abordée à tous les niveaux :

- en première année sont dispensés des enseignements d'électronique, de mécanique et d'informatique industrielle, de "mécatronique", de "circuit" et d'"électrocinétique" ;
- en seconde année, des enseignements en "électronique analogique" (spécificité historique locale forte) et "capteurs" sont prévus ;
- en troisième année, sont intégrés des enseignements en "composants et microélectronique", "microtechnologie" et "électronique et circuits" et "introduction aux hyperfréquences".

En résumé, l'électronique est présente à tous les niveaux de la Licence : des généralités vers des enseignements pointus (microtechnologie, hyperfréquence appliquée aux signaux électriques) totalisent 372 heures soit 22 % de la formation. Elle comprend 30 % de travaux pratiques. Il convient notamment d'insister sur l'importance des formations autour de l'électronique analogique. Les compétences en électronique analogique sont de moins en moins développées dans le monde, y compris aux USA qui ont recours, dans le cadre de contrats avec l'Université de Caen Basse-Normandie, aux formations et compétences dispensées sur Caen en complémentarité des travaux de recherche portés par le GREYC. Il est important de conserver ce type de formations associées à des stratégies locales fortes.

Le recrutement des élèves est large sachant que de nombreuses formations en électronique en licence à Rouen ont disparu du cursus universitaire. Du coup, le profil des effectifs d'élèves est loin d'être pyramidal, ce qui n'est pas sans poser des difficultés, dans une structure où l'on agrège des compétences -les meilleurs étudiants partent en formation d'ingénieurs-, pour stabiliser une formation construite.

➤ *Le Master Normand EEOA*

Au niveau Bac + 5, le **Master Normand "Electronique, Electrotechnique, Ondes"⁹³, Automatique** (EEOA), dans sa version du contrat quinquennal 2012-2016

⁹³ Par rapport à la formation existante, les aspects "Ondes" ont été ajoutés et mobilisent le site du Havre.

est porté par les Universités Normandes sur les sites de Caen, Le Havre, Cherbourg et Rouen. Ce diplôme organisé à l'échelle normande permet de fédérer les acteurs de l'EEA en Normandie autour d'une offre collective de formation co-habillée dans cette thématique. Elle permet d'englober en M1 un tronc commun sur les deux sites de Caen et du Havre (2 x 40 étudiants) et des spécialités de M2 sur chacun des sites concernés (4 x 20 étudiants), à savoir :

- Automatique et Informatique Industrielle (Caen) ;
- Electronique & Ondes qui comprend deux spécialités "Bruit, Capteur, microélectronique" (Caen) et "Ondes" (Le Havre) ;
- Systèmes Energétiques Electriques (Le Havre) ;
- Sûreté de Fonctionnement des Systèmes Industriels (Le Havre).

Dans la structuration et la fédération des activités de l'EEA en région, il a été souhaité, par les acteurs normands du domaine, de porter conjointement sur la période 2012-2016 un projet de Master regroupant leurs activités. L'objectif est multiple, il doit permettre :

- de clarifier et d'harmoniser l'offre de formation EEA en Normandie,
- de resserrer l'offre de formation régionale,
- de renforcer la lisibilité des parcours,
- d'offrir aux étudiants quatre spécialités en cohérence avec les évolutions du tissu économique régional et national et les attentes du monde industriel, pôles de compétitivité et acteurs du développement économique.

Les Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) interagissent dans bon nombre de domaines dont celui de la micro et de la nanoélectronique.

Les enseignements de base sont portés en M1.

En M2, dans la spécialité "Electronique et Ondes", le parcours "Bruit, Capteur, Microélectronique" vise à former des cadres possédant une spécialisation en Electronique, Microélectronique, Instrumentation à faible niveau de bruit (spécificité caennaise portée par l'équipe Electronique du GREYC) et en onde acoustique appliquée, notamment au contrôle non destructif (spécificité havraise pour la partie "Ultrasons" et caennaise pour la partie "Courant de Foucault"). Précisons que les unités d'enseignement généralistes sont mutualisées sur chacun des sites avec d'autres Masters, les formations plus spécifiques sont faites à Caen et au Havre (déplacement des enseignants).

Les compétences professionnelles qui regroupent les quatre spécialités précitées sont très étendues et portent, par exemple, sur :

- le développement et le pilotage d'applications en informatiques industrielles réparties, temps-réel et embarquées, y compris dans des domaines soumis à la certification ;
- la conception et la mise au point de systèmes de mesure, de régulation et d'automatisation ;
- la conception et la mise en œuvre opérationnelle, le suivi et l'évaluation des performances de systèmes de contrôle-commande ;

- la réalisation de systèmes de mesure à très faible bruit (et donc à très faible résolution) depuis les techniques de réalisation du capteur jusqu'au conditionnement des signaux de très faibles niveaux ;
- la connaissance autour des composants actifs actuels et futurs ainsi que les techniques de caractérisation de leurs performances ;
- la conception et la mise en place d'un système de contrôle non-destructif (CND) dans les aspects matériels et logiciels (échographie, imagerie médicale, Instrumentation acoustique...)
- etc.

Les compétences concernent en vérité tout le spectre de la microélectronique, des travaux en salle blanche jusqu'au développement d'un système.

Les débouchés des deux spécialités concernent tous les métiers de l'ingénierie, de l'expertise et du conseil, la R&D tant en laboratoire public qu'en entreprise, la microélectronique, l'électronique, l'électrotechnique, l'informatique industrielle, l'automatisme, le contrôle non destructif, la sécurité des systèmes, les systèmes énergétiques, etc.

Les diverses enquêtes révèlent que 80 à 100 % des diplômés trouvent un emploi dans les 3 à 6 mois.

Il existe un véritable défi autour des composants de puissance notamment dans le domaine du développement des moteurs électriques qui nécessite en la matière des efforts de R&D. A ce sujet, dans le cadre de projets développés en région, toute la partie métiers, formations et recherches en EEA est occultée dans les projets autour de l'énergie en général. En effet, on oublie trop souvent le fait qu'il ne suffit pas de produire l'énergie mais aussi et surtout de la traiter. Et le traitement d'énergie de puissance mobilise les aspects "Systèmes" au cœur des compétences fortes et pluridisciplinaires en EEA en région. Dans l'automobile par exemple, tous les aspects d'économie d'énergie font appel à des compétences pointues en optimisation des rendements, capteurs et donc prise en compte du système, compétences qui sont encore présentes en région. Le risque est ainsi grand de perdre ces savoir-faire et compétences fortes en Basse-Normandie faute de reconnaissance suffisante et de prise en considération dans les projets en cours.

La notion de Système et d'Electronique en général a été totalement occultée au profit de la thématique plus en amont des Matériaux (exemple du Pôle MOV'EO en région). Or, il apparaît nécessaire, selon les responsables de la formation, de disposer de toute la chaîne de compétences dans un esprit pluridisciplinaire pour répondre aux besoins et aux attentes actuels et futurs des industriels qui aspirent à disposer de systèmes viables et industrialisables. Cela ouvre des marchés émergents stratégiques et considérables qui demandent un investissement cohérent dans le moyen et le long termes.

Soulignons que cette formation a bénéficié de la note "A" à l'occasion de la toute dernière évaluation de l'Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES) en 2011.

Toutes ces formations des premières années universitaires jusqu'aux niveaux Bac + 5 sont adossées à des laboratoires universitaires normands et notamment 4 principaux pour les problématiques EEA : le GREYC à Caen, le LOMC (Laboratoire Ondes et Milieux Complexes) au Havre, le GREAH (Groupe de Recherche en Electrotechnique et Automatique du Havre), le LUSAC (Laboratoire Universitaire des Sciences Appliqués de Cherbourg), auxquels on peut ajouter dans une complémentarité, le CRISMAT à Caen et le GPM (Groupe de Physique des Matériaux) à Rouen. Il faut enfin insister sur l'importance du partenariat avec les entreprises (comme NXP).

➤ *La Majeure MSC "Microélectronique et Systèmes de Communication" de l'ENSICAEN*

En tant que Grande Ecole Nationale, l'ENSICAEN délivre des diplômes d'ingénieurs par spécialité donnant le grade de Master. Chacune des cinq spécialités : "Electronique et Physique Appliquée", "Informatique", "Matériaux et Chimie", "Mécanique et Génie des Matériaux", "Génie Industriel" est habilitée par la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI).

La spécialité "**Electronique et Physique Appliquée**" est constituée de quatre Majeures dont l'une a pour thème "**Microélectronique et Systèmes de Communications**" (MSC)⁹⁴. Après une première année commune d'enseignements généraux, les élèves choisissent une spécialisation sur deux ans parmi les 4 majeures. Le présent sujet d'étude s'intéresse donc uniquement à la Majeure MSC.

En 2008/2009, face à un contexte évolutif, créé par les effets économiques d'une politique industrielle globalisée, une réflexion portant sur les perspectives d'adaptation de la formation de la majeure MSC, en vue de développer son attractivité et répondre aux exigences du marché du travail, s'avérait nécessaire. Dans cette optique, une équipe de travail formée d'enseignants de l'école et d'ingénieurs de l'industrie de la microélectronique et des systèmes de communication s'est constituée pour définir un programme d'enseignement qui réponde au mieux à ces nouvelles exigences. Il s'agissait d'assurer une formation digne des plus grandes écoles d'électronique françaises en s'appuyant sur les compétences existantes des spécialités locales en conception analogique basse fréquence et Radio Fréquence (RF) au niveau transistor, et en architecture des systèmes de communication.

L'analyse de la situation mettait en lumière que l'essor des objets communicants allait s'accroître pour s'imposer à l'industrie de la microélectronique et qu'il fallait anticiper cet événement pour assurer l'avenir des élèves et, ainsi, donner une place plus importante à l'enseignement des systèmes de communication et à la conception analogique RF au niveau transistor. D'autre part, la mondialisation et ses effets immédiats, à savoir la nouvelle répartition géographique des productions dans le monde, imposant le départ des unités de fabrications (ou "fabs") pour l'Asie et le recentrage en Europe vers des structures de recherche et développement (ou "fabless") oblige l'industrie européenne à s'orienter vers la fabrication de produits à haute valeur ajoutée afin de sauvegarder sa pérennité et conserver sa place sur le marché. Cette condition vitale pour l'industrie de la microélectronique et des systèmes de

⁹⁴ Les autres Majeures de la spécialité sont "Signal, Automatique et Télécommunication", "Génie Nucléaire" et "Instrumentation Avancée".

communication va avoir comme conséquence d'imposer un niveau d'excellence dans le recrutement et donc dans la formation d'ingénieurs afin de répondre aux nouvelles exigences du marché. Dans ce contexte, l'enseignement assuré à l'ENSICAEN a été adapté afin de répondre à ces nouveaux besoins et tirer profit de cette nouvelle donne. Ainsi la formation est restée très appréciée du monde industriel car les entreprises ont généralement du mal à recruter de bons ingénieurs en électronique analogique ayant des compétences RF.

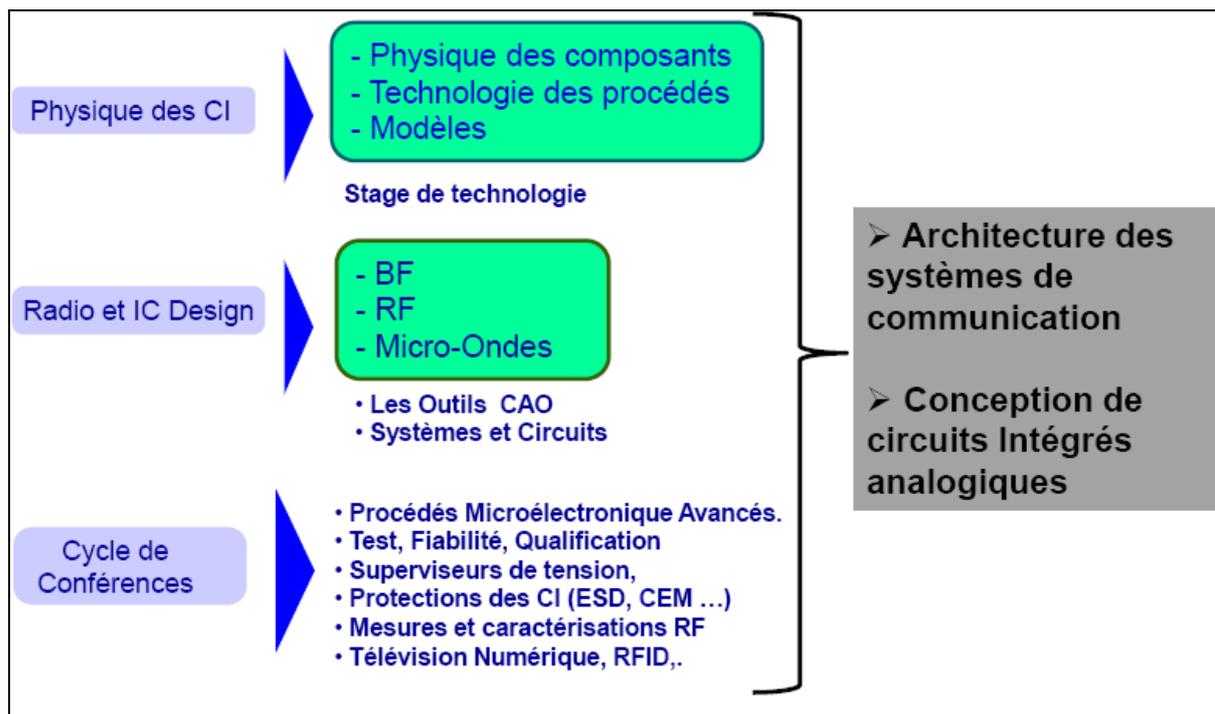
L'objectif de la formation proposée consiste à :

- répondre aux attentes des industriels et faciliter l'accès au marché du travail,
- offrir les possibilités d'une réelle adaptabilité à tous les corps de métiers qui constituent l'industrie de l'électronique,
- offrir une spécialisation qui couvre un large spectre de connaissances et qui ne conduit pas au cloisonnement de carrière,
- s'inscrire dans l'avenir en faisant évoluer la formation vers les métiers de demain (les communications par satellite, les applications radars, objets communicants...).

La majeure MSC s'identifie comme une formation pérenne et pluridisciplinaire. Le contenu de son enseignement est résumé sous forme d'organigramme - cf. ci-dessous. Il comprend un ensemble d'enseignements traitant :

- de la physique des composants intégrés, de la technologie des procédés de fabrication, des modèles électriques donnant le fonctionnement des composants monolithiques. Cet enseignement est complété par un stage en salle blanche.
- de la conception des circuits intégrés analogiques tant basse fréquence (BF) que RF et micro-ondes. La conception concerne autant l'architecture des systèmes que les blocs élémentaires au niveau transistor.

Cet enseignement est complété par un cycle de conférences couvrant plusieurs domaines, en relation avec les métiers de la microélectronique et des systèmes de communication.



Le contenu de l'enseignement de la Majeure MSC

Source : ENSICAEN

Concernant l'encadrement pédagogique, l'équipe enseignante de la Majeure MSC est constituée d'enseignants locaux (9 personnes) mais également extérieurs tels un professeur de l'ESIEE (Paris). Interviennent également des professionnels essentiellement de NXP (17 personnes) mais également de THALES (1 personne).

Les élèves vont en stage dans les plus grandes sociétés françaises comme THALES, NXP Semiconductors, STMicroelectronics, Freescale, ST-Ericsson, ainsi que les grands laboratoires CEA Saclay et CEA LETI (Grenoble).

Bien que l'enseignement ait été élaboré pour offrir aux élèves une formation permettant d'être au mieux protégé contre les fluctuations du marché de l'emploi dans les domaines de la microélectronique et de la radiocommunication, la formation reste, malgré tout, victime des rumeurs circulant sur la crise du marché de l'emploi dans ce secteur, ce qui a pour conséquence de faire fortement fluctuer les effectifs inscrits à cette Majeure. Par exemple, l'effectif 2009/2010 était tombé à 5 élèves. Il est remonté en 2010/2011 à 10 élèves, mais cela reste faible, comparé aux effectifs antérieurs (plus d'une vingtaine il y a quelques années encore, 32 élèves en 2002 par exemple). En définitive, l'impact du contexte économique a pesé lourd dans la décision d'orientation des élèves. Outre le contexte économique, la formation souffrait également d'un manque de visibilité dans les enseignements de tronc commun de première année :

- relativement peu de cours en relation avec la culture de la microélectronique ou de l'électronique des circuits intégrés ;
- aucun contact des enseignants de la Majeure MSC avec les élèves de première année du fait de l'absence d'enseignants en microélectronique assurant des cours de tronc commun comme c'est le cas dans les autres Majeures.

Par ailleurs, le seul cours d'électronique analogique qui pourrait préparer à la majeure MSC traite de l'électronique des circuits discrets et prépare plus à l'électronique d'instrumentation et au métier d'ingénieur d'application qu'à l'électronique des circuits intégrés.

Ce manque de visibilité a pour conséquence d'induire un gap entre ce que les élèves sont sensés connaître à l'entrée en deuxième année MSC et leurs acquis réels. Pour pallier ce handicap, est organisée, depuis deux ans, une semaine de remise à niveau pour permettre aux élèves qui intègrent la Majeure MSC de démarrer l'année correctement.

Enfin, l'attractivité de la Majeure MSC souffre d'un manque de communication sur les perspectives et débouchés réels offerts.

Malgré ces difficultés, les choix de formations contribuent néanmoins à donner une très bonne réputation de l'école dans le monde industriel. Les résultats de l'enquête sur l'insertion des élèves diplômés révèlent à cet égard des chiffres très encourageants. Ainsi, pour la promotion 2009 qui comprenait 11 élèves :

- 9 ont une activité professionnelle,
- 1 diplômé poursuit ses études hors thèse MBA, Mastère,
- 1 est en thèse,
- aucun en recherche d'emploi.

Deux élèves de cette promotion travaillent à l'étranger (Allemagne et Pays-Bas). Le temps de recherche d'emploi a été inférieur à 2 mois pour 4 des 9 élèves.

De même, pour la promotion 2010, comprenant 13 élèves :

- 6 ont une activité professionnelle,
- 2 poursuivent des études hors thèse MBA, Mastère,
- 4 sont en thèse
- 1 sans activité (par choix)
- aucun en recherche d'emploi.

Un élève de cette promotion travaille à l'étranger (Suisse). Le temps de recherche d'emploi a été inférieur à 2 mois pour 4 des 6 élèves concernés.

Les domaines d'emploi concernent essentiellement des activités en lien avec la R&D et les études techniques. Le salaire moyen est d'environ 35 000 euros par an.

Sur le plan stratégique, l'ENSICAEN affiche la volonté de pérenniser et de conforter la Majeure "Microélectronique et Systèmes de Communication". La marge de progression reste forte en termes d'attractivité et de rayonnement.

Depuis la rencontre avec les responsables de l'ENSICAEN concernés, début 2011, des avancées notables sont à relever comme la création d'un cours d'introduction à la microélectronique en première année de la Majeure à partir de la rentrée 2011/2012 ou encore la tenue d'une ou de deux conférences organisées annuellement pour présenter aux élèves les métiers de la microélectronique.

L'échec du Mastère spécialisé MINSYS

Le Mastère spécialisé "Microelectronics System Design and Technology" (MINSYS) fut proposé par l'ENSICAEN entre 2007 et 2008 en partenariat avec l'ESIEE, l'ENSEIRB, l'ISEN, Polytech'Nantes et l'Ecole supérieure d'ingénieurs en génie électrique pour répondre aux exigences de la progression de la miniaturisation en microélectronique.

Cette formation de 600 heures portait sur les systèmes complexes fortement intégrés depuis les aspects de design jusqu'à la conception des produits finis. "System-on-Chip", "System-in-Package", effets de couplages, coexistence Radio Fréquence analogique et numérique...

Le soutien de cinq industriels dont Philips Semi-conducteurs et du Conseil Régional de Basse-Normandie fut sans faille à l'époque. Philips Semi-conducteurs avait d'ailleurs mis à la disposition de l'enseignement un pavillon de 100 m² rue de la Girafe près du poste de l'accueil du site industriel.

Les effectifs furent de 4 élèves la première année et de 3 la seconde. Ce diplôme de Bac + 6 était difficile à faire vivre dans un contexte de crise. Il a permis de faire monter en compétences certains cadres de Philips mais une fois cette mission terminée, il n'y avait pas de vivier extérieur intéressé.

L'objectif affiché à terme était pourtant d'installer cette formation sur EffiScience associée à un plateau technique et pédagogique pour lesquels des entreprises souhaitaient être partenaires. En complément du Mastère, des formations continues auraient pu s'agréger ainsi que d'autres services en lien avec les besoins des entreprises.

➤ *Le projet d'ouverture d'une spécialité "Mécatronique et systèmes nomades" à l'ESIX Normandie*

L'ESIX Normandie est une école d'ingénieurs de l'Université de Caen Basse-Normandie multi-sites Caen, Cherbourg et Saint-Lô qui propose aujourd'hui deux spécialités de formation d'ingénieurs habilitées par la Commission des Titres d'Ingénieur : ingénieurs en agroalimentaire (Saint-Lô et Caen) et ingénieurs en génie des systèmes industriels (Cherbourg).

Un dossier de demande d'ouverture d'une spécialité "Mécatronique et Systèmes Nomades" à l'ESIX Normandie a été examiné par la Commission des Titres d'Ingénieurs (CTI) en juin 2010. Bien que la CTI ait reconnu la qualité du dossier et de son portage scientifique et industrielle, le projet n'a pour l'heure pas été habilité essentiellement du fait des nombreuses évolutions liées à la transformation de l'Ecole d'Ingénieurs de Cherbourg (EIC) en ESIX et des nombreux autres dossiers examinés par la CTI sur la période considérée (7 dossiers de candidature pour habilitation examinés). Il y a une volonté de stabiliser les formations existantes avec une volonté forte de présenter une nouvelle fois le dossier. Cette étape pourrait intervenir d'ici à mi-2012.

Cette spécialité a pour objectif de former des ingénieurs "Systèmes" alliant des compétences en modélisation mécanique, informatique industrielle et informatique de haut niveau, notamment pour le développement de systèmes embarqués intégrant la mécatronique et le nomadisme. Ces ingénieurs interviendront notamment en conception ou en recherche et/ou en développement.

Au plan détaillé, le système embarqué est un système électronique et informatique autonome aux ressources généralement limitées (s'inscrivent, dans ce cadre,

l'électronique de bord, les systèmes d'injection électronique...). De plus en plus petits du fait des progrès de l'informatique et de plus en plus autonomes, ces systèmes mécatroniques sont à la convergence de la mécanique (tel les MEMS), de l'électronique et microélectronique, de l'informatique industrielle, du traitement du signal (exemple des instruments de mesure, des automates et lignes de production) et des systèmes nomades et répartis (exemple du mobile, des objets communicants, des flottes de robots...).

L'intérêt de cette convergence permet de prendre en compte à la fois les aspects mécaniques, intelligence embarquée et mobilité, au fondement même de la mécatronique. Cette discipline permet ainsi d'accéder à des systèmes en microélectronique à très haute valeur ajoutée. Pour rappel, la norme NF E01 010 définit la mécatronique par 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. Ces éléments sont la clef des systèmes de demain.

III. LES PROBLEMATIQUES ET LES ENJEUX MAJEURS AUTOUR DE LA MICROELECTRONIQUE ET DE SES ACTIVITES CONNEXES EN BASSE-NORMANDIE

Après les éléments de contexte rappelés dans la première partie du présent rapport et l'état des lieux du secteur de la microélectronique et de ses activités connexes en Basse-Normandie présenté dans la seconde partie, la troisième partie du rapport portera sur les problématiques et les enjeux majeurs qui se posent dans ce domaine. Au cours des nombreux entretiens réalisés avec les différents acteurs concernés, des problématiques communes ou tout du moins partagées par une grande partie des responsables des entreprises et des structures d'enseignement supérieur ont été mises en exergue. Il paraissait donc opportun de consacrer cette dernière partie à relater les grands défis et les attentes des acteurs qui apparaissent majeurs pour conforter et développer ce secteur d'activités.

III.1. LES ATTENTES DES ENTREPRISES EN TERMES D'ACCOMPAGNEMENT

Au cours des nombreux entretiens menés auprès des acteurs directs ou indirects des activités de la microélectronique, il est apparu l'importance du soutien apporté à l'innovation en Basse-Normandie, notamment pour conforter l'existant et en particulier les créations récentes présentées dans la seconde partie de l'étude et qui sont autant de "greffons" d'activités prometteuses pour l'avenir.

III.1.1. Un écosystème qui reste fragile

Dans la première partie du rapport, nous avons vu combien la microélectronique en France et en Europe a souffert ces dernières années à la fois des aléas économiques mais également du mouvement de délocalisation des unités de fabrication à destination de l'Asie du Sud-Est. Les structures de R&D elles-mêmes ne sont plus à l'abri d'un mouvement de délocalisation vers ces pays.

Les difficultés rencontrées par NXP en 2008/2009 et la fermeture de ST-Ericsson à Caen, après avoir acquis les activités SoC (System on Chip - système sur une puce) numériques, au cœur de la téléphonie mobile développée sur Caen, a freiné l'essor d'un pôle majeur sur EfficScience et a porté durement atteinte à l'emploi.

La composition même du capital de l'entreprise NXP détenue par des fonds de pension laisse craindre des stratégies imprévisibles qui répondent à des logiques exclusivement financières. Ainsi, en avril 2011, la presse s'est faite l'écho de rumeurs autour d'un scénario de rachat possible de NXP. La technologie autour des puces pour le paiement sans contact (NFC) pour laquelle NXP est considérée comme le spécialiste attise à cet égard toutes les convoitises.

Or, acteur principal, NXP en Basse-Normandie joue un rôle de locomotive essentiel (et même exclusif) pour la survie d'un tissu microélectronique / électronique dynamique. Nous avons en effet constaté une très forte dépendance d'entreprises pour lesquelles une grande part de l'activité -parfois même la majorité de l'activité- est liée à NXP. Bon nombre de ces sociétés, dont certaines récentes ne vivent que grâce à

l'appui de NXP, ont regretté qu'il n'existe pour l'heure localement aucune autre société ayant un effet d'entraînement fort même si IPDIA laisse entrevoir des possibilités de dynamiques pour l'avenir.

Du côté des entreprises innovantes et des start-up, les perspectives de développement existent mais ces entités sont de création récente pour la plupart, les trois dernières années ayant connues le plus de créations dans ce secteur d'activité selon l'OSEO ou Normandie Incubation. Comme nous avons pu le constater pour la grande majorité d'entre elles, il s'agit d'anciens ingénieurs de NXP ou de ST-Ericsson qui se sont engagés en faveur de la création d'activités et certaines ont bénéficié d'appuis de la part de NXP qui a conduit, depuis 2008, des actions importantes pour créer et favoriser le développement de sociétés technologiques innovantes et créatrices d'emplois. Outre les conditions pour favoriser le mieux possible la reprise par IPDIA de l'unité de fabrication située sur la Zone Industrielle du Mont-Coco, Côte de Nacre et la cession des activités de tests et caractérisation à Presto Engineering, NXP a en effet encouragé le développement de nouvelles activités comme EFF'INNOV ou OPHTIMALIA. NXP a apporté les conditions nécessaires au départ de ces ingénieurs en facilitant, lorsque cela était possible, le transfert de la propriété intellectuelle et parfois même un hébergement au sein de ses bâtiments du campus EffiScience. Cette volonté d'encourager des "jeunes pousses" est d'ailleurs conforme à l'esprit initial du campus technologique EffiScience.

Suite à la fermeture de l'établissement ST-Ericsson, un Plan de Sauvegarde de l'Emploi a été signé en mars 2010 entre les salariés et la direction de la société dans lequel celle-ci s'engageait à analyser avec la plus grande attention les projets des salariés du site de Caen dans les domaines de la Radio Fréquence et des semi-conducteurs et à confier au cas par cas une charge d'activité aux sociétés nouvellement créées par les salariés suivant les besoins (cas de la société EDE Labs par exemple).

Le Plan prévoyait que la société ST-Ericsson continuerait, après le 30 juin 2010, à confier un contrat de sous-traitance au site de Caen, permettant de maintenir 20 emplois sur le site jusqu'à fin 2011. ST-Ericsson s'engageait également à créer un fonds de revitalisation doté d'un montant d'un million d'euros, soit cinq fois le montant de ses obligations légales.

Le protocole d'accord prévoyait enfin, dans le cadre du Plan de Sauvegarde de l'Emploi, des indemnités supérieures à celles perçues par les salariés ayant bénéficié du plan de départs volontaires, et qui permettront d'accompagner le retour vers l'emploi ou les projets de création d'activités sur le site par les anciens salariés. Dans le cadre des plans sociaux tels celui de ST-Ericsson, des ingénieurs ont d'ailleurs souvent "réinvesti" tout ou partie de leurs indemnités de départ dans le développement d'une société innovante.

Beaucoup de sociétés bénéficient actuellement des aides et des accompagnements nécessaires à leur survie. Bon nombre de start-up nées de cet essaimage local n'ont pas encore franchi la phase de commercialisation, cap complexe qui mérite, comme nous le verrons ci-après, un accompagnement spécifique. D'ailleurs, la plupart du temps, les dirigeants des jeunes sociétés et start-up se sont également investis parallèlement dans une activité de conseil, activité qui, pour certains, permet de couvrir certains frais comme payer le loyer par exemple.

III.1.2. Les dispositifs dans le cadre de la convention de revitalisation Etat - NXP

La crise économique majeure de 2008 qui a frappé le secteur de la microélectronique a eu des conséquences fâcheuses sur l'activité de la société NXP qui a été contrainte de s'engager dans un plan de réduction des effectifs au niveau mondial, d'où des plans sociaux.

L'agglomération caennaise a été impactée par les plans de restructuration dans le secteur de la microélectronique qui ont à la fois touché NXP avec 366 emplois supprimés au niveau de la production (cession du site Côte de Nacre) et de la R&D (réduction d'effectifs en R&D et support au centre de recherche de Colombelles) et ST-Ericsson avec la fermeture de l'établissement de Colombelles en 2010 (114 emplois).

Ces événements ont donné lieu à des plans de sauvegarde de l'emploi conformément aux dispositifs du Code du Travail. Parmi les mesures d'accompagnement, le soutien d'anciens salariés pour la création d'activités a été précédemment développé dans le cadre de l'étude. Dans le protocole d'accord signé le 16 mars 2010 entre l'Etat et la société STMicroelectronics, actionnaire de ST-Ericsson, celle-ci s'est engagée à porter une "attention sur les projets des salariés du site de Caen dans les domaines de la Radio Fréquence et des semi-conducteurs et à confier au cas par cas une charge d'activité aux sociétés nouvellement créées par les salariés suivant les besoins de STMicroelectronics".

La société NXP étant assujettie à l'obligation de revitalisation, celle-ci a signé une convention avec l'Etat le 15 février 2011.

Dans le cadre du plan de sauvegarde de l'emploi, des actions engagées par NXP avaient, à la date de signature de la convention, d'ores et déjà permis la création ou le maintien de 188 emplois dans le bassin de Caen. Parmi les actions importantes déjà mises en place par NXP, il faut citer d'une part le soutien à la reprise des activités de fabrication de composants passifs du site Côte de Nacre par IPDIA et de tests et de caractérisation par Presto Engineering et, d'autre part, l'appui à de jeunes sociétés innovantes en création comme EFF'INNOV, OPHTIMALIA ou encore EGIDEC hébergées au sein de NXP.

Dans la convention de revitalisation, NXP s'est engagée à apporter une contribution financière sur la base de 3,2 SMIC bruts mensuels par emploi supprimé soit un montant de 1 692 227 euros.

La convention signée en février 2011 a été établie sur la base de 178 emplois restant à créer pour un montant de contribution de 822 996 euros.

Parmi les actions qui seront menées, NXP s'engage notamment à contribuer avec Calvados Création⁹⁵ à un **programme d'aide à la création d'emplois** par l'attribution à une personne physique créant, reprenant ou développant une entreprise, d'un prêt à taux 0 d'un montant moyen de 4 625 euros par emploi créé en CDI dans le domaine de l'innovation technologique, sociale, des services... plafonné à 50 000 euros par entreprise. Ce prêt est accordé sur une durée de cinq ans maximum incluant un éventuel différé de remboursement pouvant aller jusqu'à six mois. Ce prêt est cumulable avec le prêt d'honneur proposé par Calvados Création et le prêt NACRE. Précisons que Calvados Création travaille en la matière en partenariat avec toutes les autres structures d'accompagnement.

Un volet concerne un programme de **soutien à l'emploi solidaire et social** porté par la Ligue de l'Enseignement du Calvados. Il s'agit d'une contribution financière du fonds d'ingénierie du DLA (Dispositif Local d'Accompagnement) sous la forme d'une subvention. Le DLA s'adresse aux structures d'utilité sociale reconnues sur un territoire et qui génèrent de l'emploi (associations loi 1901, sociétés coopératives d'intérêt collectif, structures d'insertion par l'activité économique).

Un programme d'actions est également destiné à la **revitalisation du Campus EffiScience**. D'ailleurs, ce point a donné lieu à la signature d'une convention de partenariat entre NXP et **Synergia**, l'Agence de développement économique de Caen la Mer, annexée à la convention de revitalisation.

Elle prévoit différentes actions qui portent sur les trois aspects suivants :

- la promotion d'EffiScience en France et à l'étranger,
- la prospection exogène pour contribuer à l'accueil d'entreprises technologiques,
- l'animation d'EffiScience.

Parmi les actions déjà retenues par NXP et qui s'inscrivent dans le cadre de cette convention, il faut citer les événements comme les **Campus Job Dating** visant le recrutement d'ingénieurs et cadres ou encore la convention d'affaires **Normand'Innov** sur lesquels nous reviendrons.

La convention de partenariat entre NXP et Synergia prévoit aussi de mettre en œuvre en 2011 ou 2012 **une journée régionale de l'emploi dans le secteur électronique** qui viserait à réunir toutes les entreprises locales de l'industrie électronique et des activités connexes, l'enseignement supérieur et les syndicats professionnels dans le but de développer l'emploi dans les métiers de l'électronique régionale. Cette manifestation qui est prévue se tenir sur EffiScience serait organisée avec la participation de l'Agence Pour l'Emploi des Cadres (APEC) et de Pôle Emploi. L'annexe de la convention de revitalisation aborde les thématiques qui pourraient concerner cette journée : les marchés du futur, le partage des connaissances et des

⁹⁵ Créée en mars 2000, Calvados Création est une association type loi 1901, carrefour de gestion d'outils de financement au service des entreprises. Son but est de favoriser, par l'accompagnement financier, la création et la reprise d'entreprise, et de renforcer la pérennité de la jeune entreprise. Pour cela, elle assure la gestion et l'animation de dispositifs de financement tels que le prêt d'honneur, les fonds de revitalisation, le dispositif NACRE, le Fonds d'Aide à l'Investissement en ZFU, le Fonds de Garantie à l'Initiative des Femmes, le Prêt à la Création d'Entreprise, et le Fonds de soutien aux TPE du Conseil Général du Calvados.

compétences, les aides à la création d'emplois, l'apport des universités et des écoles, l'apport des organisations professionnelles, etc.

Parmi les actions de la convention sont à relever l'édition d'une **plaquette de promotion d'EffiScience** en plusieurs langues et la création d'une interface du site www.campus-EffiScience.com en langue chinoise, la création d'un journal d'information sur le Campus avec Normandie Aménagement à vocation internationale, le lancement d'une étude de faisabilité pour **un projet de showroom sur Colombelles** ainsi que **la participation à des forums ou salons internationaux** comme le Salon Electronica qui se tiendra à Munich en 2012. A ce sujet, Synergia était déjà présente avec quelques sociétés bas-normandes au WIMA 2011 à Monaco, cinquième salon entièrement consacré aux technologies NFC.

L'objectif affiché ici est de faciliter la présence de petites entreprises locales d'électronique soucieuses de développer leur marché à l'export à une manifestation internationale. La location du stand, différentes prestations seraient offertes aux participants.

III.1.3. Les principaux dispositifs de soutien et d'accompagnement des jeunes entreprises innovantes

Sans axer le présent chapitre sur les aides à l'innovation en région, il est apparu opportun de transmettre les attentes des entreprises du secteur microélectronique et, en face, de présenter, dans les grandes lignes, les principaux dispositifs qui répondent aux besoins formulés et qui sont le plus souvent mobilisés pour accompagner les acteurs concernés tout en évoquant les manques lorsqu'ils existent. Ce chapitre a été rédigé suite aux rencontres avec les entreprises, la MIRIADE, SYNERGIA (dont le Centre Européen de l'Entreprise et de l'Innovation), OSEO et Normandie Incubation.

A part quelques rares cas, toutes les entreprises innovantes de la microélectronique rencontrées ont été accompagnées par un ou plusieurs dispositifs.

Du côté de la création de start-up, l'incubateur régional d'entreprises de technologies innovantes **Normandie Incubation** fondé en 2000 par l'Université de Caen Basse-Normandie, l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen (ENSICAEN) et le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL) joue un rôle central et incontournable dans sa mission de favoriser la création d'entreprises de technologies innovantes. Les porteurs de projets d'innovations technologiques sont issus de la recherche publique ou privée ou ont établi un partenariat avec celle-ci. L'incubateur soutient tout particulièrement les entrepreneurs issus d'un essaimage industriel (NXP, Orange Labs, ST-Ericsson notamment). Son métier est d'accompagner les créateurs et de transformer leur projet en entreprise viable et à fort potentiel, en proposant divers services, parmi lesquels un hébergement.

Le domaine de la microélectronique et de ses activités connexes qui mobilisent une connaissance pointue des composants est celui qui a mobilisé le plus de projets d'entreprises innovantes au sein de Normandie Incubation au cours de ces dernières années. Ce mouvement s'est accéléré depuis la fin 2008 - début 2009. Il s'explique en grande partie par le fait que l'Incubateur s'est particulièrement ouvert aux projets d'essaimage industriel de NXP.

OSEO confirme ce constat puisque sur les six dernières années, les sollicitations pour des créations d'activités innovantes qui ont fait appel à ses différents dispositifs concernent majoritairement le champ de l'informatique, des TIC et de l'électronique (dont les activités de la microélectronique). A ce propos, à l'occasion des Etats Généraux de l'Industrie qui se sont tenus en Basse-Normandie comme dans la France entière début 2010, la synthèse régionale du groupe de travail "TIC - Filière Electronique" précisait que le nombre de projets soutenus par OSEO Innovation pour ce domaine entre 2007 et 2009 représentait 3 % des interventions nationales, soit plus que la part de la région dans le PIB national.

Les entreprises qui se créent au sein de Normandie Incubation sont hébergées dans les locaux principaux rue Claude Bloch, au GANIL ou chez NXP. Ces entreprises doivent justifier un lien avec la recherche publique ou privée fort. Il s'agit durant cette phase d'accélérer la maturation technologique des entreprises. La période d'hébergement dans le cadre de l'incubateur est de deux ans avec prolongation éventuelle.

Au sein de **Synergia**, l'agence de développement économique de Caen la Mer, le **Centre Européen de l'Entreprise et de l'Innovation** (CEEI) a pour mission d'accompagner les entreprises innovantes avec deux métiers que sont l'accompagnement à la création ou au développement d'entreprises innovantes et la gestion de deux pépinières récentes dont l'une, **Plug n'Work**, héberge de nombreuses jeunes activités innovantes autour de la microélectronique. Il existe en l'occurrence une convention passée avec Normandie Incubation. Point important, les sociétés incubées sont prioritaires pour être hébergées dans les pépinières lorsqu'elles sortent de l'incubateur.

Située sur EffiScience, la pépinière Plug n'Work privilégie la thématique "high-tech" ; les entreprises y sont accompagnées pendant deux ans. L'hébergement s'accompagne de nombreux services mutualisés et les entreprises payent une contribution modérée qui va en progressant dans le temps.

De l'ingénierie financière et des formations communes sont aussi proposées aux dirigeants des entreprises incubées et celles qui sont accueillies dans la pépinière sur la base du partenariat fort avec Normandie Incubation. Les formations d'une demi à une journée sont proposées à un coût faible de 20 euros pour les entreprises de la pépinière. Pour les entreprises incubées au sein de Normandie Incubation, ce service est gratuit car intégré dans le budget qui leur est alloué (43 000 euros). Ce budget intègre notamment des études de marché, du conseil juridique...

Précisons que dans le cas particulier d'un projet technologique très innovant sans recherche, c'est Synergia qui accompagne seule et qui incube.

Concernant les dispositifs de soutien aux entreprises innovantes, il faut savoir qu'il existe en Basse-Normandie un réseau de l'innovation qui couvre les phases de la création à l'accompagnement et qui travaille en étroite concertation : Conseil Régional, MIRIADE, OSEO en lien avec les agences de développement sur le territoire régional et les Chambres de Commerce et d'Industrie. Bon nombre de chefs d'entreprises contactés reconnaissent globalement la qualité de l'organisation et des dispositifs existants en Basse-Normandie.

Il convient d'insister sur les principales aides à l'innovation proposées par les différents acteurs institutionnels en Basse-Normandie et tout particulièrement mobilisées dans le secteur microélectronique.

Très sollicitées, la mesure **Impulsion Conseil** proposée par la **MIRIADE** et celle, **Impulsion Conseil Innovation** (ex Prestation Technologique Réseau), financée par OSEO mais également proposée par la MIRIADE sont des dispositifs de subventions octroyées sous conditions qui encouragent les PME de Basse-Normandie à recourir à des prestations de conseil ou de R&D pour préparer un projet ambitieux et innovant, créateur d'actifs et de valeur ajoutée supplémentaires et, si possible, d'emplois, mais également pour leur permettre de se familiariser avec les processus d'innovation et nouer les partenariats utiles avec les centres de compétences. Les prestations de gestion, de management et d'organisation de base sont exclues, sauf pour prévenir un risque vital à court terme ou si elles sont liées à un investissement identifié ou à une phase de très forte croissance.

L'aide financière apportée est une subvention versée par le Réseau de Développement Technologique régional au prestataire, après exécution des travaux, et n'exige donc pas d'avance de trésorerie. Une attention particulière est accordée aux entreprises innovantes et notamment aux plus jeunes d'entre elles (moins de 8 ans) et aux projets portés par des entreprises des filières stratégiques (Programme Opérationnel FEDER 2007-2013).

Cette subvention permet de mettre l'accent sur les priorités régionales de l'innovation :

- croissance d'activités / stratégie / marketing / commercial / écoproduits,
- R&D / technologies / process de production / veille technologique / propriété Industrielle,
- management / organisation en préalable à des investissements de croissance,
- Europe / international / export / études,
- reprise / transmission,
- prévention de difficultés.

Témoignant de la mise en réseau des acteurs économiques, les formulaires de demande peuvent être retirés auprès de la MIRIADE, des services de l'Etat, du Conseil Régional, de la Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie (DRRT), de l'OSEO, des réseaux consulaires, des pôles de compétitivité et des agences de développement économique.

Outre le fait qu'elle réponde au besoin d'accompagnement des entreprises innovantes, la démarche Impulsion Conseil est aussi une porte d'entrée pour le suivi ultérieur des entreprises en permettant de mieux comprendre en amont leurs stratégies.

En ce qui concerne l'**ingénierie financière** dont peuvent bénéficier les jeunes sociétés, toute une panoplie de dispositifs existe.

Parmi les dispositifs sollicités par les entreprises innovantes de la microélectronique, il convient de citer l'intervention d'**OSEO** qui se fait à différents niveaux selon le cycle de vie de l'entreprise : soutien à la création, à l'innovation, au développement, à l'investissement, aides à l'international, aides à la transmission... à

travers plusieurs modalités possibles : avances remboursables et garanties de financements, crédits, prêts à taux 0.

Un certain nombre d'entreprises auditionnées insistent que sans apport (capital et fonds propres) de l'entrepreneur, l'accompagnement s'avère beaucoup plus difficile. Sur ce sujet, l'avance remboursable OSEO Innovation permet d'intervenir à hauteur du capital de l'entreprise. Plus le capital de l'entreprise sera important, plus effectivement la participation d'OSEO sera importante.

Dans le cadre de l'**Avance Régionale à l'Entreprise (ARE)** instruite par le Conseil Régional, OSEO intervient sur des dépenses de développement y compris les coûts en personnels. Cela prend la forme d'avance remboursable, fonds perdu pour l'Etat en cas d'échec de l'entreprise. Dans ce domaine, il existe une convention avec le Conseil Régional pour coordonner les actions. La Région a récemment institué un système d'éco-conditionnalité du dispositif ARE.

La **Prime Régionale à la Création d'Entreprise (PRCE)** est une subvention actuellement relancée par le Conseil Régional qui oblige à créer 6 emplois (4 000 euros par emploi créé).

Citons également les **prêts d'honneurs**, prêts personnels délivrés par la Plate-Forme d'Initiative Locale **Calvados Création** à hauteur de 3 000 à 30 000 euros, à taux 0 avec différé de remboursement ou encore le **Réseau Entreprendre** géré par l'association Normandie Initiative qui permet d'avoir un parrainage d'entreprises et de proposer des prêts d'un montant de 6 000 à 50 000 euros à taux 0.

Il existe par ailleurs le prêt d'amorçage **NACRE** (Nouvel Accompagnement pour la Création et la Reprise d'Entreprise) à taux 0 qui s'adresse aux jeunes demandeurs d'emploi et concerne des montants de 1 000 à 10 000 euros. Dans le Calvados par exemple, la demande de prêt NACRE passe obligatoirement par un travail préalable avec un conseiller partenaire de Calvados Création (Chambre de Commerce et d'Industrie, Chambre de Métiers, experts comptables, Boutique de Gestion). Ce conseiller transmet ensuite le dossier complet à Calvados Création qui étudie avec le porteur de projet les possibilités de financement.

Il ne faut pas oublier **les concours**, les projets d'entreprises innovantes faisant l'objet à cette occasion d'une expertise très poussée par des cabinets extérieurs et OSEO. Existents ainsi le concours régional à l'innovation et le concours du Ministère de la recherche avec des prix de 45 000 euros en émergence jusqu'à 450 000 euros en création.

Il convient de ne pas négliger les **fonds européens de l'axe 1 du FEDER** qui peuvent prendre en considération de 40 à 50 % d'intervention. La mesure 1.2.3 porte sur le recrutement de personnels dans le développement (géré par OSEO).

Existe également tout un **système de garanties**. On insistera sur le fait que le Conseil Régional s'est engagé dans une refonte complète des dispositifs économiques avec une révision des aides directes aux entreprises dont le **Dispositif des Investissements Aidés et Garantis (DIAG)** représente l'élément phare puisqu'il consiste à travailler avec les principaux acteurs de l'économie que sont les banques. L'aide régionale s'élabore dans le cadre d'une discussion globale de faisabilité financière. Le dispositif permettra de soutenir davantage d'investissements pour le même montant mobilisé qu'aujourd'hui.

Face au besoin en financement des entreprises innovantes, on peut citer :

- l'appel au réseau bancaire,
- le capital risque à travers les fonds dédiés pour la Basse-Normandie gérés par NCI-Gestion ou Ouest Venture.

NCI Gestion accompagne les projets de création et de développement des entreprises normandes en devenant actionnaire minoritaire de leur capital. La participation a une durée limitée dans le temps. NCI Gestion investit grâce à la gestion de plusieurs Fonds Communs de Placement à Risques (FCPR) souscrits auprès d'investisseurs institutionnels publics et privés. Parmi les FCPR proposés, les dossiers bas-normands sont majoritaires dans le fonds de capital risque Normandie Création 1 et le fonds de capital risque-capital développement Croissance et Proximité 2.

L'intervention d'un **Business Angel**, personne physique qui investit à titre personnel une part de son patrimoine dans une entreprise innovante à fort potentiel et qui, en plus de son argent, met à la disposition de l'entrepreneur, ses compétences, son expérience, ses réseaux relationnels et une partie de son temps, est une possibilité. Les Business Angels, seuls ou collectivement, sont susceptibles de financer des investissements de 50 000 à 500 000 euros (moyenne de 100 000 à 300 000). Il y a une notion de risque extrême car on estime que 50 % des sociétés aidées font faillite. La règle est de prendre moins de 33 % du capital de la société. Toutefois est créé un Comité stratégique avec suivi de l'entreprise.

Les Business Angels comme plus globalement les dispositifs de capital risque interviennent au capital des entreprises (en haut de bilan) contrairement aux prêts bancaires qui apparaissent au niveau de la dette de l'entreprise.

Réseau d'investisseurs de Business Angels créé fin 2007, **Norm'angels** est une association normande d'environ 35 investisseurs privés dont le but est de financer et d'accompagner des entreprises en phase de création ou en développement. L'association a pour objet de mettre en relation des investisseurs avec des créateurs, repreneurs ou dirigeants d'entreprises à fort potentiel de développement, de favoriser tous échanges ou opérations dans le but de développer une culture d'investisseur chez ses membres, et de contribuer au développement du tissu économique de la région et de favoriser la création d'entreprise.

Sur le plan territorial, soulignons la présence d'outils comme **Normand'Innov**, convention normande avec une connexion sur l'ensemble de la Basse-Normandie impulsée par Synergia, facilitant la mise en relation entre les entrepreneurs et un ensemble d'investisseurs : Business Angels, capitaux-risqueurs, investisseurs institutionnels... avec des relais forts dans chaque département bas-normand. Là encore, la part des entreprises high-tech dans le domaine de la microélectronique-électronique représentait une part non négligeable des sociétés mises en avant par l'édition 2011 de Normand'Innov.

Parmi les appuis considérés comme importants par les sociétés innovantes de notre champ d'étude, citons tout particulièrement le Crédit Impôt Recherche et le statut de Jeune Entreprise Innovante.

Le **Crédit Impôt Recherche** (CIR) est une aide fiscale destinée à encourager les efforts des entreprises en matière de R&D. Il s'agit d'une réduction d'impôt calculée en fonction des dépenses de R&D de l'entreprise. Ce dispositif important pour les jeunes

entreprises est considéré comme l'un des plus avantageux d'Europe - à conserver impérativement.

Le statut de **Jeune Entreprise Innovante** a vocation à apporter un soutien significatif à des jeunes entreprises très actives en R&D et leur permettre ainsi de passer le cap difficile des premières années de leur développement, sous réserve qu'elles répondent à certaines conditions. Les avantages liés au statut de JEI permet à l'entreprise d'être exonérée de cotisations sociales patronales pour les chercheurs, les techniciens, les gestionnaires de projet de recherche-développement... ainsi que d'allègements fiscaux. Cette mesure bien que revue par la loi de finances pour 2011 reste intéressante.

L'**appui à l'export** est un autre aspect fondamental pour un secteur comme la microélectronique / électronique pour lequel le marché est désormais mondial. La Basse-Normandie dispose d'un réseau d'acteurs efficace permettant de donner aux petites et moyennes entreprises les moyens d'accéder à l'international. Il fait ainsi citer le dispositif NORMANEX mis en place par la Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie, la Délégation régionale d'UBIFRANCE, la COFACE Normandie, le Conseil Régional qui a inscrit le Fonds Régional d'Aide à l'EXportation (FRAEX) dans les actions du Schéma Régional de Développement Economique adopté en 2005.

Dans le cadre de la mise en œuvre du CRIDES (Contrat Régional d'Innovation et de Développement Economique et Stratégique), les dispositifs de soutien à l'export sont actuellement revus au niveau de la Région, l'option retenue est de lancer des appels à projets en faveur des entreprises pour l'exportation (APPEX) en vue de favoriser la qualité des dossiers présentés. Une stratégie sur 3 ans est désormais déclinée en programme annuel. Le but est de rechercher une cohérence avec les dispositifs existants proposés par les autres opérateurs (COFACE, OSEO, UBIFRANCE...). Concernant l'**accompagnement individuel**, la Région s'est calquée sur les zones stratégiques d'UBIFRANCE, à savoir :

- l'Europe (soutien d'OSEO) en distinguant les entreprises primo-exportatrices,
- le reste du monde,
- les pays avec lesquels la Région a des partenariats privilégiés comme le Canada (l'Ontario, territoire stratégique pour les TIC), la Chine et la Norvège. Les actions avec ces territoires bénéficieront d'un soutien plus fort.

Pour l'**accompagnement collectif**, la Région revoit également sa stratégie en coordonnant là encore les acteurs (chambres consulaires...).

Ajoutons également que la **SOTRABAN** intervient dans l'animation des contacts des entreprises sous-traitantes (notamment dans le secteur électronique) avec l'Allemagne où elle dispose d'un bureau. Cette mesure révèle des retombées rapides. La SOTRABAN a fait appel au FRAEX collectif jusqu'à fin 2010, UBIFRANCE a pris le relais en 2011 en partenariat avec la Région. Cette dernière s'appuie sur des dispositifs nationaux en apportant cependant une valeur ajoutée au plan régional. Des opérations sont labellisées, ce qui permet de bénéficier d'une aide de 50 %.

Pour certaines sociétés auditionnées, les différents dispositifs d'aides existants ne répondent pas toujours à tous les besoins des entreprises innovantes, surtout dans

l'accompagnement des phases "amont". Les aides actuelles s'adressent davantage à des entreprises déjà établies.

Le besoin de fonds propres est alors avancé pour passer le cap du prototype et pour affronter le marché.

Sinon, le recours à des Business Angels est un coup de pouce ponctuel pour franchir une étape et bénéficier d'un apport d'expérience. Les dispositifs de NCI Gestion permettent quant à eux d'investir très vite et d'apporter une participation temporaire dans une société mais dans un cadre juridique très encadré visant à rétrocéder rapidement la participation.

Entre la fin du développement technologique et le démarrage d'une mise sur le marché, il apparaît alors important de constituer des équipes dédiées **au marketing et au commercial**. Beaucoup d'entreprises ont du mal à surmonter cette étape. Les jeunes entreprises innovantes ont des difficultés à "marketer" l'opération très en amont et il existe peu de dispositifs en face pour répondre à cette nécessité. Des études de marchés peuvent toutefois être financées avec l'aide d'OSEO, de Normandie Incubation, d'Impulsion Conseil. Le projet de **Fonds Interrégional d'Amorçage Régional** (FIRA) qui se met actuellement en place dans le Grand Ouest⁹⁶ répond à une attente forte.

Pour la Direction de l'Innovation, de la Recherche, de l'Economie et du Tourisme (DIRET) du Conseil Régional rencontrée dans le cadre de la présente étude, l'esprit est de mettre fin à la multiplication des micro-fonds de niveau infrarégional. Des aides attribuées d'un montant de 5 000 euros peuvent être opportunes en soi mais il faut éviter toute multiplication des structures et des risques liés à ces fonds. Une harmonisation au niveau départemental et régional apparaît impérative.

Une mobilisation des régions de Basse-Normandie, de Haute-Normandie, de Bretagne et des Pays de la Loire porte actuellement sur la mise en place d'**un fonds de capital amorçage** de l'ordre de 50 millions d'euros. L'idée est de disposer d'un seul vrai fonds capable d'apporter des sommes modestes ou plus importantes, selon les besoins, et de participer aux différents tours de table. Il s'agit également d'apporter une assistance pour "coacher" les entreprises bénéficiaires. Le capital amorçage interviendrait en haut de bilan des entreprises à des moments stratégiques lorsqu'un prototype est réalisé et qu'il manque quelques ajustements et derniers efforts pour faire mûrir le projet et lancer la phase de commercialisation de leur produit. Toutefois, les sociétés créées demeurent en effet modestes par manque d'apport financier en haut de bilan.

Certains acteurs comme Synergia auraient souhaité bénéficier d'**un fonds de prêt d'honneur destiné aux entreprises innovantes**, dispositif qui aurait pu s'inscrire dans le cadre de France Initiative Réseau. Il faudrait un apport de 20 % du montant des fonds côté entreprises pour que la Caisse des Dépôts intervienne à hauteur de 30 %, la Région pouvant intervenir alors au titre du FEDER. Sept Régions en France ont mis en place ce dispositif. Il s'agirait de trouver des entreprises qui acceptent de participer à ce fonds. A cet égard, pour certains interlocuteurs, il pourrait y avoir une véritable

⁹⁶ Le FIRA associe les Régions Pays de la Loire, Bretagne, Haute et Basse-Normandie et devrait disposer d'un montant de 40 millions d'euros.

opportunité en région en mobilisant les conventions de revitalisations conclues avec l'Etat depuis 2 ans (NXP, Ericsson, PSA, SEB...).

Enfin, certaines sociétés innovantes de notre champ d'étude ont formulé le souhait de disposer d'un référent qui suivrait les demandes d'aides des entreprises. Sans développer une porte d'entrée unique qui pourrait présenter d'autres inconvénients, pourrait être favorisée une plate-forme de traitement unique des dossiers d'aide sur le modèle de la plate-forme développée sur l'export. Un Comité de programmation réunit tous les acteurs (CCI, COFACE...) et l'idée avancée par le Conseil Régional est de dupliquer cette méthodologie sur l'ensemble des aides. La difficulté réside dans l'attitude de certains acteurs ou opérateurs qui veulent rester maître de leurs dossiers.

III.2. L'IMPORTANCE DES APPLICATIONS ET DES EXPERIMENTATIONS EN FAVEUR DE L'ELECTRONIQUE ET DU NUMERIQUE

Au-delà du fait de disposer d'unités industrielles et de compétences technologiques en région, il apparaît important de susciter la diffusion de la microélectronique au sein de domaines d'activités dans lesquels la Basse-Normandie se distingue tout particulièrement. L'électronique a largement pénétré les outils de la vie quotidienne. L'intégration de l'électronique dans un secteur donné est facteur de croissance et de développement.

Le développement d'expérimentations et d'applications innovantes mobilisant de fortes compétences en microélectronique est aussi un aspect important pour maintenir en région des compétences et des activités dans ce domaine.

III.2.1. L'innovation et la compétitivité des PME par la diffusion de l'électronique

La Basse-Normandie possède une spécificité du fait de l'existence d'un écosystème favorisé par le rapprochement actuel ou potentiel de secteurs d'activités même originellement éloignés.

En raison de l'implantation de nombreuses activités consommatrices de composants électroniques comme la filière automobile ou encore le numérique dont les transactions électroniques sécurisées pour ne parler que des thématiques s'inscrivant dans un pôle de compétitivité, il existe localement -rappelons-le- un contexte favorable pour que s'expriment des projets collaboratifs. La seconde partie du rapport a, à cet égard, présenté l'écosystème qui mobilise des acteurs industriels qui, outre le fait d'utiliser des puces et composants électroniques, apportent une véritable valeur ajoutée en termes d'intégration de systèmes et fonctions sophistiquées. Malheureusement, le grand nombre d'unités de production industrielle sans structure de recherche et développement intégrée et dépendantes de centres de décisions localisés en dehors de la Basse-Normandie empêche des collaborations plus poussées qu'actuellement entre les entreprises qui conçoivent ou fabriquent des composants en amont et les entreprises utilisatrices de composants en aval.

Pour les TPE et PME en revanche, les initiatives existent, encouragées par le programme CAP TRONIC présenté ci-après.

III.2.1.1. Les propositions du rapport MALIER en faveur du développement de nouvelles applications

Au préalable, il faut savoir que dans son rapport de 2010 sur les sites français de production micro-nanoélectronique réalisé à la demande du Ministre de l'Industrie, M. Laurent MALIER, Directeur du LETI, avançait une proposition à l'attention des sites de production microélectroniques français moins compétitifs que les grands pôles du Sud-Est de la France mais qui pouvaient toutefois rebondir sur des opportunités en utilisant l'effet levier qu'offre la diffusion de la microélectronique vers des secteurs d'activités qui ne l'utilisent pas encore. Le rapport indiquait que *"l'innovation portant sur de nouvelles applications, réalisée en étroite relation avec les développements de nouvelles technologies de composants, pouvait reposer sur une étroite coopération entre les acteurs, impliquant les industriels utilisateurs et concepteurs"*. Il proposait le lancement d'appels à projets de R&D et d'expérimentations pour renforcer l'innovation et la compétitivité au sein des acteurs utilisateurs des technologies de semi-conducteurs. Ceux-ci devaient viser des projets coopératifs, permettant de coupler plus étroitement les acteurs concernés (industries intégratives, "fabless", PME et start-up). Ils visaient l'exploration des solutions apportées par l'introduction de nouvelles fonctions électroniques intégrées dans des équipements et systèmes innovants. Ces développements auraient permis également l'émergence et le développement de sociétés "fabless", adaptées au développement de nouveaux marchés. Ces appels à projets auraient ciblé en particulier les filières pour lesquelles la dynamique de filière et de coopération n'est pas encore pleinement développée, ou les secteurs applicatifs pour lesquels l'écosystème et la dynamique de réseau sont encore émergents ou à consolider comme :

- l'électronique pour la santé,
- l'électronique pour la gestion de l'énergie,
- l'électronique pour transports innovants,
- les solutions électroniques pour l'éclairage intelligent.

Malheureusement, ces propositions n'ont pas été retenues par le gouvernement.

Selon M. MALIER auditionné dans le cadre de la présente étude, il est important de structurer le couplage entre les acteurs qui font ou conçoivent les composants et ceux qui peuvent les introduire dans leurs produits et font appel à de l'ingénierie d'électronique embarquée. Il y a en la matière des potentiels considérables sous-exploités.

Du fait du tissu économique bas-normand, de nombreux projets pourraient d'inscrire dans un tel programme. Toutefois, d'ores et déjà, le programme national CAP TRONIC bien implanté en région répond déjà, au niveau des seules PME et TPE, à l'intérêt de faire se rencontrer les acteurs utilisateurs et les concepteurs de solutions électroniques.

III.2.1.2. Le programme CAP TRONIC

Porté par l'Association JESSICA France localisée à Grenoble, fondée en 1992 par le CEA et OSEO et financée par le Ministère de l'Economie, des Finances et de

l'Industrie, le programme national CAP TRONIC initié en 2005 a pour mission de faciliter l'innovation et la compétitivité des PME par l'électronique.

Le champ d'intervention concerne l'incorporation de nouvelles solutions électroniques lors du développement de nouveaux produits ou de l'amélioration des performances de produits existants aux fins de renforcer leur compétitivité. Les technologies incorporées vont du composant (microcontrôleurs, FPGA, System on Chip...) au système (électronique d'interfaçage, électronique communicante...).

Forte de vingt ingénieurs répartis sur le territoire et de plus de quatre cents adhérents, elle a aidé en 2009 au niveau national plus de 1 800 PME différentes de tous secteurs par de la sensibilisation au moyen de séminaires techniques (1 100 PME), des conseils (494 PME), des contrats d'appui technique en collaboration avec des centres de compétence en électronique (260 PME) ainsi que le suivi des PME et de leurs projets (364 PME).

Les projets en PME sont identifiés suite à une demande directe de l'entreprise ou une visite de prospection. L'information peut être apportée par le réseau de l'innovation, OSEO, les Chambres de Commerce et d'Industrie, les Chambres de Métiers, un pôle... L'ingénieur CAP TRONIC apporte du conseil pour la mise en œuvre de solutions électroniques dans les produits de l'entreprise, Ce conseil concerne aussi bien les aspects technologiques et économiques que la construction même du projet. Ce conseil permet aussi d'envisager des solutions techniques et de préparer, si nécessaire, l'intervention d'un expert/prestataire CAP TRONIC.

Les modalités d'intervention de CAP TRONIC se déclinent comme suit :

Le conseil, apporté par l'Ingénieur CAP TRONIC en fonction du projet, est gratuit sans aucune condition.

Les séminaires, la plupart du temps sont gratuits et accessibles sans formalité à toute entreprise ou organisme (adhérent ou pas à JESSICA FRANCE).

L'appui technique au projet réalisé sous la forme d'Expertise Technique ou de Suivi de Projet est soumis à l'éligibilité de la PME, et à son adhésion à l'association JESSICA FRANCE. L'assiette maximale du besoin d'intervention d'un expert prise en compte est de 16 000 euros HT. L'aide est plafonnée à 8 800 euros HT avec une prise en charge par le programme de 40 à 100 % suivant le degré d'avancement du projet.

Le suivi de la PME est apporté par l'ingénieur CAP TRONIC en fonction du projet.

Pour être éligible, la PME doit être de droit français, de type SA, SARL, EURL, SAS ou associative..., avoir un effectif inférieur à 2 000 personnes et un capital ne devant pas être détenu à plus de 50 % par un groupe de plus de 2 000 personnes. Le montant de l'adhésion à l'association JESSICA FRANCE est de 500 euros HT la première année et de 300 euros HT en cas de renouvellement dans les deux mois.

CAP TRONIC dispose d'un réseau de 22 experts en France.

Les actions conduites par la délégation normande de CAP TRONIC s'inscrivent dans ce cadre général afin d'améliorer les projets d'innovation des PME par l'intégration de l'électronique.

Cette démarche qui concerne quasiment tous les domaines d'activités est indiscutablement source de développement, d'innovation et par conséquent,

d'augmentation du chiffre d'affaires. Parmi les interventions de CAP TRONIC, 70 % des projets s'adressent à des sociétés qui n'intégraient pas d'électronique dans leurs produits.

Pour cela, il est souvent nécessaire de mobiliser des ressources à l'extérieur de la région au niveau des compétences et de la recherche selon le responsable régional de CAP TRONIC.

Sur les 10 à 12 projets suivis par CAP TRONIC en Normandie chaque année, 70 % d'entre eux aboutissent à un projet, résultat assez exceptionnel et supérieur au résultat national.

Ce sont plus de 100 sociétés pour la seule Basse-Normandie (160 pour les deux régions normandes) qui ont fait l'objet depuis l'origine d'un projet collaboratif de développement dont la plupart ont débouché concrètement sur la mise en œuvre de nouveaux concepts, de nouveaux produits ou offres de services qui ont indéniablement apporté une valeur ajoutée pour l'entreprise bénéficiaire.

Par ailleurs, il faut indiquer que depuis 2009, les "**Trophées de l'Embarqué**" récompensent⁹⁷ chaque année cinq entreprises ayant développé et mis en œuvre un ou plusieurs systèmes embarqués comportant une composante logicielle prépondérante et particulièrement innovante. Lors des deux premières éditions, deux PME bas-normandes ont été récompensées. En 2009, la société honfleuraise KARVER spécialisée dans l'accastillage et qui équipe les bateaux de course les plus prestigieux a été distinguée pour la mise en œuvre de la "poulie communicante", dispositif innovant qui permet de connaître, en temps réel, les efforts sur les bateaux de course pour plus de performance et de sécurité. L'électronique et le logiciel embarqués dans les poulies apportent ainsi la mesure et la transmission sans fil et en temps réel des efforts. Cette solution permet très rapidement à un équipage d'optimiser une voile et donc d'augmenter la performance en mer. En 2010, ce fut le tour de la société LAIR, fabricant de remorques, notamment agricoles située à Moulines dans la Manche, de recevoir le trophée. L'utilisation de remorques agricoles de fort tonnage pose la problématique de l'équilibre de la remorque en fonction de la répartition de la charge transportée. La société LAIR a ainsi développé avec l'aide de CAP TRONIC une solution électronique embarquée afin de résoudre cette problématique⁹⁸.

Au cours de ces dernières années, les projets d'intégration de l'électronique portés par CAP TRONIC en Basse-Normandie ont concerné des domaines aussi variés que l'agriculture, l'agroalimentaire, l'automatisme industriel, la mécanique, l'énergie, la filière nautique, le secteur automobile, la conchyliculture, la distribution, la santé, l'administration, etc.

De nombreuses entreprises des secteurs électronique / informatique / numérique ont ainsi été sollicitées par CAP TRONIC ou ont bénéficié de son intervention. Parmi les sociétés qui font partie de notre champ d'étude et de son écosystème, on peut citer ASCO Electronique, ALIOS, ALLIANSYS, BALOGH, BELLELLE Consulting, BIOPIC,

⁹⁷ Récompense organisée par le SYNTEC (le Syndicat Professionnel des métiers du numérique) et CAP TRONIC.

⁹⁸ Le logiciel implémenté sur la solution électronique permet de surveiller l'équilibre de charge de la remorque, de gérer l'arrêt ou la mise en mouvement du groupe d'essieux, en dessous et au dessus de 10 km/h (selon la norme), d'assurer le maintien de 3 tonnes permanent au point d'accrochage et de détecter les variations de centrage de la masse transportée.

CAP VRF, CRFTech, EFF'INNOV Technologies, FIME, GREENSYSTECH SAS, HYPTRA, R-INTERFACE (société de conception électronique en traitement de signal et communication numérique localisée à Colombelles - rachetée par le groupe marseillais ERCOM), SOMINEX, SICOTEC ou encore ZODIAC AEROSPACE.

On notera enfin un partenariat fort entre le Pôle "Transactions Electroniques Sécurisées" et CAP TRONIC avec notamment la perspective de développer une fédération des acteurs autour des problématiques de l'électronique et du numérique qui dépasserait le cercle des seuls adhérents du pôle de compétitivité dans un esprit réseau ou "club".

III.2.2. Le développement des expérimentations : l'exemple des technologies "sans contact"

L'un des moyens importants de développer l'électronique en région passe aussi par la mise en œuvre d'expérimentations à grande échelle diffusées au sein d'un échantillon représentatif d'habitants. Au-delà des retombées immédiates pour les sociétés bas-normandes partenaires, de telles initiatives apportent une image forte, d'autant plus si les applications déployées à cette occasion s'appuient sur des technologies développées en région. Telles sont notamment les expérimentations qui portent sur les services sans contact et notamment le NFC, technologie inventée par NXP sur Caen au niveau mondial. Le déploiement de services innovants "sans contact" avec l'appui du Pôle Transactions Electroniques Sécurisées ont notamment pour but de contribuer à initier localement un contexte favorable au développement de l'électronique.

III.2.2.1. Des "premières mondiales" conduites en Basse-Normandie dans le domaine du sans contact

Du fait de la présence de compétences scientifiques et technologiques, la Basse-Normandie et Caen en particulier est l'un des "berceaux" de la carte à puce et de la monétique. Dès les années 80, fut menée à Caen la première transaction par carte de paiement à puce. La création en 1983 du SEPT (Service d'Etudes de la Poste et des Télécommunications), laboratoire à l'origine commun entre France Télécom et La Poste, aujourd'hui Orange Labs, a constitué un élément moteur pour le développement des technologies monétiques en région. A partir de ce moment, de nombreuses technologies développées au sein de la recherche caennaise en lien avec les transactions électroniques sécurisées ont été largement diffusées ensuite dans la population. Un certain nombre de "premières" a ainsi été initié en Basse-Normandie.

Les compétences industrielles, scientifiques et pédagogiques ont d'ailleurs été reconnues avec la labellisation en 2005 du Pôle de Compétitivité "Transactions Electroniques Sécurisées" qui faisait suite au rapport du Conseil Economique et Social Régional réalisé sur ce thème fin 2003⁹⁹ et aux travaux conduits par l'ex Centre des Technologies Nouvelles (CTN).

Les développements du sans contact dont l'une des applications porte sur le paiement par mobile ont généré des expérimentations grandeur nature.

⁹⁹ Avis et Rapport du CESR de Basse-Normandie, "La monétique et les transactions électroniques sécurisées", rapport du CESR, décembre 2003, rapporteur : Philippe GUETIN.

Ajoutons à cela que Caen est le berceau de la technologie NFC (Near Field Communication ou communication en champ proche) qui porte sur les communications sans-fil à courte portée et haute fréquence, permettant l'échange d'informations entre des périphériques jusqu'à une distance d'environ 10 cm. Cette technologie est une extension de la norme ISO/CEI 14443 standardisant les cartes de proximité utilisant la RFID (Radio Frequency IDentification), qui combinent l'interface d'une carte à puce et un lecteur au sein d'un seul périphérique.

NXP est, avec Sony, l'inventeur de cette technologie qui a démarré sur le site de Caen (alors Philips Semi-conducteurs) dès 2002 avec une équipe de R&D dédiée. Cette équipe en croissance est aujourd'hui constituée de plus de 70 personnes, la plus importante du monde pour NXP et pour tout concurrent confondu. Ce domaine continue d'ailleurs à être prometteur puisque NXP Caen projette de créer en 2011 une nouvelle équipe dédiée au sans contact qui viendra renforcer les forces actuelles¹⁰⁰. Tous les fabricants de smartphones du monde intègrent en ce moment le NFC ; Nokia ou Google l'ont officiellement annoncé, ce qui est un signe des plus favorables. Des commandes se développent et l'une des applications porteuses actuellement aux USA concerne le paiement.

Orange Labs Caen est également très mobilisé sur cette technologie puisque sur les 250 personnes en R&D, une centaine travaille sur les technologies "mobile" au sein du site caennais. Orange Labs Caen développe des applications sans contact innovantes comme le projet **M-Stadium** précité, en collaboration avec le Stade Malherbe Caen et le Stade de France, à partir d'un partenariat qui associe plusieurs acteurs comme le Consortium stade de France Bouygues - Vinci et le laboratoire PRINT - CRDP de l'Université de Caen.

La Basse-Normandie et notamment l'agglomération caennaise constitue clairement, depuis le milieu des années 2000, un terrain d'innovations et d'expérimentations du "sans contact".

Ainsi, en 2005, s'est déroulée l'opération "**Caen ville NFC**" qui représenta une première, Caen étant la première ville au monde à réaliser des transactions marchandes grandeur nature. Cette expérimentation a été conduite pendant six mois et a mobilisé 200 caennais avec la participation d'Orange, de Philips, de Samsung, du Groupe LASER - COFINOGA et du Groupe Vinci.

Avec un téléphone mobile doté d'une puce NFC mise en œuvre par Philips Semi-conducteurs (à l'époque non encore NXP), les expérimentateurs étaient en mesure de payer en toute sécurité, dans certains magasins du réseau COFINOGA (Galeries Lafayette, Monoprix, magasins du centre ville partenaires...), d'accéder à des parkings VINCI Park ou encore de télécharger une bande annonce de film ou des informations touristiques dans les principaux lieux de la ville de Caen depuis leur mobile.

Placé sous l'égide du Pôle de Compétitivité "Transactions Electroniques Sécurisées" est lancée en 2006 au niveau national l'opération "**Payez Mobile**" qui a associé de grandes banques comme BNP PARIBAS, le Groupe Crédit Mutuel-CIC, le Crédit Agricole, la Société Générale mais également Mastercard et VISA Europe ainsi que les opérateurs Orange, Bouygues Telecom et SFR.

¹⁰⁰ Information mise en ligne le 25 mars 2011 sur le site Internet de Calvados-Stratégie.

Cette initiative s'est appuyée sur une application de paiement bancaire installée sur la carte SIM des utilisateurs, ainsi que sur la technologie NFC alors en cours de standardisation.

Après une phase d'étude et de spécifications menée jusqu'à mi-2007 environ, une phase pilote a été mise en œuvre sur Caen et Strasbourg et mobilisant des clients équipés de téléphones mobiles aux normes internationales sans contact NFC et des commerçants équipés de terminaux de paiement sans contact.

Signalons aussi qu'au niveau national, Nice a été retenue en 2010 pour conduire l'expérimentation à grande échelle "Nice, ville sans contact mobile", avec le déploiement d'un bouquet de services chargés sur les mobiles de 3 000 clients, 1 000 pour chacun des trois opérateurs de téléphonie mobile (Bouygues Telecom, SFR et Orange). Des innovations comme le déploiement d'une première carte étudiante virtuelle multiservices ont été conduites dans ce cadre.

Même si Caen et la Basse-Normandie est le lieu où la technologie est développée, il s'avère plus complexe d'organiser dans une agglomération moyenne comme Caen (de 200 000 habitants) une expérimentation mobilisant beaucoup d'acteurs, chose plus aisée dans un territoire de plus de 530 000 habitants comme l'agglomération niçoise.

III.2.2.2. Les initiatives en développement et le projet "Territoire Leader du Mobile Sans Contact"

Parmi les récentes initiatives, il convient de signaler le lancement, en septembre 2010, du parcours touristique "sans contact" **"sur les pas de Guillaume le Conquérant"** par la Ville de Caen en partenariat avec Orange.

Grâce aux flashcodes positionnés sur le parcours historique, le visiteur peut prendre connaissance d'informations et de commentaires sur la visite en cours d'un simple flash à l'aide de son mobile. Ces mêmes informations sont également accessibles grâce à des tags NFC, le mobile devant alors être pourvu d'une puce permettant l'utilisation de cette technologie.

Mais la grande opération en cours est celle du **"Territoire Leader du Mobile Sans Contact"** faisant suite à l'appel à déclarations d'intentions lancé en 2010 par le Ministre en charge de l'Industrie auprès des collectivités territoriales et autorités organisatrices de transport, en relation avec des entreprises partenaires, afin de labelliser des projets. Conformément au cahier des charges de cet appel à déclarations d'intentions, après une première phase d'expérimentation, devra être lancée une deuxième de préfiguration avant l'industrialisation du processus en 2012.

Déposé fin septembre 2010, le dossier de Caen la Mer s'est appuyé sur les atouts de l'agglomération : *"son avance et son expérience des nouveaux usages des technologies sans contact ; la capacité de ses acteurs, publics et privés, à se mobiliser et leur ambition collective pour le développement économique ; l'écosystème favorable de ce territoire, qui rassemble des acteurs majeurs du NFC et les moyens d'innover"*¹⁰¹.

En janvier 2011 ont été retenus neuf territoires pilotes : Bordeaux en coordination avec Pessac, Caen en coordination avec le département de la Manche, Lille, Marseille,

¹⁰¹ Source : plaquette réalisée à l'occasion du Salon WIMA NFC 2011 de Monaco.

Nice, Paris, Rennes, Strasbourg et Toulouse. Ces villes seront accompagnées par une instance de coordination nationale.

Pour Caen la Mer, différentes commissions thématiques (transport, tourisme...) travaillent actuellement sur la sélection d'usages et d'applications à privilégier.

Pour le département de la Manche, le projet "Clés de la Ville" sur Saint-Lô (cf. présentation de la société CEV) implique également des acteurs économiques locaux.

Les développements peuvent concerner de multiples applications qui nécessitent une bonne articulation entre les différents partenaires. A ce sujet, dans le cadre des expérimentations locales autour du NFC, il existe déjà, selon Orange Labs, des spectres fonctionnels permettant l'interopérabilité entre les opérateurs dans le domaine du transport par exemple (KEOLIS, VEOLIA...).

Certains acteurs rencontrés insistent sur l'importance d'avoir des chefs de projets identifiés pour faire avancer les expérimentations.

Des inquiétudes se font jour en revanche suite au dernier remaniement ministériel de début 2011, les engagements de l'Etat sur l'aspect financier de cette opération semblent changer.

Parmi les projets labellisés par le Pôle TES et en partenariat avec Manche Numérique, le projet **MUST** consiste dans la création d'un terminal mobile 3G/NFC s'appuyant sur ANDROID¹⁰² et développement de services e-tourisme dédié au Mont Saint-Michel. Porté par Orange, les partenaires locaux sont CEV Group, l'Université de Caen - Basse Normandie dont l'IUT de Cherbourg-Manche pour les aspects de réalité virtuelle.

Un autre projet de visite virtuelle de l'ancien Château de Cherbourg fait appel à des compétences en réalité augmentée sur mobile.

Plus largement, les applications et expérimentations autour du Document Numérique (dématérialisation des procédures, des documents physiques...) mobilisent également les technologies microélectroniques et toute initiative en la matière permet d'identifier la Basse-Normandie comme terre d'innovation¹⁰³.

On notera enfin que Caen la Mer, le Pôle TES et les entreprises partenaires ont participé au WIMA NFC de Monaco en avril 2011, évènement international consacré aux technologies NFC.

¹⁰² Système d'exploitation open source[3] pour smartphones, PDA et terminaux mobiles conçu par ANDROID, une startup rachetée par Google.

¹⁰³ L'avis du CESER émis en avril 2008 sur le document numérique recommandait le développement d'expérimentations publiques en Basse-Normandie dans ce domaine.

III.3. UN EFFET RESEAU BENEFIQUE ET LA MISE EN RELATION DES ACTEURS

III.3.1. Le campus technologique EffiScience, lieu de concentration des activités en lien avec la microélectronique...

Après la fermeture définitive de la Société Métallurgique de Normandie (SMN, groupe Unimétal) en 1993 après plus de 90 ans d'existence sur le plateau de Colombelles furent lancées, cette même année, les premières études d'urbanisme en vue d'une reconversion du site (160 hectares) par le District du Grand Caen à l'époque.

Trois ans plus tard, l'étude sur la reconversion du site aboutit à un projet de campus dédié aux Technologies de l'Information et de la communication devenu depuis **EffiScience**.



C'est d'ailleurs, cette même année, en 1996, qu'est créée la Société d'Economie Mixte d'aménagement et de construction, qui deviendra "Normandie Aménagement", qui a pour tâche de gérer les études et les concessions sur les espaces économiques de l'agglomération. En 1996 également, Dominique PERRAULT, architecte urbaniste, et son agence sont chargés de mener la réflexion sur le site. A cette période, est créé sur une partie du plateau un Agrosite qui deviendra Normandial avec l'ambition de constituer sur cet espace un regroupement d'activités autour de l'agroalimentaire.

En 1997-1998, le Conseil Général du Calvados réalise une pénétrante à 2 x 2 voies (doublement de la RD 403) reliant le site à l'A13 par l'Est.

Dès 1999 s'installent les premières entreprises sur le site de Colombelles.

En 2003, à l'époque où Synergia devient l'agence de développement économique communautaire, chargée de l'entrepreneuriat, de la prospection d'entreprises, du marketing et de l'observation du territoire, mûrit le projet de campus initié à l'époque par Philips Semi-conducteurs avec l'idée initiale d'y implanter un centre d'expertise mondial de 800 chercheurs. Ce projet devait permettre à la recherche et au développement de la société de prendre localement un nouvel essor.

Pour que ce projet s'impose, il avait fallu convaincre le siège hollandais de Philips de l'opportunité de ce projet pour s'imposer face à d'autres sites de R&D du groupe comme Nimègue (Pays-Bas), Hambourg (Allemagne) et Southampton (Angleterre). C'est d'ailleurs une bataille permanente et quotidienne pour maintenir, au sein d'un groupe mondial, les sites qui doivent rendre des comptes en termes de performances et de développements.

Deux conventions ont été signées en décembre 2003 et février 2004 préfigurant le lancement du projet et mobilisant tous les acteurs publics concernés (Europe, Etat, Conseil Régional de Basse-Normandie, Conseil Général du Calvados, Communauté d'Agglomération Caen la Mer).

En janvier 2005 est célébrée la pose de la première pierre du centre R&D et le campus technologique EffiScience sera inauguré en octobre 2007, A cette époque, outre le centre R&D de NXP, le site comprend Innovaparc, ensemble immobilier destiné à recevoir des petites activités de R&D et/ou de bureaux, la base vie "Will be center" et

le centre d'appel Webhelp qui, même s'il s'agit d'emplois moins qualifiés (500 emplois dès cette période), répond à la logique de thématiques d'activités d'EffiScience.

Siège de NXP France¹⁰⁴, l'implantation, qui totalise alors 900 personnes sur le site comprend un ensemble de quatre bâtiments de bureaux et de laboratoires (14 242 m²) sur 5 hectares comprenant un bâtiment d'accueil (1 540 m²), un Shared Service Center (bâtiment administratif de 1 743 m²) et plus de 700 places de parkings. L'ensemble de la construction a coûté 36 millions d'euros. Le propriétaire du site est la société Tour Eiffel du groupe Awon loué à NXP France pour un bail de 9 ans.

NXP a véritablement été l'initiateur de la création du campus Effiscence qui s'inscrivait dans une stratégie de revitalisation de ses activités et était lié à un important programme de R&D technologique sur la période 2004-2008. Ce programme sur cinq ans visait à développer de nouvelles technologies de miniaturisation, pour un montant total de 200 millions d'euros, soutenu par les pouvoirs publics à hauteur de 33 millions d'euros maximum, dont 11 venaient des collectivités locales en abondement de l'Etat et de l'Europe. NXP a emménagé sur le Campus en janvier 2007 et y a établi son siège social pour la France. NXP est particulièrement actif dans l'animation du Campus, contribuant à y attirer de nouvelles sociétés du domaine high tech.

En 2008, fut inauguré le bâtiment Erable, premier bâtiment à Haute Qualité Environnementale (HQE) du Grand Ouest. Il accueille notamment le pôle de compétitivité Transactions Electroniques Sécurisées et l'entreprise ELITT (EuroLab for International Transaction Technologies), filiale du GIE CB installée sur EffiScience dès 2007.

C'est ensuite au tour de Plug n'Work, la pépinière et hôtel d'entreprises technologiques de Caen la mer, d'une surface de 3 000 m², d'être inaugurée en novembre 2009.

En 2007 fut créé un mastère "Microelectronics System Design and Technology" par l'ENSICAEN et cinq autres grandes écoles d'ingénieurs françaises spécialisées, aux côtés des entreprises comme NXP qui ont participé à cet élan prometteur mais éphémère.

Le campus a clairement été fondé sur un concept collaboratif. Selon ses promoteurs, le but était d'attirer soit des partenaires, soit des fournisseurs, privés ou publics. Le projet s'appuyait sur une forte attractivité des activités innovantes, un environnement à même de favoriser, sur les 25 hectares du site, l'accrétion d'autres activités high-tech en lien avec la microélectronique sur le modèle de Crolles et, plus largement, avec le numérique, les technologies de l'information et de la communication. Aux côtés de NXP et des entreprises partenaires et sous-traitantes, était également souhaité à l'origine l'accueil d'un pôle de formation.

Toutefois, la crise qu'a connue NXP et la fermeture de ST-Ericsson a quelque peu brisé l'élan initial et le rythme de développement du campus. Certains projets n'ont pu se réaliser. Par exemple, dans la dynamique de développement qui a suivi l'ouverture du site avait été étudiée la création d'un pôle de ressources d'innovation industrielle mutualisé destiné à ouvrir la technologie PICS (Passive Integration Connecting Substrate) développée par NXP à d'autres entreprises et notamment à des PME qui

¹⁰⁴ Depuis le 2 octobre 2006, Philips Semi-conducteurs est devenu NXP.

pouvaient avoir besoin de ces technologies pour venir les utiliser. Tel était l'esprit du projet dénommé "SiP3". Basé sur les technologies System in Package -cédée depuis par NXP-, le projet devait rassembler en un même bâtiment une fab (c'est-à-dire la partie industrielle de NXP de la Côte de Nacre, reprise depuis par IPDIA), des laboratoires, des formations, des lieux de rencontre, d'échange et d'innovation, des plates-formes sur la base de partenariats et de coopérations liés à ces technologies SiP. Il s'agissait de créer un lieu unique où des univers collaboratifs devaient se mettre en place pour devenir des références internationales d'observation des usages et d'expérimentations, grâce à l'implication des acteurs de moyennes et petites tailles avec l'aide des grandes entreprises autour du "hard" et du "soft".



Cette vue d'architecte montre ce qu'aurait pu être le projet SIP3 sur le campus EffiScience
Source : NXP

A défaut de la venue de nouvelles sociétés high-tech sur le site, une démarche pragmatique est à l'origine de l'arrivée des services administratifs de l'entreprise papetière HAMELIN sur EffiScience. Même si cette activité ne relève pas de la thématique locale retenue à l'origine du projet de campus, il faut néanmoins indiquer qu'au sein de la Silicon Valley californienne elle-même, une part non négligeable d'activités n'a rien à voir avec des domaines high-tech.

Pour certains acteurs, la dépendance à NXP est (trop) forte, et la venue d'une seconde locomotive sur le campus serait bénéfique.

Côté services, un pôle de restauration fut confié à Avenance entreprises (groupe Elior) comprenant une brasserie, un restaurant interentreprises, un restaurant d'affaires ainsi qu'une franchise Paul. S'installera à proximité du site une crèche permettant d'apporter un service pour les salariés travaillant sur EffiScience ayant de jeunes enfants.

Le campus sera en outre rapidement desservi par la ligne de bus Twisto qui le connecte ainsi avec la gare SNCF et le centre ville. A terme, il faut rendre possible l'arrivée d'un tramway selon Normandie Aménagement.

Conformément au projet initial devait s'installer une résidence hôtelière trois étoiles ainsi que des équipements sportifs. Egalement, l'idée de construire une résidence service ne trouve pas encore son modèle économique sur le site.

Même si, jusqu'à présent, le développement du campus est en deçà de ce que ses promoteurs attendaient en termes de réalisations, le campus technologique est un lieu de concentration important de sociétés (plus de 50 entreprises s'y sont installées regroupant au moins 1 500 salariés¹⁰⁵) dont certaines de haute-technologie de toutes tailles. Aux côtés de NXP, des sous-traitants du secteur de l'électronique comme ASCO Electronique ou SOMINEX s'y sont installés pour bénéficier de ce contexte favorable au regroupement d'activités innovantes et pour être à proximité de NXP, donneur d'ordres. Des petites entreprises innovantes ou en incubation sont venues intégrer cette zone, hébergées au sein de la pépinière **Plug n'Work**, **Innovaparc**, ensemble immobilier destiné à accueillir des petites activités de R&D et/ou de bureaux, ou au sein même des locaux de NXP.

Arrêtons-nous quelques instants sur la pépinière et l'hôtel d'entreprises technologiques **Plug n'Work** qui accueillent, sur 3 000 m², des start-up à fort potentiel d'innovation. Gérée par Synergia, cette initiative est soutenue par l'agglomération Caen la Mer, le Conseil Régional de Basse-Normandie, le Conseil Général du Calvados, la Caisse des Dépôts, l'Etat, l'Union Européenne (FEDER) et la SEM Normandie Aménagement. Plug n'Work propose trois types d'hébergement possibles :

- La **pépinière d'entreprises** est un bâtiment qui offre un espace de bureaux et des locaux à de jeunes sociétés, sur une base temporaire. Associée à des services mutualisés (classiques et à haute valeur ajoutée) et un accompagnement des entrepreneurs, cette offre améliore considérablement leurs chances de naissance, de croissance et de succès.
- L'**hôtellerie d'entreprises** est une offre locative souple offrant de plus grandes surfaces et s'adressant aux entreprises en développement (> 2 ans). Choisie pour une première implantation ou suite à un hébergement en pépinière, l'hôtellerie permet aux entreprises de se développer dans des conditions propices à leur croissance.
- La **domiciliation hors murs** au sein de Plug n'Work permet à une entreprise de louer un bureau/salle de réunion sur demande, à la carte et à tarif préférentiel, lui permettant ainsi de limiter ses charges locatives, Elle permet également à l'entreprise d'y établir son siège social et de recevoir son courrier.

Plug n'Work propose uniquement des espaces de bureau mais ne peut accueillir d'atelier. L'hébergement s'accompagne de nombreux services mutualisés. Privilégiant la thématique "high-tech", la pépinière apporte un contexte favorable pour accélérer le cycle entre recherche et commercialisation. Pendant deux ans, les entreprises sont accompagnées. Il n'y a pas de bail mais une convention de services et d'accompagnement qui inclut l'hébergement dans les locaux. Exceptionnellement, la durée peut aller jusqu'à 3 ans maximum. Les entreprises payent une contribution modérée qui va en progressant dans le temps.

¹⁰⁵ Selon la newsletter n°1 du site sur www.campus-EffiScience.com - mai 2011.

Il existe une convention passée avec Normandie Incubation. Les sociétés incubées sont prioritaires pour être hébergées dans les pépinières lorsqu'elles sortent de l'incubateur. De l'ingénierie financière et des formations communes sont aussi proposées aux dirigeants des entreprises incubées et celles qui sont accueillies dans la pépinière. Les formations d'une demi à une journée sont proposées à un coût faible de 20 euros pour les entreprises de la pépinière. Pour les entreprises incubées, ce service est gratuit car intégré dans le budget qui leur est alloué (43 000 euros). Ce budget intègre notamment des études de marché, du conseil juridique...

Rappelons que les entreprises se créent au sein de Normandie Incubation. Les entreprises hébergées à Normandie Incubation sont localisées dans les locaux principaux rue Claude Bloch, au GANIL ou chez NXP. Ces entreprises doivent justifier d'un lien avec la recherche publique ou privée fort. Il s'agit, durant cette phase d'accélérer la maturation technologique des entreprises. La période d'hébergement au sein de l'incubateur est de deux ans avec prolongation éventuelle.

Certains projets en cours d'incubation présentent des cas particuliers comme Blinksight qui est hébergée au sein d'Innovaparc et qui bénéficie de la convention de revalorisation suite au départ de ST-Ericsson. Le loyer est ici pris en charge pendant 2 ans par cette entreprise. L'entreprise EDE Labs bénéficie des mêmes dispositions.

Précisons que dans le cas particulier d'un projet technologique très innovant mais sans recherche, c'est Synergia qui accompagne et qui incube.

Lors de nos entretiens, a été soulevée la question des entreprises high-tech ou tertiaires qui, après la phase d'hébergement à Plug n'Work, rencontrent des difficultés pour rester sur EffiScience. Certains regrettent une absence de disponibilités de terrains pour les entreprises qui en font la demande et qui souhaiteraient être propriétaires de leurs locaux.

La gestion et l'animation d'Innovaparc récemment confiées à Caen la Mer devrait permettre de mieux répondre aux attentes d'hébergement des jeunes entreprises après leur phase d'incubation. Il est à cet égard important d'avoir localement la possibilité de suivre les start-up et d'anticiper leurs parcours et leurs besoins futurs en termes d'hébergement.

Durant l'été 2011, ont été présentés les projets de construction de trois nouveaux bâtiments de 2 000 m² chacun qui devraient être livrés fin 2012 sur le plateau de Colombelles. Situés près de NXP, ils constitueront une nouvelle tranche d'EffiScience. Près de 10 millions d'euros d'investissements seront pris en charge par Normandie Aménagement. Une partie de ces nouveaux locaux pourrait permettre d'héberger notamment des jeunes pousses sortant de la pépinière Plug n'Work et en quête de surfaces de 100 à 500 m² (souhait qui a été formulé par certaines sociétés rencontrées). Citons également le transfert déjà effectif du siège d'Eiffage Construction Basse-Normandie dans une partie des anciens locaux de ST-Ericsson ainsi que la réalisation d'un bâtiment qui regroupera sur Normandial, Véolia Environnement d'ici fin 2011. L'entreprise Promocash actuellement située à Mondeville devrait également rejoindre Normandial fin 2011. Même si ces dernières entreprises ne sont pas à classer parmi les sociétés de haute technologie, leur venue permettra au site d'atteindre une taille optimale et de rendre envisageable la réalisation de certains équipements communs.

Citons également l'initiative "**Hôtel des Projets**" en cours sur EffiScience porté par le Pôle TES en partenariat avec Synergia et le pôle Mobilité Interentreprises avec le soutien de Normandie Aménagement, ce concept visant à proposer aux établissements de R&D des PME membres du Pôle engagés dans un projet innovant et collaboratif, une implantation sur le campus dans des conditions économiques attractives. L'idée est de mettre à la disposition des entreprises concernées pour 3 000 euros par an un bureau de 15 m² équipé d'une connexion internet haut-débit par fibre optique, des services téléphoniques et de réception ainsi que d'autres services logistiques. Cette implantation permettrait également d'ouvrir les portes au financement public régional à la seule condition de créer, le temps que durera le projet, un établissement sur le site, l'objectif visé étant d'encourager les entreprises à pérenniser leur implantation sur le campus. Ce projet est cohérent par rapport au développement du Grand Paris. A mi-2011, au démarrage de l'opération, 4 emplois ont d'ores et déjà été créés.

Des entreprises nous ont en revanche indiqué le prix très élevé de l'hébergement sur le campus, comparé à d'autres zones d'activités sur l'agglomération. Sont aussi relevées la mauvaise signalisation du site sur les principaux axes, l'absence de référencement sur les GPS et les mauvaises conditions d'accès sur le boulevard périphérique au droit du Pont de Calix.

Lors des discussions avec les responsables d'entreprises installées sur EffiScience, certains ont regretté un certain isolement des structures et que, malgré l'existence d'un pôle de restauration, il manquait un lieu convivial où se retrouveraient les ingénieurs après leur journée de travail à l'image des bars présents dans la Silicon Valley.

Il manque aussi, selon certains, l'animation que pourraient générer un pôle de formation et ses étudiants sur le site. Sur ce point, l'appellation "campus" signifiait bien au départ la volonté d'y intégrer de l'enseignement supérieur et de la recherche. La perspective de regrouper des enseignements et de la recherche sur le "campus" EffiScience a bien jadis été abordée notamment dans le cadre du projet de reconstruction des locaux d'enseignement et des laboratoires de l'ENSICAEN. Mais la complémentarité avec l'UFR Sciences sur le campus Côte de Nacre a, entre autres, incité les décideurs à opter pour un investissement sur le site actuel. La construction d'une annexe sur EffiScience n'est plus d'actualité aujourd'hui, tenant compte des difficultés qu'auraient les enseignants chercheurs et les élèves à se répartir sur deux sites du fait des implantations des équipes mixtes avec l'Université de Caen. Toutefois, il est évident que le site actuel du campus 2 est contraint et empêche d'agréger autour des laboratoires, des entreprises.

La question d'un lycée international fut également soulevée dans la dynamique de développement du campus. Un tel équipement devait constituer un élément déterminant et structurant en répondant aux attentes de mobilité des jeunes cadres. Sur Caen, ce projet qui n'a pas bénéficié du soutien du Rectorat n'a pu voir le jour.

Egalement, sur le plan de l'environnement, la présence de friches peu esthétiques et des vestiges délabrés de l'ancienne SMN nuit à l'image d'ensemble du site qui accueille de nombreux visiteurs, notamment étrangers.

En conclusion, EffiScience rassemble déjà un fort potentiel technologique même si celui-ci est en deçà des projets initiaux. Toutefois, pour certains observateurs,

l'agglomération de Caen doit continuer, à la taille qui est la sienne, de se nourrir du passé grenoblois¹⁰⁶ et de l'histoire de la fédération des acteurs qui a permis la constitution d'un pôle majeur. Les lieux de partage de stratégies entre les acteurs industriels et les pôles de formation et de recherche apparaissent à cet égard fondamentaux.

III.3.2. ... mais d'autres zones hébergeant des activités microélectronique / électronique sur Caen et le territoire bas-normand

Sur Caen, il existe d'autres zones concernées par le développement d'activités innovantes.

Historiquement, le plateau Nord de Caen représente le premier et le plus ancien lieu de concentration d'activités technologiques et innovantes sur l'agglomération caennaise, là où tout a commencé pour la microélectronique... Apparu avec l'installation de la Radiotechnique en 1957 (une usine à la campagne disait-on à l'époque), du CHU en 1976 et du GANIL en 1982, le plateau nord rassemble toutes les activités d'enseignement supérieur et de recherche, le pôle santé et des activités industrielles et notamment l'entreprise IPDIA dont il est apparu vital de sauver le modèle économique ainsi que les dizaines de millions d'euros investis dans les salles blanches (outils qui ont failli être détruit).

Au plan détaillé, y prennent place aujourd'hui :

- l'enseignement supérieur et la recherche avec le campus scientifique Côte de Nacre rassemblant l'ENSICAEN, l'UFR Sciences de l'Université de Caen, l'IUT de Caen, le campus Jules HOROWITZ avec le GANIL et CYCERON, le pôle Claude BLOCH avec l'Institut d'Administration des Entreprises, l'UFR de Sciences Economiques de l'Université de Caen, l'ENSICAEN B, Normandie Incubation, le pôle d'Epron avec l'ESITC ;
- le pôle santé avec le CHU, le Centre de Lutte contre le Cancer François BACLESSE, l'UFR de Pharmacie ;
- des activités industrielles et tertiaires et notamment la Zone Industrielle du Mont-Coco avec IPDIA, fabricant de composants passifs.

Plus à l'Est, sur Hérouville Saint-Clair, la Zone d'Activités du **CITIS** et la ZI de la Sphère hébergent également des activités high-tech dont plusieurs se situent dans le domaine de la microélectronique / électronique (ELDIM, L'Impulsion).

Pour les jeunes entreprises innovantes, la ville d'Hérouville Saint-Clair propose deux pépinières : **Iliade**, pépinière tertiaire réservée aux entreprises en création installée en Zone Franche Urbaine et qui offre aux entreprises des exonérations fiscales et sociales et **Odysée**, destinée surtout aux activités tertiaires mais qui accueille certaines TPE (CAPVRF, RFSoc, ICRF).

¹⁰⁶ Sur Grenoble, l'action publique, l'INRIA et France Telecom ont eu un rôle moteur à l'origine auxquels se sont greffés le LETI et le synchrotron. Le site de Crolles s'est développé puis aujourd'hui Grenoble presque île, nouveau campus d'innovation. Depuis 2002, le campus MINATEC s'inscrit dans cette dynamique.

A l'Ouest, le pôle **Unicité** principalement tertiaire héberge également des activités se situant dans le périmètre de notre présent sujet d'étude comme FIME par exemple. Par ailleurs, le site accueille la pépinière **Emergence** de la Communauté d'Agglomération Caen la Mer qui met à la disposition des créateurs d'entreprises des locaux (bureaux et petits ateliers) et des services et matériels partagés à des conditions tarifaires étudiées pour favoriser le démarrage de jeunes entreprises. EMERGENCE accueille préférentiellement les jeunes entreprises (moins d'un an d'existence), opérant dans les secteurs des hautes technologies, de l'ingénierie, des services aux entreprises et porteuses d'un projet innovant.

Contrairement au concept de campus technologique EffiScience qui, en partant de rien, consistait à concevoir une dynamique portée par une entreprise locomotive autour d'une thématique précise, les autres zones d'activités sont plus diffuses, même si l'identité du plateau Nord de Caen autour d'un pôle santé - matériaux - physique nucléaire s'affirme incontestablement.

Selon Normandie Aménagement auditionnée dans le cadre de notre étude, il existe en fait sur Caen deux pôles majeurs : le **plateau nord** (grand frère) qui devrait faire l'objet d'un prochain réaménagement ainsi que le campus technologique **EffiScience** (petit frère). Sur l'agglomération caennaise, il est important de rendre le système collaboratif et de mieux relier les zones d'activités du CITIS et du plateau Côte de Nacre, améliorer la circulation et lutter contre les conflits d'usages.

Normandie-Aménagement a racheté à La Foncière les anciens locaux de NXP sur la ZI Mont-Coco, avec l'objectif affiché de sanctuariser les outils et équipements majeurs comme les salles blanches dont les espaces vacants pourraient attirer des entreprises extérieures (atout majeur à conserver). Est également en cours de développement un projet de pépinière autour des biotechnologies. Pourraient aussi être mutualisés les fluides d'IPDIA avec le futur CHU.

Caen dispose ainsi en quelque sorte de son "plateau de Saclay" avec les mêmes types de composantes toutefois à des échelles de taille différente.

Pour Normandie Aménagement, il faut anticiper les reconversions permanentes des sites et leur donner une visibilité marketing forte. Il faut parvenir à avoir deux sites forts sur l'agglomération caennaise qui pourraient être identifiés par un label commun sur le modèle d'autres sites technopolitains en France. Synergia, l'agence de développement économique de Caen la Mer est actuellement engagée dans la définition d'une stratégie de marketing territorial des zones d'activités technologiques et scientifiques via une labellisation "**Science Park**"¹⁰⁷.

Même si la concentration d'activités autour de la microélectronique sur EffiScience est souhaitable, il est indéniable que la majorité des activités "high-tech" sur Caen se partagent aujourd'hui entre le plateau nord et Colombelles.

En dehors de l'agglomération caennaise, il n'existe pas, dans de lieux bien identifiés, une concentration d'entreprises en microélectronique / électronique suffisante pour justifier des zones d'activités dédiées. L'existence d'entreprises de ce secteur répond souvent à des décisions historiques. Citons, parmi les territoires bas-normands

¹⁰⁷ Science Park est un label international <http://www.iasp.ws>

qui regroupent des activités innovantes en lien avec notre sujet d'étude, Saint-Lô avec la dynamique autour de la société CEV.

En général, en dehors de l'agglomération caennaise, peu de sociétés électroniques intègrent de la recherche. Pour celles qui sont dans ce cas se pose la question de faire cohabiter sur un même site une unité de production et un centre de R&D. A cela s'ajoute l'intérêt de se retrouver dans un lieu favorable à la rencontre avec d'autres ingénieurs.

Citons la société SOMINEX installée à Bayeux qui a souhaité établir son unité "électronique" sur EffiScience, démarche répondant à une justification à la fois économique et technique. D'autres entreprises situées en dehors de Caen nous ont affirmé songer également à ce que la partie R&D de leur société rejoigne le campus de Colombelles.

III.3.3. Des attentes fortes en termes d'actions collectives fédératrices et d'attractivité du territoire

La quasi-totalité des acteurs ont insisté sur le besoin de fédérer les énergies dans ce secteur de la microélectronique élargi à son écosystème électronique et numérique.

Comme nous avons pu le voir, la création du campus technologique EffiScience, même si celui-ci est bien en deçà des attentes initiales, a permis de constituer un "pôle" de compétences géographiquement regroupées et identifiées où les acteurs évoluent dans un contexte favorable, se rencontrent et collaborent. Même si la réalisation de lieux de rencontres est à parfaire sur EffiScience (à l'instar d'un "bar" des ingénieurs, des terrains de sport...), les dispositifs proposés par Synergia dans le cadre notamment de Plug n'Work et de son accompagnement aux entreprises innovantes, en lien avec Normandie Incubation favorisent ponctuellement les rencontres.

Des initiatives conviviales sont en outre à relever comme la "Fête des voisins" sur le campus de Colombelles. Depuis maintenant 3 ans, sous l'impulsion de NXP, EffiScience prend une fois par an des allures de village pour un moment convivial partagé entre les résidents industriels du site. Des tables et barbecues sont installés pour l'occasion sur l'esplanade. Les entreprises apportent "flyers" et démonstrations pour se présenter, échanger avec leurs homologues, des autres entreprises du campus qu'elles croisent souvent sans les connaître. Lors de l'édition du 27 mai 2011, le pôle TES a mis en place une conférence, ouverte à tous, de Philippe NIEUWBOURG, analyste-éditorialiste sur le thème "NFC : Etat de l'art et tendances".

Malgré ces initiatives, la plupart des entreprises, des plus petites aux plus grandes, ont globalement relevé la mauvaise connaissance qu'elles ont des autres acteurs appartenant pourtant à leur propre domaine d'activités en région et regretté l'absence de réseau ou de club d'échanges autour de la microélectronique et de ses activités connexes.

Certaines des entreprises adhérentes à un pôle de compétitivité en région ont salué les initiatives prises par TES ou MOV'EO qui permettent la mise en relation avec des sociétés appartenant même à des horizons très différents mais toutes les structures de notre thème d'étude ne font, loin s'en faut, partie d'une telle structure.

Dans ce secteur de la microélectronique / électronique, l'interdépendance entre entreprises est potentiellement forte entre les concepteurs de composants, les

fabricants, les bureaux d'études, les intégrateurs, les spécialistes du test et les experts en caractérisation, jusqu'aux fabricants de circuits intégrés. A plusieurs reprises, l'exemple nous a été donné d'un recours à une prestation extérieure à la Basse-Normandie alors que les compétences existaient localement. Faute de bien se connaître, la collaboration et même la fertilisation croisée entre industriels est limitée voire impossible. Cette situation est aussi valable pour les formations et la recherche insuffisamment repérées par les entreprises.

D'aucuns souhaiteraient par exemple la réalisation d'un annuaire d'entreprises de la microélectronique et de ses activités connexes qui permettrait de faire connaître plus efficacement les partenaires potentiels locaux.

Comme nous avons pu le voir, les initiatives de la SOTRABAN en faveur des sous-traitants électroniques et les actions collectives conduites (et en premier lieu l'opération EVOLEC) sont fortement appréciées mais là encore, elles ne concernent qu'une partie de notre champ d'activités.

La notion de "club" apparaît fondamentale à l'image de celui qui regroupe actuellement les acteurs d'ECOVIDA, réseau d'excellence dédié aux écotecnologies qui intègre des actions collectives fortes. Il s'agit de favoriser la mobilisation croisée des acteurs et de développer une image forte.

La MIRIADE pourrait accompagner ce mouvement à travers les grandes thématiques qu'elle suit et les actions qu'elle conduit ("Passerelles" par exemple).

Ce type d'initiative rejoint également la perspective prometteuse de structurer, au-delà des notions de pôles et filières, l'animation dans le cadre des grands champs porteurs identifiés lors des Etats Généraux de l'Industrie (Matériaux, Environnement, TIC, Santé).

Ont été également abordés par les entreprises rencontrées les enjeux autour de la promotion et de la valorisation des compétences technologiques de la microélectronique tant à l'intérieur des frontières de la région qu'à l'extérieur. Dans beaucoup de domaines, scientifiques, technologiques et industriels, la Basse-Normandie rassemble des activités de pointe et d'avenir mais faute de suffisamment les mettre en avant, celles-ci demeurent insuffisamment connues.

Sur le plan commercial, développer des démarches de promotion pour une entreprise consiste à être présent sur de grands salons professionnels thématiques de niveau au moins national comme le CIEN (Carrefour de l'Industrie Electronique et Numérique), le salon de référence des industriels des composants, de la production, de la sous-traitance et du test et mesures pour ne citer que lui. Les plus grandes entreprises de la microélectronique en Basse-Normandie sont présentes à ce genre de grand rendez-vous. En revanche, les plus petites sociétés et notamment les plus récentes n'ont bien souvent pas les moyens humains et financiers pour s'engager dans un tel évènement.

Il existe déjà de telles actions au sein des filières constituées en Basse-Normandie. Le Conseil Régional pourrait jouer un rôle pour favoriser la présence d'entreprises régionales dans des manifestations emblématiques au sein d'activités non encore coordonnées à l'instar de la microélectronique. D'autant que de telles actions ont été conduites pour la filière nautique avant la création de la Fédération Nautique

Normande (F2N) ou encore pour ECOVIA dans le cadre du salon POLLUTEC qui se tient à Paris-Nord Villepinte.

Pendant plusieurs années, sous l'égide de France Télécom et des collectivités territoriales, était organisé chaque année au Centre International de Deauville le salon RSI (Rendez-vous des Solutions Internet) qui élargissait le panel des sociétés exposantes au secteur de l'électronique et du numérique. Au-delà de la difficulté de faire vivre et financer une telle manifestation au niveau régional, la tenue de "moments forts" en Basse-Normandie est une piste souhaitée par les acteurs de la microélectronique. Répondant à cette philosophie, NXP avec ses partenaires œuvre actuellement au développement d'une Journée sur l'Electronique à moyen terme.

Dans le même ordre d'idée, certains industriels souhaiteraient faire venir en région un grand évènement national à l'instar des Journées Nationales Micro-ondes (JNM) qui réunissent tous les deux ans la communauté française du secteur des hyperfréquences, composants, circuits intégrés, systèmes, instrumentation et applications, etc. et largement ouvertes aux scientifiques d'autres pays, désireux de présenter leurs travaux. L'édition 2011 s'est tenue en mai à Brest, en 2013, elle aura lieu à l'Université Pierre et Marie Curie à Paris. La perspective d'organiser l'édition 2015 à Caen fait partie des éventualités.

La promotion des activités de la microélectronique et de son environnement auprès de la population régionale en général et des jeunes en particulier est un point également important, les entreprises ont mis en avant toute la difficulté qu'elles ont à recruter des ingénieurs.

Depuis 2009, à raison de deux manifestations par an, Synergia, NXP et le Pôle Mobilité Interentreprises de Caen¹⁰⁸ organisent sur EffiScience des "**Campus Job Dating**" ou "Forum de recrutement High Tech". Le principe de cette manifestation est de mettre en relation directe des cadres et ingénieurs en recherche d'emploi ou de mobilité avec des entreprises ayant des besoins en cours ou à venir.

L'originalité de cette animation est de se focaliser sur les fonctions ingénieurs et cadres de l'industrie de haute technologie dans les domaines de l'informatique, de l'électronique, de la R&D ou du management, et d'organiser des entretiens très courts pour permettre aux entreprises et aux candidats d'avoir un premier entretien en tête à tête.

Les principaux acteurs du campus technologique EffiScience sont alors rejoints pour l'occasion par quelques entreprises de l'agglomération qui se sont associées pour regrouper leurs offres d'emploi disponibles. Lors de la troisième édition en décembre 2010, par exemple, 15 entreprises ont présenté plus de 80 emplois (Orange, Alten, Capgemini, CRFTech, Davidson, Eff'Innov Technologies, Elitt, Gravity, IPDIA, The Montecito-Group, Noopsis, NXP, Thalès, Ulteo, Webhelp, Zero To One Technology). Des partenaires comme l'Université de Caen, l'Ecole de Management de Normandie, l'ENSICAEN, SUPINFO ou encore l'APEC étaient également présents. Au cours de

¹⁰⁸ Après Grenoble, le second Pôle Mobilité Interentreprises a été ouvert en 2008 sur Caen, installé sur le Campus EffiScience dans les locaux du Pôle TES. Pour cela, des partenariats ont été créés avec les acteurs locaux de l'économie et de l'emploi comme : l'APEC, l' ANPE, les cabinets de recrutement, les entreprises, les centres de formation, la région normande, les OPCA, les investisseurs, les CCI, etc.

cette manifestation contrariée par des conditions météorologiques déplorables, 98 candidats se sont présentés et ont eu en moyenne 2,4 entretiens (de 5 minutes), soit au total plus de 230 contacts entre les candidats et les entreprises, en 3 heures. Une quatrième édition a été organisée en mai 2011.

Ce type d'évènement est fondamental mais il reste encore à faire pour que sa promotion soit bien relayée par tous les acteurs et notamment à l'extérieur des frontières de la région. Ce point rejoint les efforts à réaliser en termes d'attractivité territoriale et probablement l'intérêt de conduire des missions de prospection ciblées en faisant valoir nos atouts à la fois pour attirer des emplois mais également des entreprises.

Les besoins formulés en termes de renforcement de l'image technologique de la région rejoignent aussi ceux de son accessibilité et ouverture internationale.

Dans le secteur de la microélectronique, les visiteurs ou dirigeants étrangers estiment bien souvent que Caen est inaccessible avec les moyens de transports actuels, ce qui les oblige, quelquefois, à venir en voiture faute de liaisons aériennes suffisantes et de relations ferroviaires viables. Dans le sens Basse-Normandie - Paris, les dirigeants d'entreprises de notre domaine d'étude déplorent la médiocre qualité de la desserte ferroviaire et de ses services associés (parking de la gare de Caen). Nombreuses sont les sociétés qui souhaitent disposer d'une bonne liaison ferroviaire avec Paris fiable, confortable et respectueuse des horaires (ces éléments apparaissant par-dessus tout prioritaires).

Les sociétés de l'électronique situées hors de Caen n'ont dans l'ensemble pas la même problématique, les clients et visiteurs étrangers profitant souvent de leur venue pour associer affaires et tourisme (Baie du Mont Saint-Michel, Perche...).

Enfin, des dirigeants d'entreprises de la microélectronique sur Caen ont regretté le manque d'hébergements hôteliers répondant à un standard international pour les visiteurs étrangers venant surtout d'Asie ou des USA et qui souhaiteraient disposer de services à très haut débits (Wi-Fi haut débit par exemple), de locaux climatisés mais également de personnels maîtrisant davantage l'anglais. Des projets dans le cadre de l'opération immobilière des "Rives de l'Orne", près de la gare SNCF, devraient répondre à ce besoin spécifique.