

# **PÉNURIE DE SEMI-CONDUCTEURS :**

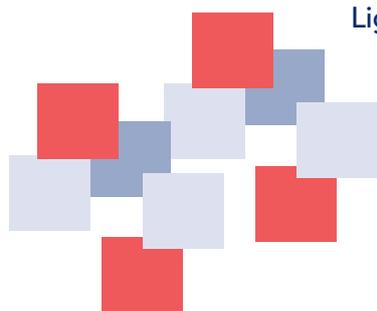
## **RÉFLEXIONS, SOLUTIONS ET PRIORITÉS**

**AUTEURE :**  
**MATHILDE AUBRY**  
PROFESSEUR EN ÉCONOMIE,  
TITULAIRE DE LA CHAIRE  
MANAGEMENT DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE



**CHAIRE**  
MANAGEMENT DE LA  
TRANSFORMATION  
NUMÉRIQUE

# RÉSUMÉ



Lignes de production d'automobiles à l'arrêt, craintes sur la production des jouets pour Noël, entreprises qui voient leur délai de livraison s'accroître de plus en plus... Si beaucoup ignoraient encore, il y a maintenant plus d'un an, ce qu'étaient les semi-conducteurs, leur absence même a révélé au monde entier à quel point nous en étions dépendants. Au-delà du secteur lui-même, la pénurie que nous connaissons interroge les entreprises utilisatrices (dans l'électronique grand public, l'automobile, l'électroménager...) mais aussi les politiques qui s'inquiètent de notre dépendance vis-à-vis de l'Asie Pacifique et appellent de leurs vœux une « souveraineté technologique » dans le domaine<sup>1</sup>.

<sup>1</sup><https://www.lesnumeriques.com/vie-du-net/semi-conducteurs-et-souverainete-numerique-ursula-von-der-leyen-veut-encendre-un-plan-europeen-n168617.html>

Cette souveraineté totale, outre le fait qu'elle est extrêmement difficile à obtenir, n'est pas forcément souhaitable. Pour limiter les conséquences d'autres chocs (qui ne manqueront pas de se produire), deux solutions semblent émerger.

À l'échelle européenne, il paraît indispensable de soutenir le secteur et ses utilisateurs en se concentrant plus spécifiquement sur les filières les plus stratégiques comme la e-santé ou encore la défense.

À l'échelle des entreprises, il semble important de redévelopper des relations verticales entre fabricants de semi-conducteurs et entreprises productrices de biens finaux.



# INTRODUCTION

## La pénurie de semi-conducteurs : les solutions arrivent, sont-elles les bonnes ?

---

Face à la pénurie que nous connaissons depuis maintenant plus d'un an et qui ne semble pas prête à s'atténuer, les solutions se multiplient. Par exemple, « les financements de l'Alliance microélectronique présentée en décembre par 18 pays européens dont la France, sont importants : 20 à 30 milliards d'euros « pour commencer » avait dit le Commissaire UE Thierry Breton, et jusqu'à 20 % du plan de relance soit 145 milliards d'euros pour des puces de quatrième génération avec une finesse de gravure inédite (2-3 nm)<sup>2</sup> ». Cependant la question est : pourquoi si tard ?

En 2008 (il y a 13 ans !), le sénateur Claude Saunier publiait un rapport très documenté intitulé « L'industrie de la microélectronique : reprendre l'offensive ». Ce rapport était annonciateur de ce que nous vivons actuellement. L'auteur s'inquiétait alors que : l'Europe renonce à produire les composants et préfère se spécialiser dans la conception des circuits. Il estimait « qu'une telle orientation conduirait à terme à la disparition de la microélectronique européenne et à la perte de compétitivité globale de pans entiers de l'économie ».

Nous y sommes et la crise actuelle ne fait que le mettre en lumière. De plus, ces mesures sont-elles pertinentes ?

<sup>2</sup><https://www.franceculture.fr/emissions/le-journal-de-leco/le-journal-de-leco-du-jeudi-18-fevrier-2021#:~:text=Mais%20l'UE%20veut%20aller,d'euros%20pour%20des%20puces>

## La fausse bonne idée

---

Les entreprises sur le territoire français, manquant de semi-conducteurs, sont obligées de fermer sur des périodes plus ou moins longues : c'est frustrant et douloureux, d'autant que cela a des conséquences sur les salariés mis en chômage partiel. La solution semble simple : il faut augmenter la production et surtout produire sur le territoire. Malheureusement, en stratégie, la facilité est souvent de mauvais conseil. Pour évaluer ce point, il est nécessaire de comprendre ce secteur d'activité.

### Chiffres clés et dynamique de marché ?

L'industrie mondiale des semi-conducteurs rassemblant l'ensemble des firmes engagées dans la conception ou la fabrication des circuits intégrés représentait, **en 2020, 439 milliards de dollars**. C'est une industrie à forte croissance. Elle représentait, par exemple, **314 milliards de dollars en 2010**.

Les composants électroniques ou semi-conducteurs restent pourtant très mal connus du grand public. Cette méconnaissance peut s'expliquer par leur petite taille, de l'ordre du micromètre (un grain de sable pour ainsi dire) voire du nanomètre (un brin d'ADN) mais aussi par la complexité de leur conception et de leur production. Par ailleurs, ce produit est un bien intermédiaire qui doit être incorporé dans divers produits finaux. C'est sous cette forme que nous l'utilisons au quotidien sans en avoir conscience.

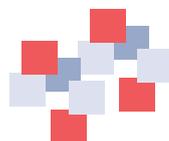
Les applications relevant du domaine de l'électronique sont multiples. Les fonctions électroniques de calcul ou de mémorisation ont suscité, en premier, l'intérêt du domaine militaire avant que leur champ d'utilisation ne s'élargisse au domaine civil et n'envahisse notre quotidien. L'électronique grand public a définitivement ancré les semi-conducteurs dans les modes de vie au point de les rendre indispensables. Ainsi, Gruber (1998) les considère comme **le pétrole du XXI<sup>e</sup> siècle**.

Depuis vingt ans, le marché s'est encore élargi grâce à l'exploration de nouveaux domaines d'application dans des secteurs clés de la société contemporaine comme le médical ou l'environnement. Cette diversité d'usages et de débouchés a été stimulée par la miniaturisation des composants qui augmente la performance de ce produit intermédiaire tout en diminuant les coûts de production et en conséquence le prix à la vente (Jorgenson, 2001).

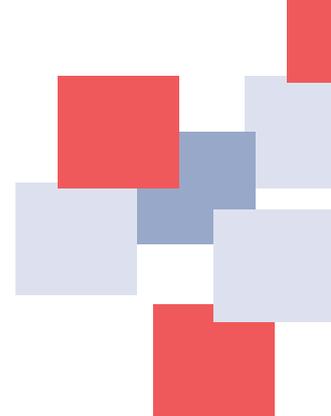
Si l'industrie microélectronique est à la fois un puissant moteur économique et le fondement d'une révolution sociétale, elle reste selon Dauvin (1995, p. 50) structurellement fragile : « **Le monde des composants est mouvant, rien n'y est acquis que la fragilité.** » Ce constat est justifié par deux caractéristiques majeures : la première concerne le produit en lui-même ; la seconde est liée au marché et à l'évolution des ventes.

- **Les semi-conducteurs sont des produits de haute technologie à durée de vie courte** car l'innovation tient une place centrale dans cette industrie. Les produits se substituent alors rapidement les uns aux autres et les acteurs du marché voient constamment apparaître de nouvelles familles de produits et disparaître les anciennes.
- **Le marché est très cyclique et instable.** Dès le début des années 1990, IC Insights, société d'études de marché spécialisée dans le marché des semi-conducteurs, souligne l'alternance de périodes où les capacités de production des entreprises augmentent tandis que les prix et les investissements baissent, et de périodes où ces variables évoluent dans le sens inverse.

Dans ce contexte, **les entreprises doivent faire face à deux objectifs : répondre à la demande, c'est-à-dire servir le marché des biens finaux, et innover.** Ces deux impératifs amènent à composer avec des enjeux parfois contradictoires, comme la baisse des coûts, l'augmentation de la qualité, la réduction des délais et la flexibilité. Il n'est alors pas étonnant que ces firmes soient à la recherche d'outils d'aide à la décision et de structures d'organisation nouvelles. Les firmes sont alors confrontées à une double incertitude qui concerne d'une part l'aboutissement des travaux de recherche et d'autre part l'accueil du marché lors de l'introduction du produit. Il semble alors qu'un environnement aussi incertain puisse contraindre fortement les décisions liées à un processus d'innovation réclamant des investissements lourds et de long terme alors que le profit attendu des firmes peut être difficile à prévoir.



# DISPARITION DES LIEUX DE PRODUCTION ET MAINTIEN DE LA R&D

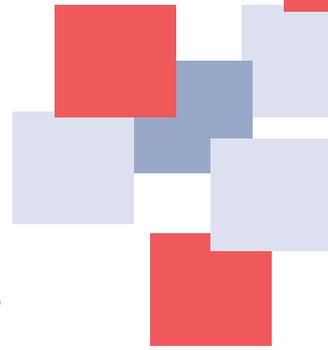


L'Europe et la France par extension ont plutôt fait le choix, dans ce secteur d'activité, de se concentrer sur la R&D et la conception. La conséquence est qu'alors même que ces produits sont de plus en plus nombreux dans notre économie et que leur valeur s'accroît, ils tiennent une place relativement stable dans l'économie française (voir graphique ci-dessous<sup>3</sup>). On observe tout de même la caractéristique principale du secteur : les cycles. En effet, deux cycles économiques apparaissent : des cycles de long terme (environ 5 ans) en lien avec les cycles macroéconomiques (c'est-à-dire les cycles bien connus de l'économie mondiale mis en exergue par l'économiste Schumpeter) et des cycles de plus court terme (environ tous les deux ans) liés au fait que les capacités de production sont difficilement ajustables.

<sup>3</sup><https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/010537649>

## **Indice CVS-CJ de la production industrielle (base 100 en 2015) - Fabrication de composants et cartes électroniques (NAF rév. 2, niveau groupe, poste 26.)**





# RETERRITORIALISER LA PRODUCTION EST-ELLE VRAIMENT UNE BONNE IDÉE ?

## Les risques paradoxaux d'un rapatriement de la production sur le territoire

---

Le marché des semi-conducteurs est un cas d'école pour comprendre la mondialisation. De manière très schématisée, les produits, conçus aux États-Unis et produits en Asie du Sud Est (Taiwan, Corée du sud), sont ensuite utilisés dans les produits électroniques en Chine pour être consommés partout dans le monde, notamment en Europe. Le secteur des semi-conducteurs nécessitant des investissements très lourds, une production concentrée sur certaines entreprises ou certaines régions permet donc d'obtenir des économies d'échelle. Si chacun souhaite produire sur son propre territoire, la conséquence risque d'être un accroissement des coûts donc des prix.

Les entreprises pourraient-elles l'assumer ?

En laissant partir leur main-d'œuvre et en limitant la production sur leurs territoires, l'Europe et la France ont pris beaucoup de retard. Dans un secteur dans lequel « *the winner takes it all* », les investissements nécessaires pour rattraper le retard sont très importants.

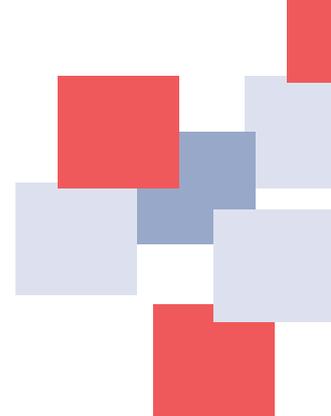
## Les risques à moyen terme d'un accroissement de la production

---

Toutes les régions du monde annoncent une augmentation de la production sur leurs territoires. Il faut cependant avoir en tête que la pénurie que nous connaissons aujourd'hui, si elle est particulièrement importante en raison de facteurs aggravants qui se sont accumulés, n'est pas nouvelle dans le secteur. Celui-ci est caractérisé par une alternance de phases durant lesquelles l'offre est supérieure à la demande et de phases durant lesquelles c'est l'inverse. Le travail de thèse<sup>4</sup> de Mathilde Aubry mettait déjà en avant en 2012 que des cycles d'environ 2 ans existaient et s'expliquaient par des décisions irrationnelles et des capacités de production rigides. En effet, investir maintenant dans de nouvelles fabs (usines de fabrication) ne permettra d'augmenter la capacité de production qu'au bout de plusieurs mois, voire de plusieurs années. Pour donner un ordre d'idée, quand l'entreprise fabriquant le plus de semi-conducteurs au monde (TSMC) annonce la construction d'une nouvelle usine en septembre 2021, elle prévoit que la production pourra débuter... en 2024. Quand toutes les nouvelles fabs seront opérationnelles, la hausse des prix que nous pouvons connaître actuellement aura entraîné une baisse de la demande. La conséquence sera alors une nouvelle phase de surplus (offre supérieure à la demande). Ces usines risquent de ne pas être rentables, d'autant plus qu'elles deviennent, dans ce secteur, rapidement obsolètes. On ne décide pas de produire des semi-conducteurs comme on décide de produire des masques : l'ajustement entre l'offre et la demande est difficile. Il s'avère que les principales victimes de cette instabilité sont les entreprises de semi-conducteurs et leurs salariés. Elles oscillent entre des périodes durant lesquelles la main-d'œuvre manque et des périodes durant lesquelles les plans sociaux se multiplient.

<sup>4</sup> «Le marché des semi-conducteurs : cyclicité et innovation ; un essai de modélisation».

# LA RÉALITÉ DU SECTEUR AUJOURD'HUI, SES CONTRAINTES, SES ENJEUX



## **Vers une solution alternative, repenser la structuration du secteur**

---

Si ces solutions si simples ne sont pas pertinentes, que faire ? Il faut revenir à l'histoire de ce secteur. Depuis les années soixante, l'industrie des semi-conducteurs s'est développée conformément au modèle d'une intégration verticale totale (Saunier, 2008). Si l'on reprend les trois grands Européens : le Néerlandais NXP Semi-conducteur s'est développé en interne de chez Philips (séparation en 2006), l'Allemand Infineon en interne de chez Siemens (séparation en 1999) et le Franco-italien ST Microelectronic était rattaché à Thomson (retrait de Thomson du capital 1998). Cela signifie que les fabricants de semi-conducteurs se sont éloignés doucement des fabricants de produits finaux (électroniques grand public notamment) et donc des consommateurs. Cette déverticalisation s'est même accentuée par la suite avec la création de fabless et de fonderies. Les fabless sont des entreprises du secteur qui ont fait le choix de ne se concentrer que sur la recherche/la conception et de ne pas produire. À l'inverse, les fonderies sont des entreprises qui ont fait le choix de produire seulement sans concevoir. La conséquence est qu'il est aujourd'hui plus compliqué d'ajuster les semi-conducteurs aux besoins des entreprises utilisatrices, en termes de quantité mais aussi de qualité (produits correspondants aux besoins des clients). Si l'on ajoute, comme c'est le cas dans le secteur automobile, le fait qu'il puisse exister plusieurs intermédiaires entre les deux secteurs et une production sans ou avec peu de stocks, on comprend très bien les difficultés des entreprises utilisatrices.

## Vers une reverticalisation du secteur ?

---

Au-delà d'investir lourdement dans ce secteur si capitalistique, il est surtout important de repenser sa structure, de revoir les relations interfirmes.

Aujourd'hui, la coopération horizontale entre les entreprises du secteur est envisagée afin que les ressources de chacun soient mises en commun, mais elle est difficile, car les objectifs stratégiques ne sont pas les mêmes<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> <https://www.reuters.com/article/stmicroelectronics-semiconducteurs-pdg-idFRKBN2CL1V0>

### La coopération peut être envisagée sur deux formes.

Elle peut lier des firmes concurrentes sur le marché, **c'est une coopération horizontale**. Elle peut aussi rassembler une firme en amont qui fournit un bien intermédiaire ou des matières premières et une firme en aval qui les utilise comme un input pour produire, **c'est une coopération verticale**.

Il est alors plus intéressant de réfléchir à une reverticalisation du secteur. Bien sûr, nous ne nous attendons pas à un retour en arrière : les raisons qui ont poussé à la déverticalisation sont toujours présentes mais d'autres formats existent. En effet, les problématiques des entreprises sont complémentaires : les fabricants de semi-conducteurs ont besoin de s'assurer que leurs produits peuvent correspondre aux besoins des utilisateurs finaux, et les fabricants de produits finaux ont besoin de s'assurer qu'ils pourront s'approvisionner en composants électroniques : cela justifie la coopération verticale en R&D notamment.

## Zoom sur la coopération verticale : des partenariats qui ont déjà fait leurs preuves

La coopération en R&D, vue comme la mise en commun de ressources entre firmes indépendantes, avec pour objectif d'innover, semble être une solution pertinente pour qu'elles puissent rester compétitives. En 2008, le sénateur Saunier (2008, p. 27) soutenait déjà qu'aucune firme ne pouvait fournir l'effort financier seule, en dehors de la firme dominante Intel.

À l'époque, STMicroelectronics, première entreprise française et cinquième productrice mondiale, devait par exemple être en mesure de consacrer 40 % de son chiffre d'affaires à des dépenses en R&D et en capital pour rester compétitive. Les alliances verticales sont beaucoup plus répandues que ne semble le suggérer la recherche théorique, notamment dans le secteur de l'électronique. Depuis sa fondation, SEMATECH (the Semi-conductor Manufacturing Technology Consortium) s'est plus tourné vers des coopérations verticales qu'horizontales. La forme d'accord privilégiée dans le secteur est l'accord vertical.

En coordonnant leurs décisions, les firmes limitent l'incertitude inhérente à leur activité de recherche et augmentent les probabilités de succès des innovations associées, non seulement au niveau technologique mais aussi commercial : « Le bras de levier qu'offre la microélectronique au profit des secteurs utilisateurs n'est exercé que si l'innovation portant sur de nouvelles applications est réalisée en étroite relation avec les développements de nouvelles technologies de composants. Cette innovation conjointe repose sur une étroite coopération entre les acteurs, impliquant les industriels utilisateurs et concepteurs. » (Mallier 2010, p. 38). Il apparaît qu'un comportement coopératif en R&D permet d'assurer une incitation à investir dans les programmes d'innovation. Le partage des informations utiles et un accord sur les investissements encouragent les dépenses dans le domaine de l'innovation.

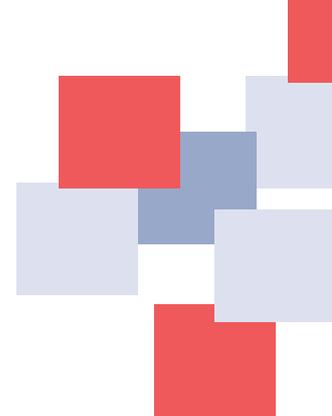
Finalement, les accords entre entreprises verticalement reliées peuvent permettre une plus grande fluidité dans leurs échanges et éviter les conséquences de pénurie ou de surplus.

Un exemple intéressant de ce type de coopération est celle entre Renault et ST microelectronics. Les deux entreprises viennent de signer un accord stratégique avec ST microelectronics par exemple.

*« Ce partenariat sécurise les approvisionnements de composants clés et aidera à concrétiser notre ambition de démocratiser les véhicules électriques en les rendant à la fois abordables et rentables », a déclaré Luca de Meo, CEO de Renault Group, dans un communiqué.*

Gardons tout de même en tête que l'alliance avec un futur client ne permet pas d'assurer à 100 % la réussite commerciale, car s'ajoute alors l'incertitude inhérente à l'innovation pour un bien intermédiaire, celle de la potentielle déviation du partenaire. En tant que producteur de l'input en amont et source d'innovation, les fabricants de semi-conducteurs risquent se retrouver tributaire du comportement de la firme en aval.

# QUELLES MESURES METTRE EN PRATIQUE



## **Des solutions adaptées pour les grandes entreprises ... mais un risque de rupture d'innovation pour les petites entreprises ?**

---

Les grandes entreprises utilisatrices de semi-conducteurs sont en capacité aujourd'hui de faire face à l'augmentation des prix et peuvent se permettre de faire des stocks pour se prémunir à court terme des problèmes d'approvisionnement qu'elles connaissent aujourd'hui. Elles ont aussi la capacité de proposer des partenariats stratégiques aux fabricants de semi-conducteurs. Qu'en est-il des plus petites entreprises innovantes avec des commandes moins importantes mais qui ont des besoins de court terme dont dépend leur survie ? Elles ne sont pas en capacité de répercuter la hausse des prix des composants sur leurs propres produits, n'ont pas de véritable pouvoir de négociation et auront des difficultés à coopérer avec leurs fournisseurs. Ce sont aussi ces entreprises qu'il faut protéger et soutenir. Elles sont nombreuses à porter les innovations de demain dans la e-santé, l'agritech ou encore la sécurité. Les investissements publics doivent permettre de soutenir et de protéger ces filières ô combien stratégiques. Il n'est pas pertinent de produire tous les semi-conducteurs donc nous pourrions avoir besoin sur le territoire. Il est important d'accepter le jeu de la mondialisation qui permet à elle seule de bénéficier d'économies d'échelle importantes et donc d'économiser les ressources. Il semble pourtant indispensable ici de prioriser les investissements pour le soutien de certaines filières : celles pour lesquelles rester souverain est un enjeu aussi bien géostratégique qu'économique central.



## Conclusion et recommandations

---

Les firmes engagées dans cette industrie doivent encore faire face à de nombreux enjeux, autant économiques que technologiques, pour s'adapter à leur environnement et continuer à innover malgré l'atteinte de certaines limites techniques. Elles se trouvent à un tournant qui les contraint à des investissements de plus en plus lourds en production mais également en R&D.

### **L'observation du marché a révélé la complexité du processus d'innovation.**

Les firmes doivent modifier profondément leurs habitudes de travail et leur stratégie. L'industrie des semi-conducteurs représente donc un défi tant pour les acteurs de marché que pour les chercheurs.

**Les firmes doivent se construire en cohérence avec les évolutions de leur environnement : acquérir plus de flexibilité et s'ouvrir.** La hausse générale des coûts d'une génération à l'autre, liée à la contrainte d'innover de plus en plus vite, rend la planification d'investissements difficile.

Une des solutions peut être la coopération, et plus spécifiquement **la coopération verticale**, qui semble un moyen de limiter l'incertitude relative à l'approvisionnement et à l'accueil des marchés finaux. **La coordination des investissements en R&D et en marketing du produit final augmente les probabilités de succès de leur innovation, au niveau non seulement technologique mais aussi commercial.**

Les fabricants de semi-conducteurs doivent cependant envisager diverses solutions dans le but d'éviter le contrôle de la filière par les entreprises en aval. Nous pouvons alors faire plusieurs propositions inspirées de la littérature académique ou du terrain lui-même :



- La première proposition concerne **l'équilibre des efforts dans le programme d'innovation**. Il semble nécessaire de remettre en cause l'idée d'une firme en amont se concentrant sur les efforts de recherche, dans une première étape, associée à un fabricant de biens finaux qui n'intervient que dans un second temps pour valoriser son produit. Le partage des coûts (chaque firme intervenant aux deux étapes) peut dissuader les firmes de dévier et assurer la stabilité de l'allocation des efforts en R&D autant qu'en marketing. Dans le cadre de relations verticales, Dasgupa et Tao (2000) montrant que les prises de participations réciproques facilitent la coopération technologique entre firmes de secteurs proches. La prise de participation par une entreprise aval dans une entreprise amont encourage celle-ci à des investissements<sup>6</sup> spécifiques et améliore l'efficacité productive.

<sup>6</sup>Les investissements spécifiques sont les investissements dont seule une entreprise particulière peut bénéficier. Pour plus de détails sur les investissements spécifiques ou généraux, voir Dasgupa et Tao (2000).

### Un exemple de coopération verticale équilibrée ayant porté ses fruits

L'annonce du rapprochement stratégique entre Google et NXP Semiconducteur, fin 2010, est en ce sens intéressante. Chacune de ces firmes a accepté de fournir des efforts croisés et de s'ouvrir dans le but de valoriser le bien final. La collaboration lie le géant d'internet qui a co-développé avec Samsung un téléphone portable intelligent, le NEXUS STM, sous le système d'exploitation Android Gingerbread, et le fabricant hollandais de puces électroniques.

L'objectif était alors l'intégration de la technologie NFC (Near Field communication ou communication en champ proche) au sein du système d'exploitation, ce qui permet l'introduction d'une fonctionnalité pour les services mobiles sans-contact, inédite jusque-là dans les Smartphones. La technologie NFC avait déjà fait ses preuves au moment de la mise en place de la collaboration, sans pour autant apparaître encore comme un succès commercial. Du point de vue de l'amélioration technologique, Google a donné de la valeur à l'input NXP en travaillant sur son intégration et sa validation au sein d'Android Gingerbread.

Le module NFC embarqué dans le Smartphone Nexus S est le PN544. Cette brique technologique rend possible le sans-contact en émettant et recevant les informations NFC. Grâce à l'accord, NXP assure les ventes de ses contrôleurs NFC auprès des fabricants de terminaux désireux d'intégrer la fonctionnalité dans leurs Smartphones Android. En contrepartie, dans le but d'attirer les consommateurs finaux, les équipes NXP basées sur le Campus Efficiencie de Colombelles (Caen-Calvados) ont fourni une librairie logicielle ouverte dans l'environnement Android de Google, permettant le développement d'applications par n'importe quel développeur dans le monde (open source). Ils ouvrent ainsi la voie à l'introduction de nouveaux services mobiles : paiement, ticket en ligne, information.

Toute nouvelle application vient augmenter la valeur ajoutée du système d'exploitation. La réussite commerciale de cette coopération a été mesurée par le cabinet d'étude Nielsen qui montre que la plateforme Android domine le marché en devenant le premier système d'exploitation pour Smartphone aux États-Unis dès le 1<sup>er</sup> trimestre 2011 avec 37 % de part de marché.

En termes de chiffre d'affaires, NXP est quant à lui devenu en 2013, selon le cabinet d'analystes ABI Research, le n° 1 sur le secteur des circuits pour cartes à puce avec 30 % de parts de marché, en partie grâce aux succès rencontrés par la société avec ses solutions NFC et ses technologies embarquées de sécurité. NXP se targue encore aujourd'hui d'être le n° 1 dans le domaine des applications e-gouvernementales telles que les passeports électroniques, le n° 1 dans la gestion des transports et accès avec le composant de carte sans contact « MIFARE » utilisé par de nombreux systèmes d'échanges de données, et c'est aussi le n° 1 dans les tags RFID et les labels. L'intensification de la concurrence avec l'intervention de nouveaux acteurs sur le marché, comme la société Inside Secure, qui a annoncé, fin 2010, une solution NFC complète baptisée SecuRead, incite les fabricants de semi-conducteurs à s'ouvrir encore plus : « Le NFC impose de ne pas se concentrer que sur le téléphone, mais de développer tout un écosystème (terminaux de paiements, fournisseurs de contenus, applications, standards technologiques...). Dans le Calvados, Orange et le pôle de compétitivité TES (Transactions Électroniques Sécurisées) sont des acteurs qui ont alors fait germer le « sans-contact<sup>7</sup> . »

<sup>7</sup>Wireless

- La seconde proposition se centre sur **la communication** : les fabricants de semi-conducteurs devraient plus clairement défendre leur image auprès des consommateurs finaux afin de rappeler qu'ils sont la source même des nouveautés technologiques, donc de la valeur de leurs produits. Ils s'octroieraient ainsi un pouvoir de négociation plus important en rendant leurs partenaires dépendants de leur image. Intel, et son fameux « intel inside », est quasiment la seule entreprise à assurer sa communication auprès du grand public, ce que les autres entreprises du secteur ont des difficultés à faire.
- Pour finir, puisque le besoin d'informations de plus en plus nombreuses nécessite d'élargir le cadre d'analyse pour comprendre les relations que les firmes peuvent créer avec des acteurs extérieurs, la dernière proposition ne concerne pas seulement les entreprises mais aussi les autorités publiques : elles doivent fournir un effort pour prendre en compte le changement dans les frontières des entreprises et favoriser des écosystèmes dynamiques autour des



produits. Le travail peut, en effet, passer par **le soutien clair à des écosystèmes de filière adaptés à l'introduction du produit intermédiaire**. Cela consiste en un rapprochement non seulement entre les concepteurs de composants et les fabricants de produits finaux mais aussi avec les développeurs de services, ou de solutions électroniques, ainsi qu'avec les laboratoires de recherche. Seul ce travail ouvre des opportunités de différenciation et peut générer un accroissement de la valeur ajoutée et de la compétitivité. La solution pourrait être celle mise en exergue par NXP et sa technologie NFC, en encrant l'innovation dans un territoire (Lollier et Tellier 2011) et en investissant d'un rôle les acteurs économiques locaux, les institutions publiques mais aussi les populations, l'entreprise assure ainsi la visibilité de sa technologie et son développement. Cette stratégie permet d'apporter un soutien clair aux entreprises utilisatrices innovantes et de petite taille tout en priorisant des investissements dans les secteurs stratégiques.

Si cette évolution vers plus de coopération verticale et des relations équilibrées a bien lieu, c'est une révolution dans le secteur. Les entreprises de semi-conducteurs peuvent retrouver un peu de pouvoir, alors seulement détenu par les fabricants de produits finaux capables d'imposer leur volonté et leurs besoins sur la filière. On assisterait alors à **un rééquilibrage des forces** qui ne peut qu'apporter plus de stabilité et donc de sérénité dans un secteur qui en a bien besoin.

Bien sûr, ce rapprochement entre les entreprises de semi-conducteurs et leurs utilisateurs amène de nombreuses interrogations : ces coopérations verticales pourront-elles tenir alors que nous savons que ce sont les plus instables, quels sont les enjeux en termes de gestion de la concurrence ? Alors même que nous n'en avons pas terminé avec la pénurie, les sources de solutions viennent nous poser de nouvelles questions : nous n'avons pas fini de nous intéresser à ce secteur si passionnant.

# MÉTHODOLOGIE

Ce travail est issu d'une réflexion commencée dans le cadre de la rédaction de la thèse de doctorat en économie industrielle de Mathilde Aubry, réalisée à l'université de Caen Normandie en collaboration avec un fabricant de semi-conducteurs européen. La thèse soutenue en 2012 est intitulée : « Le marché des semi-conducteurs : cyclicité et innovation :un essai de modélisation ».

Elle a donné lieu à plusieurs publications et conférences académiques :

**Aubry, M** & Renou-Maissant, P 2014, « Semiconductor Industry Cycles: Explanatory Factors and Forecasting », *Economic Modelling*, vol. 39, pp.221-231, April.

**Aubry, M** & Renou-Maissant, P 2013, « Investigating the semiconductor industry cycles », *Applied Economics*, vol. 45, n° 21, June, pp. 3058-3067.

**Aubry, M** 2012, « Incertitude et coopération verticale en R&D : modèle théorique applicable au marché des semi-conducteurs », 60<sup>ème</sup> Congrès de l'Association Française de Science Économique (AFSE), Paris, 8-9 septembre.

**Aubry, M** 2011, « Semiconductor Industry's explanatory factors » (ed.), *Global Business & Economics Anthology*, vol. 1, pp. 121-133.

Dans ce cadre, ont été utilisées des données et analyses d'études de marché issues des sources les plus précises et fiables pour l'industrie des semi-conducteurs (WSTS et IC Insights).

Des échanges avec des professionnels et experts du domaine ont permis d'alimenter la réflexion et de conserver une bonne connaissance et compréhension d'un secteur complexe et stratégique.

Références complémentaires :

Dasgupta, S., & Tao, Z. (2000). Bargaining, Bonding, and Partial Ownership. *International Economic Review*, 41(3), 609-635.

Dauvin, J.-P., Coulon, D., & Olliver, J. (1995). *Les composants électroniques et leur industrie*. Paris: Presses Universitaires de France.

Gruber, H. (1998). Learning by doing and spillovers: further evidence for the semiconductor industry. *Review of Industrial Organization*, 13(6), 697-711.

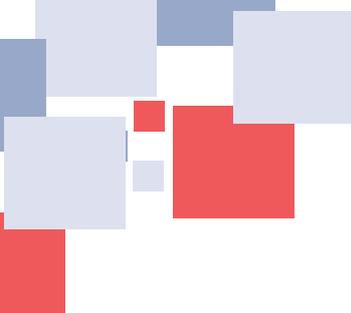
Jorgenson, D. W. (2001). Information technology and the US economy. *The American Economic Review*, 91(1), 1-32.

Loilier, T & Tellier, A. (2011), *Que faire du modèle de l'innovation ouverte ?* *Revue française de gestion*, 1(210), 69-85.

Malier, F. (2010). *Les sites français de production micro-nanoélectronique* (Mission confiée par Christian Estrosi, Ministre chargé de l'industrie). La Documentation française. Ministère de l'industrie.

Saunier, C. (2008). Rapport sur l'Evolution du secteur de la Micro/Nanoélectronique.

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Documents d'information de l'Assemblée nationale, Les Rapports du Sénat, n° 997/417.



## À PROPOS DE LA CHAIRE MANAGEMENT DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

L'objectif de la chaire est d'étudier la manière dont l'introduction des outils numériques modifie les entreprises et leurs activités. L'équipe d'enseignants-chercheurs se concentre sur les transformations des métiers, des fonctions, des modes de travail au sein des organisations dues à l'usage des Technologies de l'Information et de la Communication. Face à la pénurie de composants électroniques que connaît le monde aujourd'hui, il a semblé à l'équipe important de consacrer une étude au marché des semi-conducteurs. Ils sont à l'origine de la digitalisation de l'économie et la société contemporaine de l'information en est dépendante. Les tensions sur ce marché pourraient donc se répercuter sur les entreprises qu'elles soient consommatrices de semi-conducteurs ou utilisatrices de biens électroniques.

## À PROPOS DE L'EM NORMANDIE

Fondée en 1871 parmi les premières grandes écoles de commerce françaises, l'EM Normandie s'est imposée comme une institution de référence dans le monde des Business Schools. Elle détient les accréditations internationales EQUIS, AACSB. Avec plus de 5800 étudiants et professionnels dans ses programmes de formations initiales et continues diplômantes et 21500 membres de l'association Alumni EM Normandie à travers le monde, l'école est implantée sur cinq campus, à Caen, Le Havre, Paris, Oxford et Dublin. L'EM Normandie forme les managers de demain, futurs gouvernants responsables préparés à la conduite du changement dans un environnement multiculturel, et elle accompagne les salariés et dirigeants d'entreprises tout au long de leur carrière.

[www.em-normandie.com](http://www.em-normandie.com) | Twitter : @EMNormandie

## À PROPOS DU LABORATOIRE MÉTIS

Les activités de recherche académique et appliquée de l'EM Normandie sont regroupées au sein du Laboratoire Métis et s'articulent autour de quatre axes : performances et mutations entrepreneuriales, travailler et vivre dans des organisations fluides, logistique terre mer risque et réseaux d'affaires internationaux. Elles participent au renforcement et à l'actualisation de l'expertise des enseignants-chercheurs et font l'objet de nombreux partenariats académiques nationaux et internationaux Normandie Université, Structure Fédérative de Recherche en Logistique (SFLOG), Université de Corvinus de Budapest, Université du Massachusetts (UMASS Boston). Afin d'apporter des réponses concrètes aux acteurs économiques et les accompagner dans leur croissance, l'EM Normandie développe la création de chaires et réalise pour le compte des entreprises des contrats de recherche et des missions ponctuelles.

## À PROPOS DU CRÉDIT AGRICOLE NORMANDIE

Le Crédit Agricole Normandie, banque coopérative et mutualiste, poursuit sa transformation en particulier numérique. Première banque digitale, notamment avec l'appli Ma Banque la plus téléchargée en France, elle entend anticiper et répondre aux attentes de ses clients. La transformation en cours permet au Crédit Agricole Normandie d'atteindre les meilleurs standards d'agilité et de gagner en performance et en satisfaction des utilisateurs.



## À PROPOS DE 3CIE

Chalus Chegaray & Cie est une holding familiale d'investissement qui accompagne les entrepreneurs dans le développement de leurs projets et l'accélération de leur croissance. Le groupe accompagne des entreprises dans une grande diversité de secteur (organisation de congrès, hôtellerie, services à l'industrie et négoce) : des start-up dans tous les secteurs du numérique mais aussi des sociétés plus installées en pleine révolution digitale.

## À PROPOS DU GROUPE PTBG

Le groupe PTBG, acteur régional dans l'accompagnement des entreprises en conseil, expertise comptable et en audit, a fondé son développement et sa stratégie sur les valeurs fortes que sont : Proximité & Réactivité ; Écoute & Analyse ; Anticipation & Innovation. Sur ce dernier volet, le groupe accompagne les dirigeants dans leurs réflexions stratégiques en lien avec la transformation numérique et digitale.



## CAEN

9, rue Claude Bloch  
14052 CAEN CEDEX 4  
Tél. : +33 (0)2 31 46 78 78

## LE HAVRE

20, quai Frissard  
76600 LE HAVRE CEDEX  
Tél. : +33 (0)2 32 92 59 99

## PARIS

64, rue du Ranelagh  
75016 PARIS  
Tél. : +33 (0)1 75 00 00 76

## DUBLIN

Ulysses House  
22-24 Foley Street  
DUBLIN 1D01 W2T2  
Tél. : 00 35 3190 111 75

## OXFORD

Jericho Building - Oxpens Road  
OXFORD OX1 1SA  
Tél. : 00 44 1865 681 407

**POUR EN SAVOIR +**  
[em-normandie.com](http://em-normandie.com)



**EM**  
NORMANDIE  
MÉTIS LAB

**CHAIRE**  
MANAGEMENT DE LA  
TRANSFORMATION  
NUMÉRIQUE

Association à but non lucratif (loi 1901) sous contrat de droit privé, l'École de Management de Normandie a été créée par les CCI Seine Estuaire et Caen Normandie • Membre du Chapitre des Écoles de Management de la Conférence des Grandes Écoles (CGE) • Membre de la Fondation Nationale pour l'Enseignement de la Gestion des Entreprises (FNEGE) • Membre actif de l'Union des Grandes Écoles Indépendantes (UGEI) • Membre de Campus France • Membre fondateur de l'European Master of Business Sciences (EMBS) • Qualification Établissement d'Enseignement Supérieur Privé d'Intérêt Général (EESPIG) par le ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche • Membre de l'European Foundation for Management Development (EFMD) • Membre de l'Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB) • Label BSIS • Accréditation AACSB • Accréditation EQUIS • L'EM Normandie agit en faveur du développement durable.

**NORMANDIE**