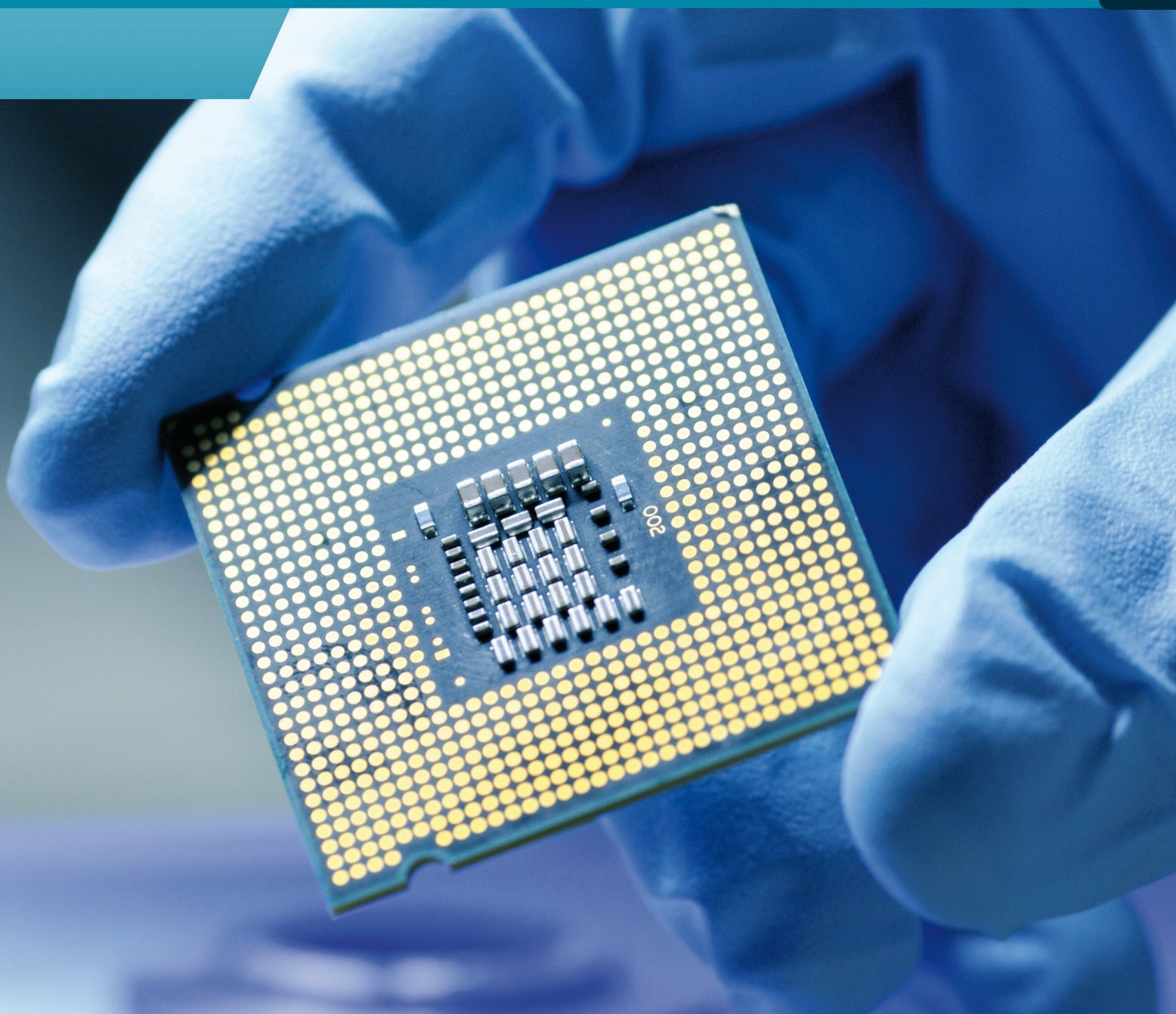


2019 | 2022

MICROELECTRONIQUE



POLESCS

MISES A JOUR 2021

AXE STRATEGIQUE PHASE 4.0

TABLE DES MATIERES



La mise à jour 2021 est stipulée par un filet vertical vert sur le côté des "paragraphes de texte" et de l'annotation MAJ* dans le titre du texte concerné.

est stipulée par un filet vertical vert sur le côté des "paragraphes de texte" et de l'annotation MAJ* dans le titre du texte concerné.

LE MOT DU PRESIDENT	3		
SYNTHESE DES MISES A JOUR (SUITE COVID-19)	4		
1. Description et périmètre de la Microélectronique	6	5. Verrous et enjeux technologiques	23
1.1 Présentation de la Microélectronique et des enjeux génériques	6	5.1 Etat des lieux	23
1.2 Les ruptures/grands changements liés au COVID-19	7	5.2 Les verrous prioritaires	23
1.3 Périmètre de la Microélectronique au sein du Pôle SCS	12	6. Formation	25
2. Références/Liens/Position avec les stratégies régionales et nationales	14	6.1 Etat des lieux	25
2.1 Des initiatives engagées au niveau régional, national et européen	14	6.2 Enjeux autour de la formation	27
2.2 Synergies entre la microélectronique et les autres axes stratégiques de SCS	15	7. Soutien & croissance des Startups & PME	28
3. Chaîne de valeur et cartographie des acteurs	15	7.1 Etat des lieux	28
4. Marchés et usages cibles	16	7.2 Enjeux	29
4.1 Marchés prioritaires	16	8. Visibilité & attractivité & communication	31
4.2 Dimensionnement des marchés cibles	16	8.1 Etat des lieux	31
4.3 Usages de la microélectronique pour chacun des marchés prioritaires	17	8.2 Enjeux	31
4.4 Opportunités marché liées aux évolutions réglementaires et sociétales	22	9. Plan d'actions	32
		10. Annexes	34



LE MOT DU PRESIDENT

Chers membres, chers partenaires,

LA PHASE 4.0 des pôles de compétitivité démarre pour la période 2019 à 2022. **SCS** a été sélectionné pour cette **PHASE 4.0** et a choisi un positionnement dans la continuité avec quatre axes stratégiques dont la **Microélectronique / Electronique** avec une feuille de route à construire pour les 4 prochaines années.

Expert du domaine de l'**Electronique** et la **Microélectronique**, **SCS** accompagne les projets innovants, soutient les startups et PME du domaine et structure l'écosystème via l'animation d'un groupe thématique « **Microélectronique** ».

Les membres **SCS** conçoivent et développent des technologies et des produits **Microélectronique** et **Electronique** éprouvés pour de nombreux domaines d'application depuis les microcontrôleurs pour l'internet des objets, les capteurs souples portés sur soi pour les mesures médicales, les équipements avancés pour la réalisation de puces jusqu'à l'intégration d'intelligence embarquée pour analyser en temps réel et au coeur d'une machine en environnement industriel.

Ces solutions permettent d'accompagner la croissance des marchés et la transformation numérique des entreprises.

Dans le contexte des événements sanitaires exceptionnels de l'année 2020 et 2021, **SCS** a souhaité **mettre à jour cette feuille de route** avec l'appui **d'experts** du domaine et dans une **démarche collective**.

Cette contribution « collective » à la mise à jour de la feuille de route est essentielle pour l'ensemble des acteurs de l'écosystème **SCS** mais aussi pour les financeurs de **SCS**. Elle permettra de construire un positionnement robuste et visible au niveau européen, et aussi d'orienter les actions (*notamment les animations*) pour l'écosystème **Microélectronique/Electronique**.

Moussa Belkhiter,

*Président de SCS
& Site Manager de NXP Semiconductor
Sophia Antipolis*

"Nous remercions les personnes suivantes pour leur contribution à la mise à jour de la feuille de route en 2021"

*Didier NOEL
CEO
EDNconsulting*

*Gerard STEHELIN
CEO
GS2X*

*Vincent FOREST
SOC Physical Implementation
Manager
NXPSemiconductor*

*Philippe LALEVÉE
Directeur
Ecole MinesSaint-Etienne*

LA PRESENTE FEUILLE DE ROUTE A POUR VOCATION

De décrire le marché
et son périmètre

D'identifier les enjeux,
les acteurs, les opportunités
liés à la Microélectronique

De préciser des objectifs
et les actions principales
sur la période

SYNTHESE DES MISES A JOUR (SUITE COVID-19)



Cette pandémie nous a fait prendre conscience qu'on ne peut tout prévoir et **souligné l'importance accrue d'avoir une stratégie proactive pour le futur**. Les technologies, les solutions et/ou produits devront être agiles et protégés efficacement avec des systèmes de sécurité très élaborés.

Les vulnérabilités aux attaques cyber, l'hyperconnectivité, les déluges de données, la diffusion de technologies de rupture comme le quantique, l'IA, l'émergence de nouveaux usages, l'accélération de certains marchés imposent de **repenser l'innovation et de miser encore plus qu'avant sur les écosystèmes et les compétences**.

Il y a une **volonté politique forte, française et européenne de soutenir la filière numérique** et les aides gouvernementales ont été exceptionnelles.

Cette crise a aussi révélé **l'agilité de nos entreprises et montré la pertinence des coopérations entre start-ups, grands comptes et organismes de recherche**.

Les membres SCS ont saisi ces opportunités avec des premiers résultats très encourageants sur l'innovation générée, les perspectives de développement de certaines entreprises et les futurs investissements locaux contribuant à la souveraineté technologique, recherchée par les pouvoirs publics.

La région Provence-Alpes Côte d'Azur a des atouts indéniables dans le domaine du numérique, et cette pandémie nous démontre la pertinence de la coopération entre le monde académique et les industriels, qui va contribuer au rayonnement international de ces acteurs.

Marchés, tendances et chaîne de valeur

La filière Electronique constitue le socle industriel et technologique incontournable de la **révolution numérique** et de la **transition énergétique**.

Sur le moyen/long terme, la **demande en composants semi-conducteurs est en très forte croissance**, pour accompagner notamment les évolutions sociétales telles que la **diffusion de la mobilité électrique, le développement du télétravail, l'Internet des Objets et les progrès en IA**.

La crise sanitaire et les périodes de confinement ont généré de fortes perturbations dans les chaînes de fabrication et d'approvisionnement de l'industrie. Certains secteurs utilisateurs ont arrêté leurs activités.

Cette **situation inédite** s'est malheureusement couplée à de fortes frictions diplomatiques USA/Chine, les perturbations météorologiques et/ou climatiques (*sécheresse à Taïwan, neige à Austin au Texas...*), des accidents industriels (*incendies dans des usines au Japon, fournisseurs de puces pour l'automobile*).

En sortie de crise sanitaire et avec le déconfinement et la vaccination de masse, une **forte tension sur la demande** a conduit à une situation de très forte pénurie inédite dans cette industrie pourtant habituée aux cycles.

Cette état a mis en lumière une certaine forme de **vulnérabilité du modèle de spécialisation**, sous l'angle de l'autonomie d'approvisionnement à l'échelle de l'Europe et des USA notamment.

➤ Dans ce cadre, l'Europe et les états Européens ont décidé de **renforcer l'industrie via différents programmes**. Du financement R&D via les fonds **Horizon Europe** et le **PIA** en France, un nouveau programme d'intérêt commun Européen (**IPCEI**) pour l'industrie et une volonté au plus haut niveau de minimiser la dépendance en approvisionnement auprès des « foundries » asiatiques en visant **l'installation d'une « foundry » avancée en Europe**. Des **discussions** avec des acteurs de premier plan sont en cours sur ce sujet.

Cette forte volonté générale de rééquilibrer les choses en Europe est une bonne chose et sera favorable aux écosystèmes de l'électronique dont SCS.

Verrous technologiques

Les verrous technologiques de la Feuille de route en 2019 sont toujours d'actualité mais de nouveaux apparaissent ou prennent de l'importance notamment dans le cadre de **l'IA embarquée**.

Une nouvelle architecture pour l'Intelligence Artificielle : La majorité des applications basées sur de l'Intelligence Artificielle nécessite d'exécuter leurs calculs via le cloud.

Par exemple, le traitement de la parole réalisé par les assistants vocaux (*Alexa, Siri, ...*) se réalise directement dans le cloud. Mais une nouvelle tendance est apparue depuis 2019, consistant à **rapprocher la capacité de calcul au plus proche du besoin**. Pour la rapprocher au plus proche de l'utilisateur, les chercheurs travaillent sur une nouvelle technologie pour **l'Intelligence Artificielle embarquée**.

Ce nouveau type d'architecture dédiée à l'Intelligence Artificielle permettra de réduire la consommation, **la latence et le nombre de transfert de données**.

Nouveaux Usages



La crise a permis de mettre en lumière de **nouveaux usages en santé** associant composants capteurs et algorithmes **d'IA pour diagnostiquer des maladies** à partir des gaz contenus dans l'haleine. Elle a aussi confirmé le rôle de plus en plus clé des **semiconducteurs et de l'électronique embarquée dans le marché Automobile**.

Financement startups/PMEs

L'épidémie a impacté le financement des entreprises innovantes sur 2 axes :

- 1 On a constaté un ralentissement des investissements des fonds dans de nouveaux projets (*entrés dans leur deal flow en 2020*)
- 2 Puis, les startups/PMEs ont eu recours massivement aux financements type « Plan de Relance » (*Prêt « Covid-19 », PGE,...*) qui se sont naturellement substitués aux levées de fonds.

Pour les entreprises qui avaient prévu de lever en 2020, les **financements Covid-19** ont certes permis de survivre mais ont augmenté l'endettement.

En outre, le gain de valorisation réalisé au cours de l'année 2020/2021 est pratiquement neutralisé par l'augmentation sensible de la dette.

D'autre part, le trou dans la raquette entre Amorçage et Série A s'est agrandi. La filière est délaissée depuis de nombreuses années par les fonds d'investissement.

Les acteurs tels que le CSF Electronique ainsi que les Pôles de Compétitivité devront accélérer la visibilité de la filière et de ces acteurs.

Les plans de relance et les stratégies d'accélération du gouvernement devront s'attacher à **augmenter les fonds disponibles pour des interventions en fonds propres** dans les startups micro et électronique.



Formations

Les tensions sur le recrutement de spécialistes en microélectronique et logiciel embarqué ont fortement augmenté en sortie de crise sanitaire. **De nouveaux programmes en Région SUD ont été lancés afin d'augmenter l'offre d'ingénieurs et de techniciens spécialisés avec des formations qui vont ouvrir à la rentrée 2021 et des initiatives remarquables comme le CMQ et I-NOVMICRO.**

Le Campus des Métiers et des Qualifications « **Industrie du Futur – Sud** » (**CMQ**) met en place des formations de Bac+3 à Bac+8 et propose aux entreprises de trouver les collaborateurs formés dont elles ont besoin. **Ce CMQ comprend la filière industrielle de la microélectronique, ainsi que les filières énergie et aéronautique.**

Le **projet I-NOVMICRO** permettra de développer de nouvelles formations sur toute la chaîne de valeur de la microélectronique et de réaliser des investissements pour l'apprentissage des procédés de fabrication électronique.

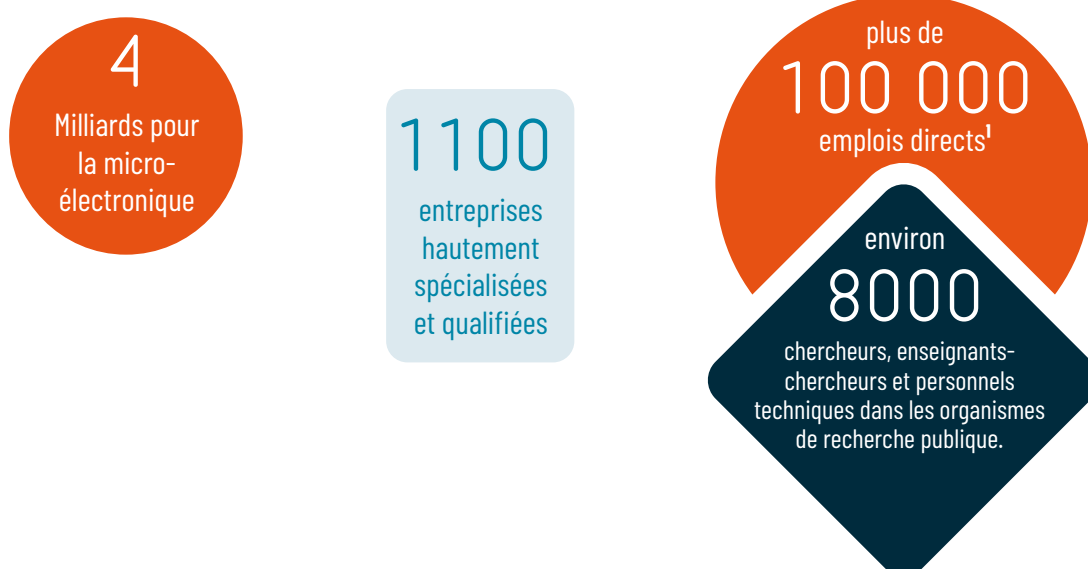
1. Description et périmètre de la Microélectronique MAJ*

1.1 Présentation de la Microélectronique et des enjeux généraux

La filière électronique rassemble les fabricants de composants, d'équipements de test & mesure et de production électronique, les EDA vendors (*Electronic Design Automation*), les développeurs d'IPs HW & SW, la sous-traitance, les fabricants et distributeurs de matériaux et de matières premières, la distribution industrielle ainsi que les entreprises développant des systèmes et des logiciels embarqués.

Elle est irriguée en amont par un tissu dense de laboratoires, écoles et universités dans des domaines d'expertises allant des matériaux de pointe pour la micro-, nano- et optoélectronique jusqu'à la conception et au développement d'outils complexes d'aide à la conception de circuits, de logiciels embarqués et de systèmes en passant par la caractérisation, la modélisation et la simulation multi-échelle et multi-physique.

LA FILIERE ELECTRONIQUE EN FRANCE REPRESENTE EN 2018
15 MILLIARDS D'EUROS DE CHIFFRE D'AFFAIRES DONT PLUS DE :



La filière Electronique constitue en effet le **socle industriel et technologique incontournable de la révolution numérique** et de la transition énergétique. Les grands marchés d'applications voient leur demande en électronique augmenter parfois de façon exponentielle comme c'est le cas actuellement pour l'automobile avec l'avènement du véhicule électrique et du véhicule autonome.

Au même moment de nouveaux clients s'adressent à la filière pour développer l'intelligence de leurs produits ou de leurs procédés et développer de nouveaux usages basés sur la génération, la transmission et le traitement des données.

La maîtrise des enjeux technologiques et industriels de l'électronique constitue un enjeu majeur de compétitivité pour notamment les industries du transport terrestre, de l'aéronautique et de la défense, ainsi que de l'usine du futur, et à plus long terme, pour les industriels de la santé.

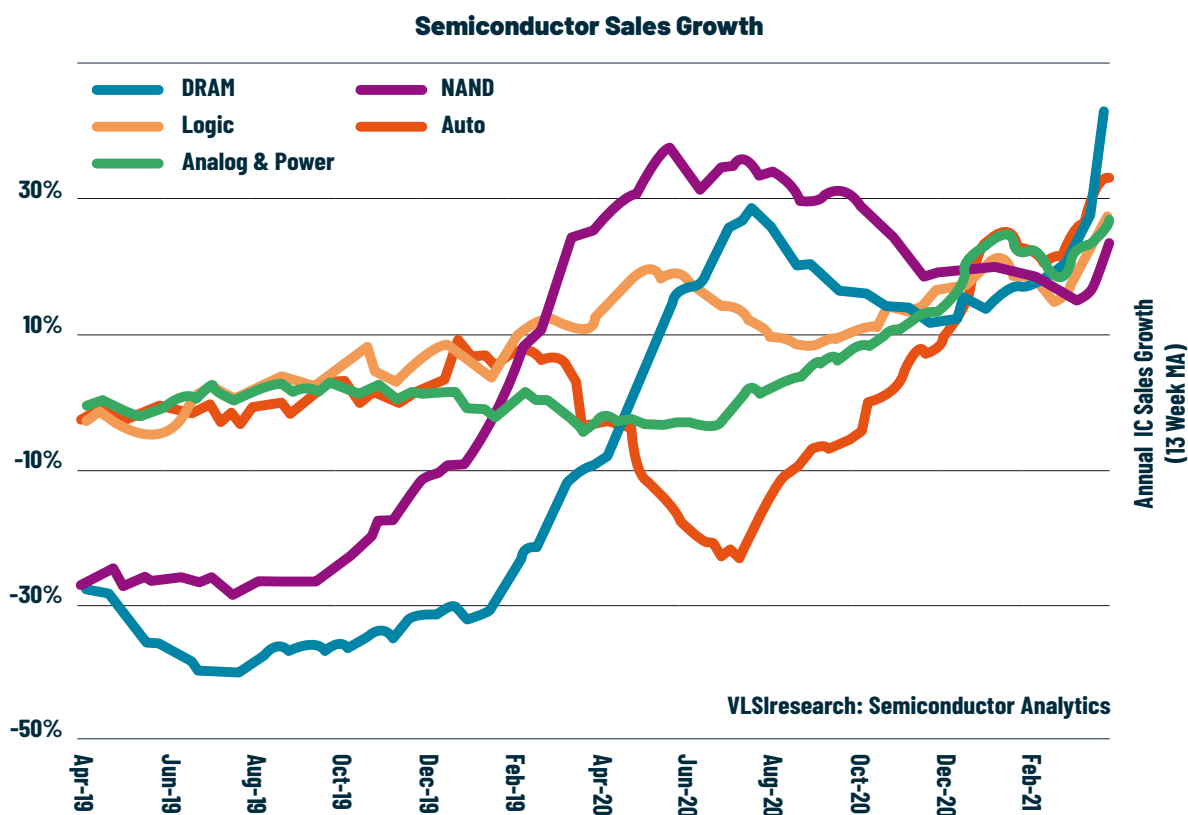
Dans l'ensemble de ces domaines la filière française dispose de compétences, de technologies, et de savoir-faire remarquables qui la rendent visible et recherchée par ses partenaires nationaux, européens et mondiaux.

Les ingrédients de base sont donc bien présents mais, au-delà des moyens financiers perpétuellement requis pour maintenir l'innovation dans un secteur hautement technologique, le **cadre de coopération** et la **communication** restent à développer pour transformer ces atouts en véritable dynamique et modifier en profondeur la perception et l'attractivité de la filière en France ainsi qu'à l'international.

Ces conditions sont nécessaires pour rendre l'électronique française plus forte et lui permettre de faire face à une concurrence mondiale qui n'attend pas.

¹ https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2018/05/dossier_de_presse_-_conseil_national_de_lindustrie.pdf (voir page 14 de ce document)

Après la crise sanitaire en 2021, la demande en composants semi-conducteurs est en très forte croissance, pour accompagner notamment les évolutions sociétales telles que la diffusion de la mobilité électrique ou le développement du télétravail.



1.2 Les ruptures/grands changements liés au COVID-19

EVOLUTIONS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

En 2020, les évolutions de la chaîne de valeur se sont accélérées, la crise sanitaire ayant joué son rôle d'accélérateur des mutations sous-jacentes, et de révélateurs de ruptures.

➤ Accélération...

La concentration des capacités de fabrication de semi-conducteurs **continue sa croissance**, avec les cinq plus gros fabricants rassemblant **54% de la production mondiale** (en équivalent 200mm).

Worldwide Wafer Capacity Leaders

(Monthly Installed Capacity in Dec 2020, 200mm-equivalents)

2020 Rank	2019 Rank	Company	Headquarters Region	Dec 2019 Capacity (K w/m)	Dec 2020 Capacity (K w/m)	Yr/Yr Change	Share of Worldwide Total	Inclusion or Exclusion of Capacity Shares from JV Fabs
1	1	Samsung*	South Korea	2,935	3,060	4%	14,7%	
2	2	TSMC	Taiwan	2,505	2,719	9%	13,1%	+ shares of SSMC & VIS
3	3	Micron	North America	1,841	1,931	5%	9,3%	
4	4	SK Hynix	South America	1,743	1,878	8%	9,0%	
5	5	Kioxia/WD	Japan	1,406	1,598	14%	7,7%	

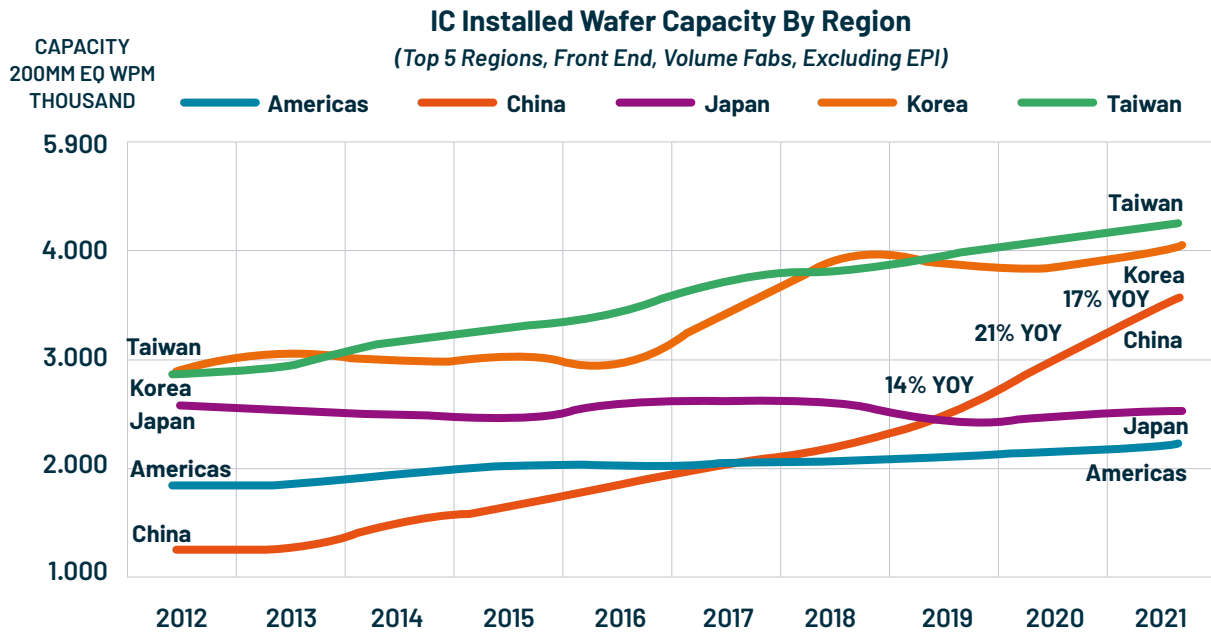
*Line 13 partially excluded in 2020 due to conversion to image sensors.

Pour illustrer l'accélération des évolutions technologiques, le tableau ci-dessous montre l'évolution vers des noeuds technologiques plus avancés :

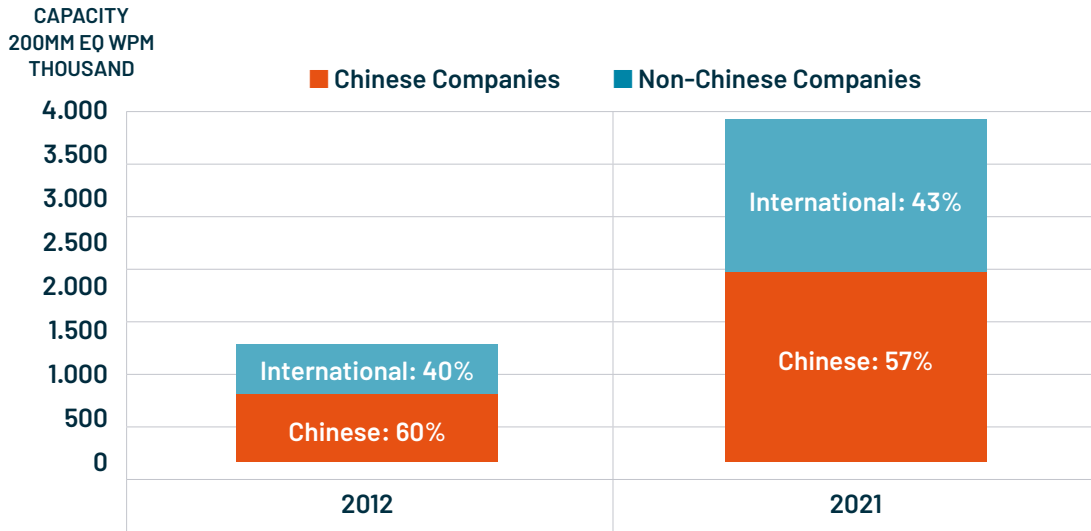
world wide installed capacity	Dec 2017		Dec 2018		Dec 2019		Dec 2020	
	km/m	share	km/m	share	km/m	share	km/m	share
200mm eq								
<10nm		0%	0,43	2%	1,05	5%	7,70	37%
10 to 20nm	5,39	31%	6,29	34%	6,61	34%	2,50	12%
total installed capacity	17,93		18,46		19,22		20,8	

Source: IC Insights' October 2019, February 2021

L'évolution vers des nœuds technologiques plus avancés se poursuit, de même que la marche des capacités mondiales vers l'Asie, avec la part croissante de la Chine continentale.



China IC Installed Wafer Capacity By Origin (From End, Volume Fabs, Excluding EPI)

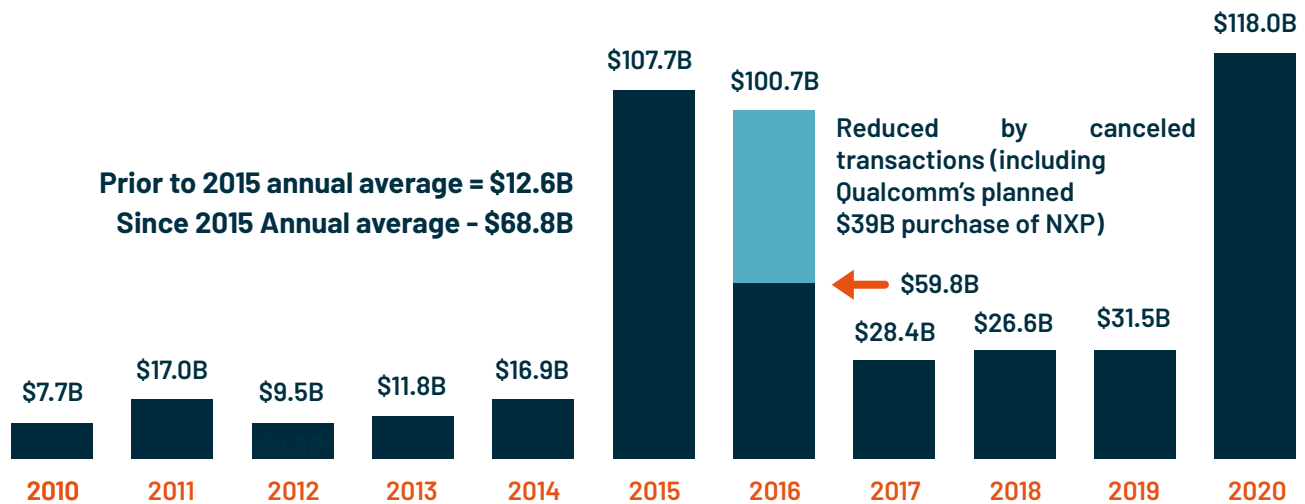


SOURCE: WORLD FAB FORECAST REPORT (4Q20 UPDATE), PUBLISHED BY SEMI

Source: World Fab Forecast, SEMI, Décembre 2020

Le montant des acquisitions de sociétés a atteint de nouveaux records, avec par exemple l'achat en 2020 de Maxim Integrated Products par Analog Devices pour 21 milliards de dollars.

Value of Semiconductor M&A Agreements



Source: IC Insights

Le classement préliminaire des ventes de **semiconducteurs** montre peu de changements, à l'exception de la forte croissance enregistrée par certains acteurs positionnés sur des secteurs applicatifs eux-mêmes en forte croissance.

Les plus gros consommateurs de semi-conducteurs sont toujours **Apple** et **Samsung**, avec une très forte avidité pour les **mémoires Flash**.

2020F Top 15 Semiconductor Sales Leaders (\$M, Including Foundries)

2020 Rank	2019 Rank	Company	Head-quarters	2019 Total IC	2019 Total O-S-D	2019 Total Semi	2020F Total IC	2020F Total O-S-D	2020F Total Semi	2020/2019 % Change
1	1	Intel	U.S.	70,797	0	70,797	73,,894	0	73,,894	4%
2	2	Samsung	South Korea	52,486	3,223	55,709	56,899	3,583	60,482	99%
3	3	TSMC (1)	Taiwan	34,668	0	34,668	15,420	0	15,420	31%
4	4	SK Hynix	South Korea	22,578	607	23,185	25,499	971	26,470	14%
5	5	Micron	U.S.	22,405	0	22,405	21,659	0	21,659	-3%
6	7	Qhalcomm (2)	U.S.	14,391	0	14,391	19,374	0	19,374	35%
7	6	Broadcom Inc. (2)	U.S.	15,521	1,722	17,243	15,362	1,704	17,066	-1%
8	10	Nvidia (2)	U.S.	10,618	0	10,618	15,884	0	15,884	50%
9	8	TI	U.S.	12,812	839	13,651	12,275	813	13,088	-4%
10	9	Infineon (3)	Europe	7,734	3,404	11,138	7,438	3,631	11,069	-1%
11	16	Media Tek (2)	Taiwan	7,972	0	7,972	10,781	0	10,781	35%
12	14	Kioxia	Japan	8,760	0	8,760	10,720	0	10,720	22%
13	15	Apple*(2)	U.S.	8,015	0	7,015	10,040	0	10,040	25%
14	11	ST	Europe	6,475	3,058	9,533	6,867	3,085	9,952	4%
15	18	AM (2)	U.S.	6,731	0	6,731	9,519	0	9,519	41%
-	-	Top-15 Total		301,963	12,853	314,816	341,631	13,787	355,418	13%

(1) Foundry (2) Fabless (3) Includes acquired company's sales in 2019 and 2020 results.

Source: Company reports, IC Insights' Strategic Reviews database

*Custom processors/devices for internal

Preliminary Ranking of Top Companies by Semiconductor Design TAM, Worldwide, (Millions of Dollars)

2020 Rank	2019 Rank	Company	2020 Revenue	2020 Market Share (%)	2019 Revenue	2019-2020 Growth (%)
1	1	Apple	53,616	11,9	43,239	24,0
2	2	Samsung Electronics	36,416	8,1	30,247	20,4
3	3	Huawei	19,086	4,2	24,933	- 23,5
4	4	Lenovo	18,555	4,1	16,773	10,6
5	5	Dell Technologies	16,581	3,7	15,584	6,4
6	6	BBK Electronics	13,393	3,0	11,653	14,9
7	7	HP Inc.	10,992	2,4	10,729	2,4
8	8	Xiaomi	8,790	2,0	6,974	26,0
9	9	Hon Hai Precision Industry	5,730	1,3	5,816	- 1,5
10	10	Hewlett Packard Enterprise	5,570	1,2	5,561	0,2
		Others	261,109	58,0	247,640	5,4
Total			449,838	100,00	419,148	7,3

TAM = total available market. Source : Gartner (February 2021)

Il est à noter la forte décroissance de Huawei liée à une guerre géopolitique que se mènent les Etats Unis et la Chine.

Les secteurs, portés par les mutations accélérées par **la crise sanitaire mondiale**, concernent l'évolution des modes de travail et de déplacement.

Les ventes de microprocesseurs ont cru de 12% en 2020, tirées par la forte demande en ordinateurs portables et en smartphones de grand format, pour à la fois le travail et la formation à distance, et pour l'accès à internet et au cloud computing, ainsi que par l'expansion des data-centers.

La transition de l'industrie automobile vers l'électrification pour réduire ses émissions de CO2, ainsi que les exigences croissantes de sécurité active, ont accru **la demande mondiale en composants dédiés**, révélant la **dépendance envers les fabricants asiatiques**, et en particulier **Taïwan**.

Le gouvernement allemand a par exemple écrit directement au gouvernement de Taïwan pour tenter de résoudre la pénurie de semiconducteurs mettant en péril son industrie automobile.

► ... et ruptures

Cette période de crise a permis l'apparition de nouvelles tendances, ainsi que des effacements potentiels de modèles qui semblaient bien établis.

Des Original Equipment Manufacturer clients de l'industrie des semiconducteurs **« montent »** dans la chaîne de valeurs, pour concurrencer leurs fournisseurs, en désignant leurs propres puces, voire en les fabriquant pour certains, en réservant des capacités de production dans des usines qui deviennent captives (*Apple avec Micron pour ses mémoires, par exemple*).

Plus loin dans la chaîne de valeur, **Amazon** a dévoilé en décembre 2020 son propre processeur pour sa branche **Amazon Web Services**, dédiée au cloud computing. **Google** a régulièrement mis à jour son composant dédié à l'intelligence artificielle qu'il avait présenté en 2016. **Microsoft** a aussi investi dans la conception de composants pour l'intelligence artificielle, ainsi que pour la sécurité, et développe ses efforts pour avoir son propre CPU (*The Wall Street Journal, 21 dec 2020*).

Dans le domaine des processeurs, la suprématie quasi-absolue de **l'architecture x86 d'Intel** est sérieusement battue en brèche par **les cœurs d'Arm**, qui ne se cantonnent plus aux smartphones, mais se développent de plus en plus dans les serveurs et les PC, en capitalisant sur leurs performances en termes de consommation.

Arm fait justement l'objet d'une bataille juridique pour l'intention de son acquisition par **Nvidia**.

Quelle que soit l'issue de cette bataille, elle est significative de mouvements de fond dans le secteur des processeurs.

Qualcomm de son côté a acheté la start-up **Nuvia** qui a créé un composant pour serveurs basé aussi sur un **cœur Arm**, et son fondateur est passé **d'Arm à Apple** où il avait contribué à la création du **processeur M1**.

Intel est en discussion pour sous-traiter la fabrication de certaines de ses puces les plus avancées (*en technologie 4nm*) avec **TSMC** et **Samsung**, le temps de remettre sa technologie de production à niveau.

Certains analystes (*EETimes, 02 feb 2021*) imaginent même comment **Intel** pourrait devenir un jour fabless, à l'image d'**AMD** (*souvenez-vous, « only real men have fabs », Jerry Sanders, fondateur d'AMD, dans les années 80, avant de céder ses usines à GlobalFoundries en 2008*).

Cette crise sanitaire a aussi mis en évidence la nécessité de **réduire les dépendances vis-à-vis de l'Asie** en composants stratégiques pour l'industrie, la santé, la défense et l'automobile.

La Commission Européenne et les Etats-Unis ont lancé chacun de leur côté des programmes de **rapatriement ou de reconquête de capacités manufacturières en semiconducteurs**.

Cette transformation devra être suivie de près en 2021.

LES **ENJEUX MAJEURS** DE L'INDUSTRIE **ELECTRONIQUE** SONT :

- **maîtriser les technologies nécessaires** et innover pour se maintenir à l'état de l'art et répondre aux défis de la miniaturisation, de l'intégration et de la sécurité numérique.
- **maîtriser la numérisation de la chaîne de valeur** et en maîtriser les coûts tout en assurant un bon niveau de sécurité et de protection.
- être en mesure de rapidement et efficacement **effectuer la transformation digitale de l'industrie** et de créer une structure de coordination avec les filières aval.
- répondre rapidement aux **besoins de compétences** liées à l'évolution du marché.
- ne **pas subir la présence monopolistique de certaines entreprises américaines et asiatiques** s'appropriant l'ensemble des secteurs, et d'avoir un rôle important au niveau **international**.
- **maîtriser** et de contrôler les **technologies spécifiques aux marchés en termes d'IPs** et de standardisation de nouvelles technologies.

1.3 Périmètre de la Microélectronique au sein du Pôle SCS

SCS rassemble des acteurs importants de la filière électronique Française. Le Pôle SCS et la Direccte PACA ont conduit en 2016 une étude cartographique des différents acteurs positionnés sur le territoire du Pôle SCS. Cette étude a permis d'identifier :



SCS bénéficie de la présence d'acteurs industriels fabriquant en volume des composants, d'acteurs pour la conception de circuits, de fournisseurs d'IPs, d'équipementiers et d'experts sur toute la chaîne de valeur de la microélectronique.

Les acteurs pour la conception de circuits peuvent être des **développeurs d'outils de conception** (comme Synopsys, Cadence), mais aussi des **développeurs d'IP** (comme ARM) ou encore des **concepteurs de leur propre circuit** (comme ST, Invia, NXP, MicroChip, Infineon).

SCS évolue dans un écosystème composé de grands industriels notamment **STMicroelectronics** à Rousset

et à Sophia Antipolis et les centres **R&D de NXP** à Sophia Antipolis, d'**Infineon** au Puy-Ste-Réparate, **Microchip Technology** à Rousset mais aussi de laboratoires de recherche et de PME.

Dans l'électronique, SCS rassemble aussi des acteurs **OEM** importants comme **Gemalto (Thalès company)**, **Thalès**, Imprimerie Nationale, **Idemia** mais aussi de nombreuses PME du secteur de l'Internet des Objets ainsi que des **EMS (Electronic Manufacturing Services)** et des bureaux d'études en électronique.

CET **ECOSYSTEME** EST PARTICULIEREMENT **BIEN POSITIONNE** SUR :

Les équipements, matériaux et procédés pour les composants électroniques

Les technologies et développements microélectronique « More than Moore »

Les technologies de radiofréquence et de conception d'antennes miniatures

Les systèmes SOC et SIP, les architectures hétérogènes et mixte (numérique/analogique)

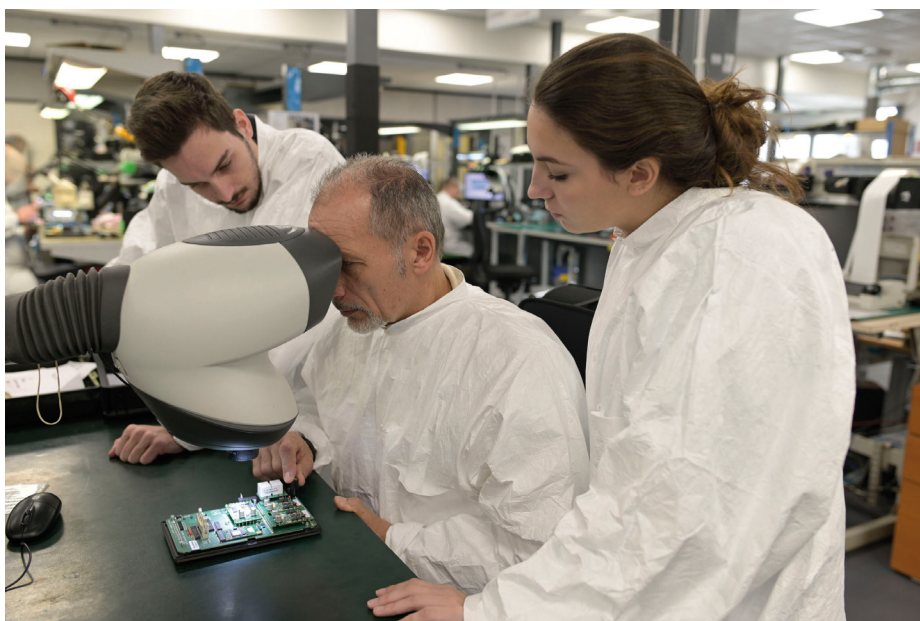
Les composants microcontrôleurs et mémoires non volatiles sécurisés

Les technologies et architecture « low power » à faible consommation

La conception et la réalisation d'objets miniatures communicants sans fil

Ces compétences et ces domaines de spécialisation jouent un **rôle clé et complémentaire au sein de la filière** Electronique française et européenne.

Ce périmètre n'est pas figé et évolue en fonction du renforcement de certaines expertises ou secteurs technologiques.



2.1 Des initiatives engagées au niveau régional, national et européen

La filière électronique et microélectronique s'inscrit dans plusieurs stratégies et actions aux niveaux Europe, France et Région :



SCS contribuera aux stratégies européennes, nationales et régionales sur les filières **Electronique et Microélectronique** afin de mettre en avant les atouts et spécificités de son écosystème.

Depuis 2020, **SCS** accompagne les entreprises de la filière **Microélectronique** pour relever les défis majeurs posés par la crise sanitaire de la **Covid-19**, notamment dans le cadre du plan de relance lancé par le gouvernement.

Grâce au soutien de l'Etat pour l'innovation et l'investissement dans les sites de production électronique en France mis en œuvre dans le cadre du plan de relance, **SCS** contribue activement en 2021 à promouvoir le dispositif de « **Soutien à l'investissement dans des secteurs stratégiques pour la résilience de notre économie** » (AAP Résilience).

SCS accompagne ses membres entreprises dans l'élaboration de projets industriels structurants pour le territoire **Provence-Alpes-Côte d'Azur**.

Projets locaux Lauréats du Plan de relance (en Q2 2021) : les projets de **NAWA technologies, Eycos, Neurelec, SPS, MIOS, CEA, IBS...** ont été lauréats du Plan de Relance.

² <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs>

³ www.silicon-europe.eu

⁴ <https://aeneas-office.org>

⁵ www.ecsel.eu

⁶ <https://www.entreprises.gouv.fr/conseil-national-industrie/la-filiere-industries-electroniques>

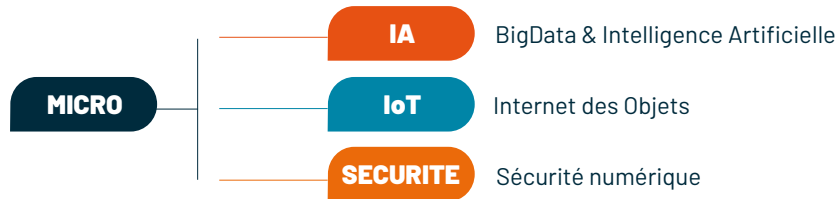
⁷ Page 25 du document https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2018/05/dossier_de_presse_-_conseil_national_de_lindustrie.pdf

⁸ <https://www.maregionsud.fr/economie-emploi/innover-plus-pour-doper-la-croissance-et-la-competitivite/8-operations-dinteret-regional.html>

⁹ www.presseagence.fr/lettre-economique-politique-paca/2017/05/22/

2.2 Synergies entre la microélectronique et les autres axes stratégiques de SCS

Le Pôle SCS met également en place des feuilles de route sur l'IA/BIG Data, l'IoT et la Sécurité. Les différents domaines sont liés.



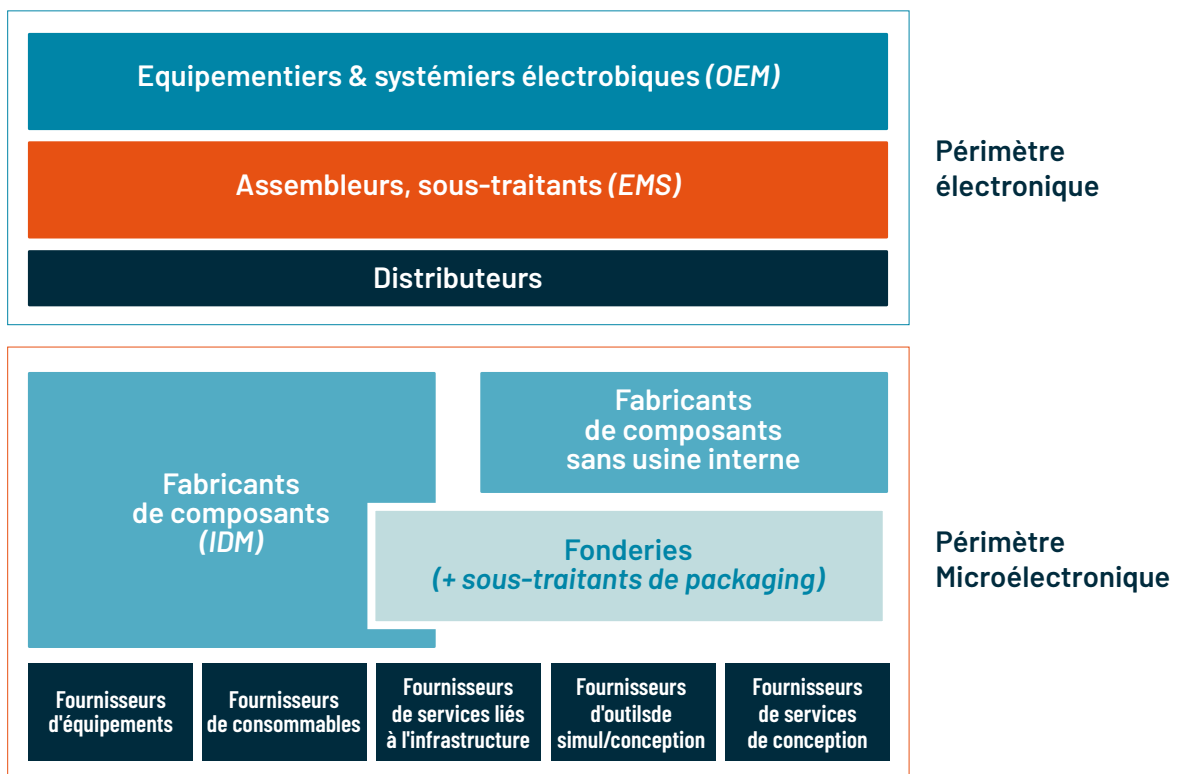
- IA** les enjeux sur les composants sont un élément clé pour l'IA.
- IoT** les circuits intégrés complexes miniaturisés, peu consommateurs d'énergie permettent d'aboutir à **des objets**, portés sur soi par exemple, autonomes, ultra performant en environnement contraignant, pas intrusif et discret.
- SECURITE** les enjeux de sécurité sont un élément majeur pour protéger les composants et systèmes électroniques de toute attaque.

3. Chaîne de valeur et cartographie des acteurs MAJ*

La chaîne de valeur permet d'identifier et de positionner les différentes briques technologiques contribuant à la construction d'un produit ou service **Microélectronique**. Il permet de visualiser graphiquement les éléments clés et les acteurs du domaine.

Pour la **microélectronique**, la chaîne de valeur de référence est celle proposée dans le cadre des différents rapports de Laurent Malier, du plan Confiance Numérique et du plan **MicroPACA2020** piloté par le préfet de la région SUD Provence Alpes Côte d'Azur.

CHAINE DE VALEUR ELECTRONIQUE ET MICROELECTRONIQUE



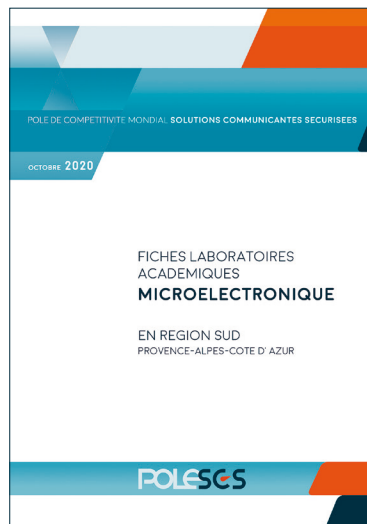
Le positionnement des acteurs Micro SCS sur la chaîne de valeur de la filière (Cf. Annexe).

L'écosystème de SCS comprend des acteurs présents sur l'ensemble des blocs de la chaîne de valeur à l'exception des fonderies et des sous-traitants de packaging. Cette couverture de la grande majorité de la chaîne de valeur permet à l'écosystème de **conserver une forte expertise** et de développer avec l'aide des laboratoires de recherche des **projets innovants collaboratifs** au bénéfice de la filière.

En matière de **recherche fondamentale et de recherche appliquée**, une étude des principaux laboratoires sur le territoire du Pôle a permis d'identifier **7 Laboratoires**.

Les fiches des différents laboratoires spécialisés en microélectronique (Cf. Annexe).

Un nouveau catalogue des laboratoires de recherche en Microelectronique en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été publié en Octobre 2020¹⁰



4.

Marchés et usages cibles

4.1 Marchés prioritaires

Les acteurs de la **microélectronique** adressent souvent plusieurs marchés. **5 marchés** sont jugés prioritaires pour cette **phase 2019-2022** par leur forte croissance et impliquent une part importante de l'écosystème SCS :

-  **Santé**
-  **Smart Cities**
-  **Industrie 4.0**
-  **Transport & Mobilité**
-  **Smart Vehicle (exploratoire)**





Le marché **Smart Vehicle** sera lancé en mode exploratoire en 2019 et sera traité uniquement si des opportunités et des actions concrètes sont identifiées.

4.2 Dimensionnement des marchés cibles MAJ*

De nombreux marchés verticaux applicatifs vont pouvoir **bénéficier des avancées technologiques** de la filière **Micro-électronique**.

¹⁰ <https://www.pole-scs.org/publications/livres-blancs-etudes/>

Ci-dessous quelques chiffres de taille de marché et de croissance de marché qui vont en bénéficier :

PRINCIPAUX CHIFFRES	
 <p>INDUSTRIE 4.0 (incluant l'agriculture)</p>	<p>504 M d'objets connectés en 2025 dont 80% pour les opérations de supply chain et de logistique – croissance de 20% / an (Idate).</p> <p>Marché « Smart Logistics », CAGR 2016-2021 32,7% , vers 41,30 Mds\$¹¹ (MarketsandMarkets)</p>
 <p>SMART CITIES (incluant SmartBuildings & Retail, Smart Metering Energy, SmartHome)</p>	<p>Smart Cities : Marché estimé à plus de 150Mds€ en 2025 (Market Research) – croissance de 23%/an</p> <p>SmartBuildings & Retail : 1,5Mds€ en 2025 – croissance de 17%/an (Frost&Sullivan)</p> <p>Smart Metering/Energy : 1 Mds de compteurs communicants dans le monde en 2020 (ABI)</p> <p>SmartHome : 224Mu de maisons équipées à court terme pour environ 35Mds€ (Strategy Analytics)</p>
 <p>SANTE & BIEN-ETRE</p>	<p>Santé & Bien être : Plus de 160Mds€ en 2022, croissance de 20%/an (Technavio, Research & Market)</p> <p>Wearables (incluant les dispositifs portés sur soi comme les « quantified self ») : 471Mu en 2021 – croissance de 100% sur la période 2016/2021 (Strategy Analytics)</p>
 <p>TRANSPORT & MOBILITE (incluant transport intelligent et véhicule autonome)</p>	<p>176,5Mds\$ en 2021 pour les solutions de smart transport¹² (Transparency Market Research),</p> <p>126Mds€ en 2027 pour le marché des véhicules autonomes – croissance de 40%/an (Market research)</p>

4.3 Usages de la microélectronique pour chacun des marchés prioritaires MAJ*



4.3.1 Santé

(Incluant les dispositifs portés sur soi comme les « quantified self »)

Dans un contexte de vieillissement de la population, de diminution des dépenses publiques, de concentration territoriale et de saturation des infrastructures de soins, la prise en charge des patients à domicile est clé.

On distingue néanmoins deux grandes familles d'offres : les dispositifs médicaux et les dispositifs de santé/bien-être qui présentent des contraintes réglementaires différentes, et notamment en raison de l'augmentation significative des exigences attendues pour l'obtention du marquage CE médical des dispositifs médicaux d'une part et pour la protection des données de santé d'autre part.



Les problématiques et enjeux sur le marché de la santé sont différents. Les segments suivants sont des domaines d'application prioritaires où les acteurs SCS ont un fort domaine d'expertise et se positionnent :

1. Les outils de télémonitoring :

Ces outils visent à suivre des individus à domicile dans le cadre d'une action de prévention ou de soin. De la simple gestion d'alerte à l'analyse prédictive et

¹¹ <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/connected-logistics-market-81941108.html>

¹² <https://globenewswire.com/news-release/2016/06/24/851178/0/en/Global-Smart-Transportation-Market-Boosted-by-Growing-Need-for-Smart-Services-to-reach-US-176-5-bn-by-2021-TMR.html>

l'anticipation des événements, le télémonitoring fait cependant face à des enjeux technologiques tels que la fiabilité et l'analyse des données.

2. Les objets connectés de traitement médical :

Ces objets permettent un suivi régulier à distance de patients atteints de maladies chroniques (*en pleine explosion : asthme, diabète...*). La diffusion d'objets et de solutions connectées nécessite la réalisation de solutions ergonomiques, implantables ou non invasives et autonomes.

3. Les dispositifs de Santé/Bien-être :

Ces domaines d'application sont aujourd'hui investis par des dispositifs autonomes et communicants (*santé mobile*):

- les smartphones
- **les objets connectés** (*montres, lunettes...*)
- les dispositifs embarqués sur/dans le corps (*des implants auditifs, pacemakers*).

Ces outils grand public sont utilisés sans contrôle médical et permettent aux individus de gérer directement leur santé ou bien-être et faire de la prévention. Le développement de mesures portées pour le sport et bien-être nécessite la réalisation de solutions ergonomiques et autonomes (*montres connectées, casques ou bandeaux de sommeil...*).

Notons que les approches du marché, les attentes techniques et financières de ces outils « Wellness » ou « Bien-être » sont différentes des objets connectés dits « à application médicale ».

4. Les outils de sécurisation et optimisation de la prise en charge en milieu hospitalier :

Ces outils visent à améliorer le fonctionnement interne des établissements de santé et la qualité de service rendu aux patients (*identification des personnes et matériels médicaux*).

Les produits médicaux connectés à usage unique tels que composants implantables, cathéters connectés, pansements équipés de capteurs, containers médicaux connectés (*pipettes*) sont inclus dans cette catégorie - tout comme les matériels et équipements de tests médicamenteux cliniques (*tests in-vivo ou pas, tests sur ou dans les animaux cobayes, ...*)

Les contraintes de consommation et de miniaturisation sont donc fortes sur les capteurs et les unités locales de traitement permettant la remontée d'informations ou la remontée d'alertes.

La réalisation de **composants microélectroniques** à très faible consommation, éventuellement implantables, ainsi que l'intégration hétérogène et ultra-compacte au niveau des systèmes sur puce (*System On Chip*) sont majeures.

La conception **d'architectures** et produits pour en augmenter **l'autonomie** ainsi que les solutions locales **de collecte, de stockage et de gestion de l'énergie** sont des axes d'innovation primordiaux.

La réalisation de **nouveaux supports pour l'électronique** et de capteurs sont nécessaires dans le cas d'applications de mesure portés sur soi (*électronique imprimée, support souple, textiles intelligents, ...*) et des objets connectés mobiles.

Les nouvelles générations de composants capteurs de gaz en technologie MOx sont une parfaite illustration des tendances décrites précédemment. Avec l'aide des algorithmes d'Intelligence artificielle, ils permettent par exemple, l'identification de pathologies (*diabète, inflammation pulmonaire,...*) par la détection de gaz dans l'haleine.

La sécurité et la confidentialité des informations sont une préoccupation générale à tous ces segments, tant pour les patients, les organismes hospitaliers ou de santé, que les personnels médicaux.

La confidentialité des données et la sécurité des systèmes doit être assurée pour protéger les données médicales personnelles pouvant faire l'objet d'utilisation frauduleuse.

Les enjeux de sécurité des données sont des enjeux transverses à plusieurs marchés et seront traités dans la feuille de route Sécurité de SCS.



4.3.2 Smart Cities

La gestion et le monitoring intelligent des grandes infrastructures urbaines et des villes passera par le déploiement d'infrastructures à base d'objets connectés intelligents.

Les applications sont nombreuses :

gestion intelligente de l'eau, de l'électricité, des transports en commun, des déchets, des lieux de spectacles, etc...

Les objets connectés demandent des processeurs de plus en plus puissants avec de plus en plus de mémoire. Cela conduit au développement de processeurs puissants devant fonctionner avec une basse consommation, ainsi qu'au développement de logiciels gérant de façon dynamique et astucieuse les différentes parties du processeur et des blocs mémoires pour encore améliorer la consommation...

Les enjeux liés à la microélectronique sont entre autre :

Architecture Low power :

Les objets connectés demandent des processeurs de plus en plus puissants avec de plus en plus de mémoire. Cela conduit au développement de processeurs puissants devant fonctionner avec une basse consommation, ainsi qu'au développement de logiciels gérant de façon dynamique et astucieuse les différentes parties du processeur et des blocs mémoires pour encore améliorer la consommation.

Sécurité:

Face aux attaques de plus en plus créatives et agressives, l'adoption de mécanismes de sécurité (à base de calculs cryptographiques) sur les processeurs est nécessaire : un crypto-processeur a le plus souvent une consommation propre qui s'ajoute à la consommation de l'objet sur lequel il est implanté. L'exécution de calculs cryptographiques représente une charge pour le microcontrôleur à bord de l'objet, et de ce fait augmente sa consommation. Un compromis entre puissance et consommation doit être réalisé.

Microcontrôleur avec IA intégré:

Une électronique avec des composants très autonomes et dotés de capacité de calculs et d'intelligence doit être mise en place et suffisante pour pouvoir effectuer des traitements au niveau des capteurs (objets) ou des gateways (Edge Computing).

Consommation:

des composants et du capteur tout en optimisant la performance.

Ces capteurs (objets connectés) pouvant être autonomes doivent être, le plus souvent, alimentés par une batterie. Devant ces contraintes, une attention toute particulière est prêtée à la consommation du capteur. Les développeurs de capteurs conçoivent leur produit en fonction de ces contraintes et choisissent tous les composants en fonction de leur faible consommation.



4.3.3 Industrie 4.0

Dans l'entreprise et dans l'usine, la gestion de chaînes de valeur et des processus complexes inter et intra-entreprises est en constant ajustement : comment gagner en productivité, en flexibilité ? Pour qui travaille telle machine et comment organise-t-elle sa chaîne d'approvisionnement ? Où se trouve tel outil ? comment prédire la dérive de telle mesure ?

L'architecture des solutions nécessaires à la mutation de l'industrie vers une industrie devenue connectée, optimisée et créative **vit une véritable révolution.**

La modernisation de l'outil de production devient un enjeu majeur. **Les solutions technologiques suivantes vont permettre la modernisation attendue sur les machines, les robots, les procédés industriels :**

- **Des capteurs** plus petits, résistants, plus précis (MEMS, température, pression, caméras...)
- **Des circuits intégrés** dédiés, plus petits, moins consommateurs en énergie pour être en adéquation avec les exigences du monde industriel.

- **Une connectivité optimisée** avec des systèmes sans contact, des gateways, 5G et des réseaux bas débit permettant les échanges entre les objets.
- **Des infrastructures Cloud** facilitant l'accès aux données industrielles de n'importe où et permettant la synchronisation de sites de production distants : on constate un transfert progressif des datas du Cloud (énormes data centers) vers le Fog (*data centers spécialisés déportés vers les utilisateurs et traitements des données en multisites*)
- **Les technologies Big Data Analytics** pour mieux comprendre les tendances et prendre des décisions clés, comme la maintenance prédictive ainsi que le Deep Learning et l'IA pour automatiser la prise de décision.
- **Les robots mobiles de plus en plus petits** : Capteurs et Connectivité Robot to Robot, Capteurs et Connectivité Robot mobile vers le monde extérieur - le transfert d'une partie de l'intelligence système du système informatique central vers chacun des robots
- **Les robots collaboratifs (Cobots)** qui interviennent en support des opérateurs humains pour des tâches lourdes ou dangereuses

Chantier connecté : L'industrie 4.0 s'illustre dans les usines mais aussi dans les chantiers extérieurs et dans l'agriculture. *A titre d'illustration dans le secteur « construction », une autoroute se construit en 2 jours¹³.*

Agriculture connectée : L'agriculture commence sa démarche de modernisation, en intégrant les systèmes de pilotage d'équipements assistés (*machines agricoles autonomes à positionnement par GPS, robots de désherbage évitant l'emploi de pesticides, gestion des intrants et des cheptels, optimisation des paramètres de croissance des végétaux éventuellement en atmosphère contrôlée, ...*).



¹³ <https://www.dailymotion.com/video/x58pi5q>



4.3.4 Transport & mobilité

L'information du conducteur du bus ou du tramway sera enrichie, et exposera en projection sur le pare-brise les **panneaux indicateurs, les services à proximité**, et permettra de réagir rapidement en cas d'incident etc...

Le transport des personnes et des marchandises sera plus soucieux de l'environnement et plus compétitif. La mobilité « intelligente » doit être moins chère, plus libre, plus respectueuse de l'environnement et plus sûre au quotidien.

Le suivi indispensable en temps réel de certaines marchandises sera facilité, avec par exemple la connaissance, sur un simple smartphone, du parcours de produits à très haute valeur ajoutée.

Certains capteurs sont déjà capables de fournir en temps réel des données sur la géolocalisation de la marchandise et l'état de son environnement : température, taux d'humidité, présence de gaz ou encore luminosité. Ils peuvent également intégrer des senseurs spécifiques, par exemple pour contrôler l'intensité de freinage d'un wagon ou les accélérations subies par un container, et contiennent toutes les informations relatives à son statut administratif et douanier.

Cela permet de doter le fret de l'intelligence nécessaire pour **améliorer la productivité** et la sécurité logistique.

Ces contraintes de développement durable s'ajoutent aux contraintes mentionnées plus haut au sujet des objets destinés aux applications de santé et des capteurs complexes pour la ville intelligente.

Les enjeux forts des nouveaux capteurs complexes d'aide au transport et à la mobilité seront d'optimiser la performance tout en conservant :

- **Des systèmes électroniques embarqués** dans les moyens de transport plus compactes, plus fiables, plus robustes.
- **Des objets ou capteurs avec une faible consommation.**
- **Des nouveaux capteurs complexes et ultra miniaturisés** permettant d'optimiser la mobilité intelligente.
- **Des solutions de microélectronique parfaitement sécurisées** qui seront intégrées dans les infrastructures urbaines pour décrire l'environnement en temps réel, communiquer avec les usagers.



4.3.5 Smart Vehicle

L'automobile de demain sera **plus sûre et autonome**. Equipée d'une multitude de **capteurs miniaturisés**, elle communiquera avec les autres véhicules (V2V) et avec les infrastructures routières (V2I) pour réduire le nombre d'accidents.

Elle sera équipée de systèmes innovants pour améliorer la **vision à différentes distances** (capteurs ultrasons, optique, radars ...) et pour détecter les obstacles encore invisibles (mais approchant derrière les bâtiments ou d'autres véhicules à l'angle du carrefour).

La filière électronique est un atout pour la montée en puissance du **véhicule électrique**. Elle a aussi un savoir-faire reconnu en aéronautique et dans le domaine du **véhicule autonome** en ce qui concerne le temps réel embarqué critique.

La voiture sera également « **plus verte** » : les constructeurs seront constructeurs automobiles d'intégrer des fonctions telles que l'injection directe, la suralimentation et la gestion complète des systèmes de transmission dans un seul composant.

Les enjeux majeurs pour le déploiement d'usages intégrant la microélectronique dans le domaine du véhicule connecté et autonome sont :

- Une architecture « Power » : de nouveaux microcontrôleurs seront capables de quadrupler la puissance et doubler l'espace mémoire par rapport à la précédente génération à un seul cœur.

Des avantages qui permettront aux constructeurs automobiles d'intégrer plusieurs fonctions dans un seul composant.

- La baisse des coûts de ces capteurs et donc des composants.
- Leur autonomie, leur complexification pour qu'ils soient plus performants.
- La connectivité filaire au sein de l'habitacle de plus en plus complexe et lourde :
 - Cette grande quantité de connectivité sans fil ajoutée aux dispositifs emportés par les passagers rendent la coexistence de toutes ces radios dans un milieu confiné de plus en plus complexe.
- La maîtrise des problèmes de sécurité physique et des risques de piratage du véhicule.
- L'intégration de l'Intelligence Artificielle dans les composants électroniques.
 - La reconnaissance d'images, et donc d'objets détectés devient possible grâce à la puissance de calcul embarquée dans le véhicule, et permet de traiter plusieurs milliers d'images par seconde.
 - De nouvelles fonctionnalités apparaissent grâce à la reconnaissance vocale, la compréhension du langage naturel et la reconnaissance d'images et permettent ainsi d'offrir une expérience utilisateur simple et personnalisée aux utilisateurs de véhicules.



4.4 Opportunités marché liées aux évolutions réglementaires et sociétales

Trois enjeux semblent importants pour les activités de la filière et peuvent constituer des atouts pour les acteurs qui sauront s'en emparer :

TROIS ENJEUX

LA PROTECTION DES DONNÉES PERSONNELLES

De nouvelles réglementations et en particulier le Règlement Général pour la Protection des Données (RGPD) et la directive ePrivacy ont donné un cadre très clair et structurant pour les entités utilisant, traitant et stockant des données personnelles.

Cette réglementation nécessite l'utilisation de solutions numériques sécurisées pour garantir la protection des données personnelles.

Les composants électroniques utilisés dans les divers appareils et objets structurant les services numériques, l'informatique des entreprises et les réseaux de communication devront intégrer ces fonctions de sécurité et permettent aux applications les utilisant de manipuler les données en toute confiance.

CERTIFICATION SECURITAIRE DES OBJETS IOT

De nombreuses attaques récentes ont montré notamment l'étendue de la menace et les dangers d'un IoT sans sécurité. La Commission Européenne, appuyée notamment par les travaux de l'ECSO, d'Eurosmart, de l'AIOTI, l'ANSSI en France, a proposé récemment un nouveau règlement concernant la sécurité numérique, le CyberSecurity Act.

Celui-ci vise à proposer des processus et méthodes pour évaluer le niveau de sécurité de produits, et notamment ceux de l'IoT, en s'inspirant des méthodes qui ont fait le succès de l'industrie de la carte à puce.

Les composants électroniques et notamment les microcontrôleurs utilisés dans les objets et Gateway IoT devront offrir les bons niveaux de sécurité pour que les objets et produits IoT les utilisant puissent obtenir les certifications nécessaires.

TRANSITION ECOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

La mesure de la qualité de l'air intérieur (*bâtiments*) et extérieure (*centres urbains, surveillance côtière, détection des incendies*) requiert le développement de nouveaux capteurs/multi-capteurs de gaz (*CO, CO2, ozone, COV, SO2*) à faible consommation et la mise au point de systèmes de capteurs intelligents.

Ces développements seront basés sur les procédés microélectroniques classiques, intégrant de nouveaux matériaux sensibles et nécessitant la mise au point de nouvelles architectures de dispositifs, circuits et systèmes.

5.

Verrous et enjeux technologiques

5.1 Etat des lieux

La Stratégie R&D de SCS sera déclinée sur l'axe Microélectronique et va permettre ainsi de générer des avancées technologiques dans ce domaine clé.

Les projets collaboratifs des acteurs de SCS viseront à lever des verrous technologiques afin de renforcer la compétitivité des acteurs et de faciliter les usages dans les marchés cibles. Quelques exemples de projets sur la thématique sont listés en annexe.

Les principaux verrous technologiques identifiés par les acteurs sont listés (*de manière aléatoire*) dans les domaines suivants :

- 1 ➤ Architectures Low-power
- 2 ➤ Systèmes Multi-communications
- 3 ➤ Électronique imprimée/
Packaging de systèmes hétérogènes
- 4 ➤ Bioélectronique (*électronique organique*)
- 5 ➤ Microcontrôleurs avec moteur IA intégré
- 6 ➤ Capteurs et actuateurs
- 7 ➤ Equipements et matériaux
- 8 ➤ Puissance intégrée

5.2 Les verrous prioritaires

1 ➤ Architectures Low-power

Une architecture « **low power** » permet d'améliorer les rendements énergétiques des systèmes (*SoC, SiP, discrets*), de diminuer la consommation énergétique à performance égales, de limiter les sources de fuites, et d'améliorer le rendement des interfaces entre sources d'énergie et moyens de stockage.

Ce type d'architecture permet de favoriser le déploiement d'applications dans certains marchés notamment « *outdoor* », d'optimiser les coûts des solutions et des usages, et aussi d'avoir un impact positif sur l'environnement.

Les systèmes doivent aussi être capable de fonctionner avec des sources d'énergie variables et d'origine différentes : solaire, thermique, mécanique, RF ...etc...

L'utilisation de ces sources nécessite le développement ou l'intégration de composants collecteurs d'énergie : cellules photovoltaïques, générateurs thermoélectriques utilisant l'effet Seebeck, composants piézoélectriques, circuits RF.

Des circuits dédiés de gestion de l'alimentation doivent être conçus pour gérer la collecte d'énergie, le stockage de l'énergie dans des batteries et/ou des supercondensateurs, et l'alimentation du système en en minimisant sa consommation.

2 ➤ Systèmes Multi-Communications

La gestion de diverses options de communication est clé pour qu'un système puisse communiquer via les différentes infrastructures mobiles selon les besoins (*débit, latence, ...*) et leur localisation (*suivi des marchandises, gestion flottes, roaming outdoor/indoor, voiture autonome ...*).

Les différents objets et systèmes communicants doivent donc intégrer des systèmes électroniques et notamment des « *front-end* » analogiques capables de s'accorder sur des fréquences et des modulations très différentes.

Les designs des antennes et des puces doivent prendre en compte ces contraintes au sein d'environnement parfois contraints (*miniaturisation, source d'énergie contrainte, fonctionnement en environnement sévère, ...*)

3 ➤ Électronique imprimée/ Packaging de systèmes hétérogènes

Quelques définitions (*SiP, SoC, Electronique imprimée...*) sont détaillées ci-dessous et insérées dans le glossaire en annexe.

- **System In Package** : plusieurs Circuits intégrés (*IC*) différents dans un même boîtier.
- **Electronique imprimée** : procédés d'impression d'encre électronique à base de nanoparticules réalisant les fonctions suivantes : connexions électriques, antennes, optoélectronique (*LED*), semi-conducteurs, piézoélectriques, ... Le développement de nouvelles encres à base de nouveaux matériaux permettra de réaliser de nouvelles fonctions (*capteurs, composants passifs, récupérateurs d'énergie ...*)
- **Intégration hétérogène** : plusieurs IC et composants imprimés intégrés sur un même substrat (*éventuellement souple*) combinant les avantages des IC en silicium (densité et performance) avec ceux de l'électronique imprimée (*bas coût et matériaux spécifiques*).

L'électronique imprimée doit permettre de réaliser des dispositifs électroniques embarqués, des antennes et d'autres fonctions en les intégrant dans de nouveaux

supports tels que les textiles, les supports souples et transparents, des supports plastiques ou mécaniques à formes spéciales, etc...

Les packagings hétérogènes concernent les circuits intégrés et consistent à empiler, au sein d'un même composant, plusieurs technologies comme de la logique programmable, des fonctions analogiques et numériques, et de la mémoire.

Néanmoins, de nombreux verrous restent à lever pour permettre l'intégration de circuits complexes sur des substrats souples (*densité des interconnexions, connexions entre différentes couches de substrats souples, robustesse mécanique du système, ...*)

Aujourd'hui le SiP est de plus en plus utilisé pour le regroupement de divers capteurs (*magnétique, inertiels, pression, ...*), **même si ses grands domaines d'utilisations sont encore actuellement :**

- **les mémoires** (*l'empilement de mémoires élémentaires est le plus gros vecteur de croissance des SiP*).
- **les calculs et le traitement de l'information** (*intégration des mémoires élémentaires avec le(s) processeur(s) dans un même boîtier avec éventuellement un ASIC spécifique*).
- **la connectivité radio** (*les FEM des smart-phones 4G et bientôt 5G sont tous fabriqués à partir de technologies SiP, ainsi que les fonctions RF dans l'IoT BT, GPS, Wifi, ...*). Avec la montée en fréquence de la connectivité (5G, 30 GHz, 60GHz, ...), l'approche SiP devient incontournable.
- **la gestion de l'énergie** : chargeurs intelligents, dispositifs complets d'energy harvesting (*récupération d'énergie ambiante*), power management d'un smart phone ou d'une montre connectée.
- **quelques systèmes complets de capteurs** tels que capteurs optiques pour smart phone ou SiP combinant des MEMS et leurs drivers.

Un enjeu majeur apparaît pour les fabricants de solution en Europe et leur indépendance vis-à-vis de l'Asie et des US. **La nouvelle génération d'ingénieurs électroniques diplômés, notamment en France** ne mesurent souvent pas l'intérêt de telles technologies, leurs complexités, leurs avantages et leurs usages. Du coup ces jeunes diplômés les relèguent à des usages secondaires ou marginaux. Une explication de ce phénomène tient au très petit nombre de sociétés françaises et européennes dans ce secteur alors que ces technologies sont très présentes, et en constante évolution en Asie et aux USA.

4 **Bioélectronique (électronique organique)**

La bioélectronique s'intéresse aux interactions de l'électronique avec les sciences de vivant, à la fois dans l'apport de fonctions numériques : **diagnostics, imagerie**

médicale, traitements, et pour les interactions avec la biologie : électronique in vivo, détecteurs, biocapteurs ...

S'appuyant sur les avancées technologiques de l'électronique imprimée sur supports souples et étirables, l'apport de l'électronique, en particulier dans les neurosciences, devrait entraîner des avancées technologiques majeures dans le domaine de la santé.

5 **Microcontrôleurs avec moteur IA intégré**

Un microcontrôleur est un circuit intégré rassemblant dans un **même boîtier** ou sur la **même puce** un microprocesseur, plusieurs types de mémoires et des périphériques de communication (*Entrées-Sorties*).

Intégrer un **moteur d'Intelligence Artificielle** sur le microcontrôleur permet d'accélérer le traitement de réseaux neuronaux sur les microcontrôleurs mais aussi de doter de fonctions cognitives d'intelligence artificielle n'importe quel microcontrôleur.

Dans cette approche, l'analyse, mais également l'apprentissage, sont réalisés de manière **totale et autonome** directement dans le microcontrôleur et ne nécessitent ni intervention humaine ni connexion au cloud.



6 **Capteurs et actionneurs**

Un capteur (*ou senseur*) transforme un phénomène physique (*obligatoirement*) en une grandeur électrique. Un actionneur (*ou actionneur*) est un transducteur assurant la transformation inverse du capteur. La taille, l'optimisation du coût, le type et le format de données enregistrées par le capteur sont **des enjeux technologiques majeurs**.

La détection et la mesure de grandeurs physiques différentes, les besoins de sensibilité des applications nécessitent pour la fabrication comme pour le packaging, la mise en œuvre de technologies très diverses, souvent éloignées des technologies standards de la microélectronique qui nécessitent la mise au point de matériaux et procédés, la conception ou l'adaptation d'équipement de fabrication et de mesure.

L'électronique intégrée a des besoins spécifiques en terme de minimisation du bruit, gestion de très grande dynamique, dans un contexte de très faible consommation.

7 Equipements et matériaux

Pour atteindre les performances demandées par les marchés ciblés, la microélectronique doit **faire évoluer** ses équipements et procédés de fabrication et faire appel à de nouveaux matériaux.

Les équipements doivent être plus précis, performants en termes de contamination, plus rapides, auto-adaptatifs pour accompagner à la fois la course à la performance des composants (**More Moore**) et l'intégration de nombreuses fonctions (**More Than Moore**).

Si l'on veut redynamiser l'électronique en Europe, il est indispensable de soutenir **l'écosystème technique du SiP**, y compris la fabrication. Sans cela, quoiqu'on fasse, l'électronique européenne dépendra de l'Asie et des US pour une brique technologique de plus en plus indispensable.

8 Puissance intégrée

L'intégration sur un même composant de fonctions numériques de traitement de l'information à faible puissance et de gestion de commutations de forte puissance **nécessite une connaissance fine** des comportements électroniques des matériaux (*Smart Power*).

Des compétences spécifiques mêlant la connaissance des matériaux semiconducteurs (*silicium, germanium, composés III-V et II-VI*), de l'électronique analogique, à celle du numérique sont indispensables et peuvent constituer une opportunité de croissance pour la Région Sud.

De grands industriels du **Smart Power** qui y sont implantés (*STMicroelectronics, Infineon*) peuvent susciter des créations d'activité pour des entreprises dans ce domaine d'activité et dans celui d'activités connexes (*packaging hétérogène, caractérisation spécifique, matériaux réfractaires, ...*).

L'émergence de solutions de gestion de sources d'énergie renouvelables va exiger de plus en plus de compétences dans les **technologies Smart Power**, et peuvent apporter des possibilités de relais de croissance.

6. Formation

L'électronique est de plus en plus utilisée dans des systèmes embarqués avec des contraintes d'environnement sévères. Cette tendance impose aux concepteurs de système un recours accru à **la modélisation et à la simulation, ainsi que la maîtrise de champs de compétences transverses**.

Cela génère des **besoins importants** en termes **d'emplois et d'acquisition de compétences** pour les entreprises de la filière. Le renforcement de la formation est un point clé pour répondre aux attentes des entreprises de la filière électronique.

6.1 Etat des lieux

Un projet de filière régionale **emploi-formation professionnalisée**, spécialisée en microélectronique est prévue en **2019**.

Des Programmes pédagogiques et une plateforme opérationnelle d'apprentissage ou de perfectionnement va permettre à tout jeune diplômé ou cadre en formation continue d'acquérir ou maintenir un niveau de compétences.

La Région SUD est un territoire d'excellence dans le domaine des hautes technologies et de leurs méthodes de production avec des acteurs dans la formation et l'éducation qui sont :

	Aix-Marseille Université (UFR de Sciences, IUT d'Aix-Marseille, Polytech Marseille)
	Ecole Centrale de Marseille
	CNRS
	Centre Microélectronique de Provence de l'École des Mines de Saint Etienne
	YNCREA Méditerranée (ISEN) Ecole d'ingénieurs en électronique
	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers d'Aix-en-Provence , hébergeant un institut de formation aux méthodes du Lean Manufacturing (<i>Dynéo</i>)
	ITII , école d'ingénieurs en alternance
	Université de Nice Sophia Antipolis (Polytech Nice)

Des formations variées diplômantes sont disponibles en Région en mode alternance, formation initiale ou continue (*adaptées à tout type de public en formation initiale ou en activité*).

La liste des formations diplômantes en Région SUD ingénieurs, Bac+2 et niveau Bac est en annexe.

De nouveaux programmes pédagogiques à la fois théorique et pratiques adaptés peuvent être créés au sein d'une « **Cité de la Microélectronique** » à mettre en place, sur un modèle pouvant s'inspirer du projet « **Henri Fabre** » pour l'industrie aéronautique.

Ces formations ouvertes à tous les acteurs de la filière sont proposées en mode formation initiale, continue ou en alternance.

Elles permettent d'obtenir un diplôme de niveaux Bac+2 à Bac+8 et sont organisées sur des lieux très proches les uns des autres :

l'Ecole des Mines de Saint-Etienne (*lieu de sensibilisation à l'Électronique*) et le lycée général & technologique Marie Madeleine Fourcade tous deux situés à Gardanne dans les Bouches-du-Rhône, en liaison avec d'autres organismes de formation régionaux.

Une plateforme opérationnelle ouverte est proposée aux acteurs de la filière.

Les objectifs pédagogiques principaux visés sont d'offrir une plateforme de formation pour :

- **Développer des compétences** allant de la conception à l'application.
- **Maitriser les techniques** élémentaires de fabrication des semiconducteurs.
- **Maitriser la gestion des flux** de production et leur optimisation.
- **Développer les compétences** en matière d'électronique analogique.

Des salles ressources dédiées à la conception et complétées par la une salle blanche école sont proposées en adéquation avec les programmes pédagogiques et les besoins des entreprises.

Un **POC (Proof-Of-Concept)** est en cours sur le thème Industrie du Futur au CFAI de Istres, d'une surface de 80m² dont la livraison est prévue **début 2019**, permettant d'appréhender les conditions spécifiques du travail sur des équipements de production en salle blanche.

Un autre projet à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne est prévue sur Gardanne dans le centre Georges Charpak pour découvrir et se familiariser avec les procédés de fabrication de circuits intégrés.

Des cursus personnalisés ont été créés pour répondre aux emplois et compétences attendus sur des thèmes précis comme l'Industrie du Futur (*conducteur d'équipement robotisé (automation), technicien de maintenance et de support process*), tant en production qu'en R&D et en engineering.

Les domaines concernés sont la sécurité numérique, la numérisation des procédés industriels, l'Intelligence Artificielle, l'Internet des Objets (*Ingénieurs en conception analogique et numérique, en conception de cartes ou équipements de type antennes ou capteurs, techniciens en réalisation de circuits intégrés (design layout)*).

L'Atelier Inter-universitaire de Micro-nano Electronique (AIME), avec ses 600 m² d'espace accessible aux universitaires et industriels de Toulouse **montre des possibilités pouvant inspirer** les responsables du projet¹⁴.



¹⁴ <https://www.aime-toulouse.fr/cmsms/index.php?page=salle-blanche>

6.2 Enjeux autour de la formation

Les enjeux de la formation autour de l'électronique et de la microélectronique sont nombreux :

1

La conception des programmes pédagogiques en adéquation avec les besoins des entreprises et complétés avec des salles ressources dédiées à la conception et des salles blanches de fabrication ou de maintenance.

2

Le modèle économique pérenne des infrastructures de formations et autres plateformes nécessitant un lourd investissement en :

- équipements pour la réalisation de composants et circuits intégrés
- équipements de caractérisation

3

L'ouverture aux entreprises intervenants aussi bien en amont qu'en aval de la chaîne de valeur (*applications*).

4

L'adossement des nouvelles formations et des plateformes avec les plans de formation continue des entreprises locales de la Microélectronique. (*STMicroelectronics, Gemalto (Thalès company), SPS, MicroChip, IBS, Infineon, Genes'ink, NXP, Optim, ...*)

5

La mise en capacité de répondre à la demande toujours croissante d'alternants de niveaux Bac+2 à Bac +5, voire de niveau Bac.

6

L'offre de parcours de formation adaptés à tout public et à tout âge aussi bien en formation initiale, qu'en alternance et en formation continue.

7

L'organisation de parcours dédiés avec une proximité géographique des lieux de formations pour faciliter leur suivi par les élèves et les enseignants.

8

La possibilité de pourvoir aux offres d'emploi très spécialisées (*dans les domaines de la conception analogique ...*)

9

La création de programmes pédagogiques permettant aussi bien de comprendre les méthodes de maintenance prédictives et prescriptives de l'industrie du futur que les notions de base comme celles de l'électronique analogique.

7.

Soutien & croissance des Startups & PME

Plusieurs profils de startups et PME dans la chaîne de valeur de la microélectronique et de l'électronique existent au sein de SCS :

- les concepteurs d'équipements pour la fabrication des composants.
- les « **producteurs de composants sans usine interne** » appelé aussi « **Fabless** ».
- les concepteurs de **produits électroniques** avec un fort potentiel d'intégration microélectronique.
- les concepteurs de composants, capteurs ou systèmes **More than Moore** pour l'IoT.
- **les services industriels ciblant la fabrication microélectronique** (*entretien et amélioration des équipements, conception et réalisation des salles blanches et des réseaux de fluide ...*).
- **les services scientifiques** à la R&D et à la production (*caractérisation physico-chimique, électrique, thermique, optiques, ...*).

Face à la mondialisation, ces PME ont la nécessité de renforcer les performances et **la compétitivité de leurs produits**.

La microélectronique est intégrée dans tous les types d'équipement et systèmes numériques, elle est leur base physique et joue un rôle primordial dans l'évolution des différents secteurs.

La microélectronique est donc un secteur au service des autres industries (*défense, aéronautique, automobile, télécom, santé ...*). **Des enjeux autour de l'accélération des entreprises de type Fabless et concepteur de produits électroniques** avec potentiel d'intégration microélectronique se multiplient, notamment avec leurs gros besoins de capitaux.

7.1 Etat des lieux

Le plan **MicroPACA2020** initié par SCS en 2018 a généré des actions en faveur de certains acteurs de la microélectronique.

Un accompagnement dédié à l'excellence opérationnelle et visant à répondre aux enjeux des fabless et concepteurs de produits a été imaginé et déployé par le Pôle SCS auprès de 8 entreprises.

Il vise à identifier les points de progression des startups et PME sur les **4 piliers fondamentaux** que sont le produit, le marché, les compétences et le financement,

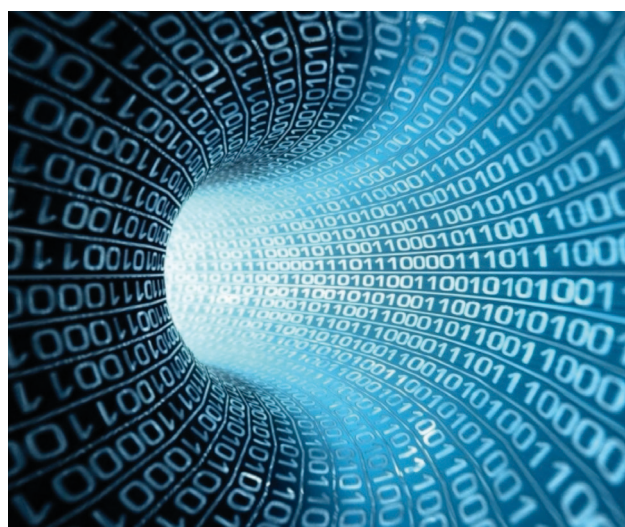
ainsi que les actions à mettre en œuvre pour permettre la croissance et l'accélération. L'accompagnement individuel de chaque entreprise est réalisé de façon suivie dans le temps **de 6 à 12 mois par des experts de très haut niveau** du domaine de la microélectronique et assisté d'un comité de pilotage du Pôle SCS.

Un projet d' « **IoT Center** » incluant des capacités de prototypage, de test, de caractérisation sécuritaire et un espace de démonstration (*showroom*) est à l'étude afin de **réduire les temps de développement** et de mise sur le marché de solutions IoT intégrant les composants microélectroniques à l'état de l'art pour les acteurs économiques de l'écosystème.

L'IoT tire ses méthodes de protections sécuritaires de l'expérience acquise dans l'industrie de la microélectronique. Les applications de l'IoT sont diverses et leurs besoins de sécurité sont également très variés, **ce qui apporte de nouvelles opportunités pour les startups et PME de la microélectronique**.

Les solutions de sécurité pour l'IoT, à base de semi-conducteur, sont personnalisables de manière à être adaptées **aux schémas de sécurité** mis en place par chaque développeur d'application IoT. En effet, les solutions matérielles à base de semi-conducteurs dédiés sont flexibles.

L'offre en termes de semi-conducteurs est vaste et totalement adaptée à la demande de divers niveaux de puissance de calcul, d'algorithmes cryptographiques, de système d'exploitation basés sur Java ou propriétaires, etc...



FINANCEMENT

L'investissement privé et l'augmentation des fonds propres des startups/PME doivent être favorisés. Le potentiel d'innovation de ces PME et startups nécessite des moyens financiers plus importants que pour les PME positionnées dans le Software ou dans l'IA, en particulier pour les phases de conception et d'industrialisation.

Cela reste d'autant plus vrai qu'avec l'épidémie du Covid-19, deux phénomènes se sont produits :

. Les fonds ont logiquement ralenti leurs investissements dans de nouveaux projets, pour assurer l'accompagnement de « lignes » déjà investies à franchir l'épidémies.

. Les entreprises ont eu recours **aux dispositifs de financement « Covid-19 »** mis en place par l'état, les banques, les collectivités et Bpifrance (*Prêts Garantie par l'Etat, prêt participatif, ...*) pour franchir la période.

La plupart des dispositifs de soutien « Covid-19 » sont essentiellement des financements bas de bilan. En se substituant à des levées de fonds (*qui ont été décalées*) elles ont très sensiblement augmenté l'endettement des entreprises et a conduit ainsi à « neutraliser » tout ou partie de la création de valeur liée aux avancées qu'elles auraient pu faire pendant la période « Covid-19 » ou à diminuer leur valorisation si elles n'ont pas pu avancer pendant cette même période.

Par ailleurs, le « trou » dans la chaîne de financement en fonds propres entre la phase d'amorçage et la phase de développement appelée « série A » (*chiffre d'affaires supérieur à 1 Million€*), déjà existant avant le Covid-19 semble s'être encore creusé. L'amorçage a été abondamment adressé ces dernières années avec notamment les FNA (*Fonds Nationaux d'Amorçage*).

En revanche, après un premier tour d'amorçage, une start-up proposant des produits ou des services sur la base d'innovations de rupture (*DeepTech*) qui aurait démarré ses ventes sans encore dépasser le million d'euros de chiffre d'affaires peut rencontrer des difficultés à trouver des fonds en France.

Ces entreprises se retrouvent donc dans une zone de turbulences avec une dette importante impactant leur valorisation et entrant rarement dans les thèses d'investissement des fonds.

MICRO

RELATIONS AVEC LES ACHETEURS ET ACCES AUX CLIENTS

Le Small Business Act a été largement soutenu par le parlement européen en 2008 et vise à améliorer l'environnement des petites et moyennes entreprises (PME) européennes.

Ce SBA oblige les donneurs d'ordre, privés ou publics, (*grands groupes et Administrations*) à réserver une part importante de leurs achats à des petites et moyennes entreprises. L'enjeu est de rendre ce SBA efficace, notamment dans la Région.

RECRUTEMENT ET DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES HUMAINES

La capacité des acteurs à acquérir efficacement de nouveaux types de compétences (*humaines, organisationnelles et technologiques*) est capitale dans l'évolution future de la chaîne de valeur. Les fabricants d'équipements électroniques doivent avoir la qualification suffisante pour se positionner en amont (*création, recherche*), en plus du savoir-faire pour exécuter un carnet de commandes. Une véritable politique RH prévisionnelle des emplois doit être mis en place au sein de ces structures.

Sensibiliser les équipes et les dirigeants de startups sur des sujets autres que leur expertise microélectronique est nécessaire. Les technologies nommées « Blockchain, IA, apprentissage autonome, renforcement learning... » ne sont pas que des buzz words. Des opportunités concrètes peuvent naître si ces équipes bénéficient d'une réelle pédagogie sur ces nouveaux concepts émergents.

A titre d'exemple, on peut citer les opportunités de conception de nouvelles puces électroniques comme les microcontrôleurs avec moteur Intelligence Artificielle intégré permettant le computing (*calcul*) au plus près des objets IoT sans envoyer d'informations dans le cloud.

L'industrie du Futur est devenue connectée, optimisée, créative et présente deux enjeux essentiels qui sont la modernisation de l'outil de production et la transformation des modèles d'affaires. La modernisation vue dans le chapitre « Marché/Industrie 4.0 » plus haut ne représente qu'une partie de la réponse. Évoluer vers l'industrie du futur nécessite aussi de traiter les aspects d'organisation, la place de l'humain dans l'usine (*qualité de vie au travail, compétences, management*). 65% des métiers dans l'industrie de 2050 pourraient ne pas encore exister.

L'accès à l'état de l'art des technologies industrielles reste un enjeu majeur pour les jeunes ingénieurs en électronique. Depuis 30 ans, la fabrication électronique a été progressivement transférée vers des pays à bas coût de main d'œuvre, en particulier vers l'Asie. Aujourd'hui peu de cette production reste en Europe.

Dans les PME Fabless, les ingénieurs seniors ont une expérience de la fabrication. La plupart des jeunes ingénieurs ne l'ont pas et ne peuvent pas l'acquérir faute d'usine à proximité. Or une société de conception de composants électroniques (*fabless ou avec production intégrée*) ne peut être efficace en étant « hors sol ».

Sans la connaissance intime des processus de fabrication et de leur évolution, il est compliqué de vouloir créer et développer des composants modernes et complexes basés sur l'état de l'art des technologies industrielles.

MUTUALISATION DES MOYENS ET DES EXPERIENCES

Le partage de bonnes pratiques entre startups sur des retours d'expérience de matériels, de licence de logiciels, d'outil de test ou de simulation, de formation... augmentera le savoir-faire, occasionnera un gain de temps et diminuera le risque lors de la mise sur le marché de leur solution innovantes.

La mutualisation des moyens et travaux de R&D des partenaires académiques est nécessaire pour le développement des produits des PME.

Le partage, l'exploitation de résultats issus de laboratoires, la mise à disposition de moyens et de compétences des académiques au service des industriels permettra l'échange de bonnes pratiques, l'émergence d'idées nouvelles, la découverte des meilleurs sous-traitants...

La gestion des projets et leurs priorisations doivent être harmonisées entre académiques et industriels.

8.1 Etat des lieux

Face à la forte pression concurrentielle de l'Asie sur les coûts de production et de main d'œuvre, la conception et la production de composants microélectroniques et de systèmes électroniques ont fortement évolué. Le territoire du Pôle SCS, comme plus largement en Europe, a dû faire face à la disparition de certaines unités de production comme LFoundry, Atmel... et de certains acteurs de la conception (*ST Ericsson, NVidia,...*). **D'autres acteurs ont été rachetés et consolidés dans des entités plus importantes** (*RivieraWaves racheté par Ceva, Starchip par Idemia, Invia par Gemalto (Thalès company)*).

Cette pression concurrentielle a en parallèle poussé les industriels à faire évoluer et moderniser leurs outils de production, à améliorer leur productivité en adoptant des méthodes de type **LEAN**, à anticiper les fluctuations cycliques du marché, à développer des technologies différenciées. Les sciences du manufacturing **se sont développés au sein des grands industriels comme STMicroelectronics**, grâce aux partenariats de recherche avec différents laboratoires académiques, spécialistes des traitements de données, de modélisation, de gestion des flux, de méthodes avancées de contrôle des procédés...

Ces travaux leur ont permis de maintenir leur compétitivité face aux fondeurs asiatiques et aux compétiteurs internationaux (*Silicon Valley, SHA ...*). **ST Rousset est devenue par exemple l'usine de fabrication la plus performante de ST dans le monde.**

Dans le même temps, à partir du savoir-faire technologique directement issu des laboratoires et de l'industrie de la microélectronique (*vide, couches minces, matériaux...*), des PME se sont développées et des startups se sont créées **et ont investi d'autres domaines comme les écrans plats, l'optique, l'énergie, l'environnement, le médical, la défense, le naval.**

Face au risque de banalisation assez rapide des technologies numériques, ce savoir technique sur les équipements et les matériaux capitalisant des dizaines d'années de développement et de pratique est plus difficilement transférable. **C'est un atout majeur de l'écosystème régional** qui transcende ainsi la notion de filière. Ce savoir-faire est non seulement source de développement pour la microélectronique mais aussi pour d'autres industries.

C'est un mouvement assez remarquable de **régénération du tissu industriel** qu'il faut soutenir et mettre en valeur, en lui donnant un rayonnement national et international.

8.2 Enjeux

Parmi les enjeux on peut citer :

- Attirer et localiser des activités de conception et/ou de production en France et notamment en **Région SUD**.
- Favoriser la création de startups et de PME dans le domaine notamment **en valorisant** les travaux des laboratoires de recherche dans la région.
- Face à ce bouleversement de la filière et son application dans de nombreux secteurs, **offrir un cadre réglementaire** permettant de garantir le respect des règles fondamentales (*libertés, sécurité, etc.*) tout en offrant des compétences d'innovation et de recherche uniques en Europe est un autre enjeu majeur.
 - Les réglementations en cours (**RGPD...**) combinées aux politiques ouvertes à l'innovation (*laisser le champ à l'expérimentation, en fixant les bornes à l'intérieur desquelles les innovateurs peuvent tester leurs idées avec l'appui des pouvoirs publics*) est un **facteur d'attractivité** aussi bien pour les investisseurs étrangers que les acteurs positionnés sur les activités de conception et/ou de production en microélectronique.
- **L'attractivité des formations** est retenir (*contre la fuite des talents*) les ressources humaines compétentes et qualifiées, polyvalentes et expérimentées dans les domaines de la microélectronique et de l'électronique.
- La visibilité et la mise à niveau des plateformes de mutualisation d'outils et de compétences comme **les plateformes CIMPACA** offrent aux PME une expertise et des équipements mutualisés, pour faire émerger une **R&D innovante** en adéquation avec le besoin des industriels.



9. Plan d'actions

Les actions principales pour les 4 années à venir se résument ainsi :

1

GÉNÉRER, VALORISER ET DÉPLOYER DES INNOVATIONS ET DES AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

A Intensifier l'animation et la structuration de l'écosystème d'innovation :

1. Des conférences scientifiques à fort intérêt/participation des acteurs SCS
2. Des journées thématiques et des masterclass pilotées par des experts
3. Promotion des expertises, des ressources et moyens mutualisés

B Développer des projets de R&D innovants technologiques et usages :

1. Animer des ateliers de créativité lors des animations pour générer des idées de projets innovants entre acteurs académiques, industriels et plateformes mutualisées
2. Réunions d'informations sur les différents dispositifs de financement
3. Accompagnement et labellisation des projets R&D remontés par les acteurs SCS
4. Organiser des conférences marchés/usages notamment en partenariat avec d'autres pôles clusters marchés

C Valoriser les projets de R&D et leurs retombées :

1. Collecter et recenser les différents projets des membres SCS
2. Etablir un catalogue des projets et des produits issus des projets
3. Organiser des conférences et animations avec restitution des résultats des projets
4. Promouvoir le passage à l'industrialisation des prototypes et des produits issus des projets en s'appuyant notamment sur les plateformes mutualisées en microélectronique (CimPACA)

2

ACCÈS MARCHÉ

A Accélérer l'accès sur les marchés en croissance :

1. Continuer et renforcer les partenariats avec les réseaux « utilisateurs » (*Pôles filière, IMA, cluster EE, Centre 3IA, Communauté FT, UIMM, Mercatel*) et partenaires (*centre 3IA : health, biotech, smart territories*)
2. Organiser des actions d'open Innovation avec les Grands Groupes et collectivités (*région, membre centre 3IA...*) et sourcing de solutions auprès de PME/startups
3. Organiser des animations & espaces d'échanges entre offreurs & End user d'un marché donné



SOUTIEN AUX PMES ET STARTUPS DE LA MICROÉLECTRONIQUE/ELECTRONIQUE

A Accompagner la croissance & efficacité opérationnelle :

1. Accompagner la création de startups (*brèves technologiques, offres ou services à base de microélectronique*) en liaison avec les SATT, les cellules de valorisation des universités et les incubateurs
2. Accompagner le renforcement du financement des startups et des PME notamment en fonds propres
3. Proposer un catalogue d'outils pour l'efficacité opérationnelle (*marketing, stratégie, pitch, salons, ...*)
4. Proposer des accompagnements pour les PME à des conférences et des salons majeurs nationaux et internationaux sur la microélectronique et les marchés associés
5. Mettre en avant des offres et compétences des startups et PME dans des catalogues thématiques (*ex Industrie du Futur,...*)



FORMATION

- ### A Accompagner le développement d'une offre complète de formation initiale et continue dans le domaine de la microélectronique en liaison avec les campus des métiers et les besoins des industriels



VISIBILITÉ & ATTRACTIVITÉ

A Promouvoir l'expertise et les compétences de SCS auprès de la communauté scientifique internationale, des acteurs du marché et des décideurs :

1. Continuer à communiquer et promouvoir les avancées des acteurs de SCS (*technologies, marché, contrat signé, projet...*)
2. Assurer la visibilité de la filière microélectronique SCS dans les stratégies régionales (*OIR*), nationale (*CSF Électronique*) et Européenne

10. Annexes

10.1 Méthodologie et références

La feuille de route Microélectronique du Pôle SCS a été réalisée avec un processus sur 3 mois qui repose sur des réunions physiques du comité restreint Microélectronique et de la Plénière où tous les acteurs SCS ont été invités à participer.

Le comité restreint, composé d'industriels petits et grands et d'organismes de recherche localisés dans la région, a fortement contribué au contenu de la feuille de route.

Références

La feuille de route Microélectronique s'appuie sur les résultats de différentes études récentes (*Filière de formations en microélectronique par UIMM...*).

Elle s'appuie également sur les études menées par le Pôle SCS¹⁵, en particulier :

- La sécurisation de l'IoT
- Etude IoT en 2016

10.2 Présentation du Pôle SCS



Le Pôle de compétitivité Solutions Communicantes Sécurisées (SCS) (www.pole-scs.org) est un acteur important et reconnu dans le domaine des technologies du numérique. Il rassemble plus de **300 membres** (grands groupes, laboratoires de recherche et plus de 200 startups & PME) en Région Sud, représentant **60 000 emplois** dans ce domaine.

Ces acteurs couvrent l'ensemble de la chaîne de valeur des métiers du numérique, du silicium aux usages :

microélectronique, télécommunications et logiciel. SCS se focalise sur **4 grands axes stratégiques** :

MICRO Microélectronique

SECURITE Sécurité numérique

IA BigData & Intelligence Artificielle

IoT Internet des Objets

pour servir des marchés en croissance tels que la santé, les smart-cities, le transport & logistique, l'Industrie 4.0, le retail, etc...

¹⁵ <https://www.pole-scs.org/publications/livres-blancs-etudes/>

SCS est un **acteur de dimension nationale** et européenne. Nationale au travers de son réseau de partenaires et notamment les Pôles Systematic, Minalogic et Images&Réseaux avec lesquels il a signé une charte de collaboration Européenne grâce à son réseau de partenaires au sein de l'Alliance « **Silicon Europe** » (www.silicon-europe.eu).

SCS a reçu **en 2013 le Label Gold**, délivré par l'ESCA (*European Secretariat for Cluster Analysis*), pour la qualité de l'animation de son écosystème, de son processus de labellisation et de son management.

10.3 Glossaire

EDA Vendor : (Electronic design automation), aussi appelé electronic computer-aided design (ECAD)

EMS : Electronic Manufacturing Services

IC : Integrated Circuit

IP : Intellectual Property

DIH : Digital Innovation Hub

PME : Petite et Moyenne Entreprise

SOC : System On Chip

SIP : System In Package

System In Package : plusieurs IC différents dans un même boîtier

Electronique imprimée : procédés d'impression d'encres électroniques à base de nanoparticules réalisant les fonctions suivantes : connections électriques, antennes, optoelectronique (LED), semi-conducteurs, piézoélectriques, etc...

Intégration hétérogène : plusieurs IC et composants imprimés intégrés sur un même substrat (*généralement souple*)

10.4 Exemples de projets labellisés SCS liés à la technologie Microelectronique MAJ*

Ci-dessous sont listés quelques exemples de projets monopartenaires ou collaboratifs innovants labellisés par SCS et issus des actions SCS autour de l'innovation.

SECURIOT



Le projet **SECURIOT** vise à développer un microcontrôleur sécurisé pour apporter aux prochaines générations d'équipements pour l'IoT et d'objets connectés, un niveau de sécurité élevé contre les attaques matérielles et logicielles.

CONTEXT



Le projet **CONTEXT** a pour but de développer des composants radiofréquences (RF) et électroniques intégrés au textile pour les communications sans fil dans les réseaux autour du corps humain.

AMPEERS



L'objectif du projet **AMPEERS** est l'obtention de stockages d'énergie de très hautes densités intégrables dans des objets nomades fins et flexibles pour leur complète autonomie énergétique face aux nouvelles applications toujours plus 'gourmandes' et aux transmissions sans contact sur des durées de vie toujours plus longues.

SSAM

Smart Sensor for Automotive Market

NANOZ
Mono-partenaire

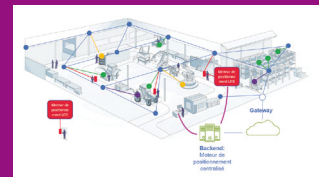
Le projet vise le développement et la caractérisation de 3 composants capteurs de gaz sur la technologie MOX de Nanoz. Ces nouveaux composants capteurs sont destinés à mesurer très précisément des concentrations de NO₂, COV et Ethanol. Ces molécules sont pour les 2 premières des indicateurs de pollution de l'air intérieur au véhicule et la dernière permettra de détecter les risques d'alcoolémie du conducteur.

LED4CINEMA

COCCON
CINEMA
THE IMMERSIVE LED EXPERIENCE

Adaptation d'un serveur de média numérique au standard "Digital-Cinema" pour s'interfacer et s'intégrer à une nouvelle génération d'écrans cinémas en salles commerciales dit "émissifs" et constitués de mur de type "LED". En complément de ce premier volet et simultanément : Développement et intégration d'un nouveau format de fichier son numérique et immersif en salle de cinéma dénommé "IAB" permettant au futur serveur intégré au futur mur "**Led4Cinema**" de pouvoir diffuser un son immersif 3D en salle de cinéma (format dit DTS:X) Développement et Intégration d'un médiablock autonome supportant le format "IAB" et qui se dénomme "OMB". Développement et adaptation du système de calibration QALIF à la problématique de calibration (nouvelle) d'un écran type "**Led4Cinema**".

SMILI

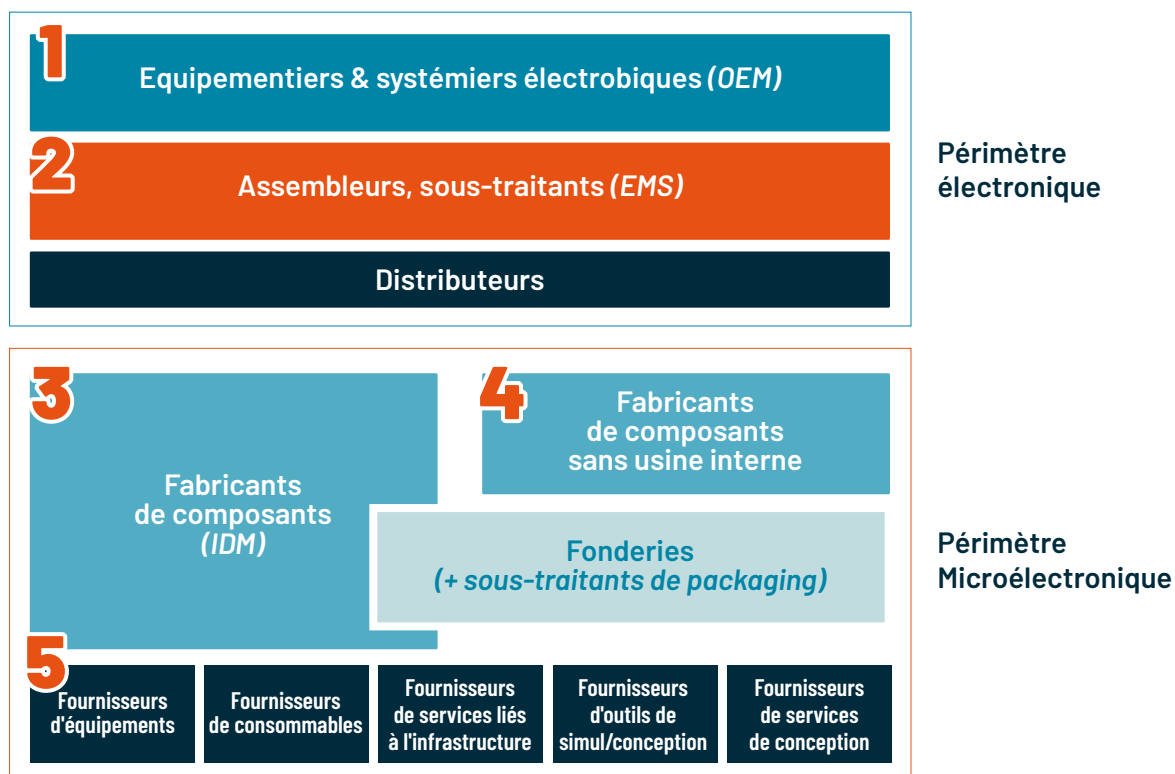


SIMILI poursuit la révolution GPS à l'intérieur en proposant une solution complète de localisation indoor de téléphones portables et d'objets connectés. Compatible avec les principales techniques de localisation indoor les plus prometteuses (Bluetooth Low Energy 5.1, Ultra Wide Band). **SIMILI** offre l'infrastructure et les services nécessaires pour créer des applications de localisation indoor temps réel, précises (10 cm), économes en énergie et à faibles coûts de déploiement et d'exploitation.

10.5 Positionnement de SCS sur la chaîne de valeur

La chaîne de valeur permet d'identifier et de positionner les différentes briques technologiques contribuant à la construction d'un produit ou service Microélectronique. Il permet de visualiser graphiquement les membres SCS du domaine.

CHAÎNE DE VALEUR ELECTRONIQUE ET MICROELECTRONIQUE



- 1** | **Equipements & systémiers électroniques** : Ce sont les clients finaux de tous les acteurs microélectroniques de la chaîne.
- 2** | **Assembleurs et EMS** : Presto Engineering, Electronie, Neos Technologies, Staymatel, Synergie CAD, Insight SIP, Linxens.
- 3** | **Fabricants de composants IDM** : NXP , ST, Nawa technologies.
- 4** | **Fabricants de composants sans usine interne et Blocs IP** : Invia, Starchip, ARM, Wisekey, PLDA, Inside Secure, Silicon Mobility, HeyDay, Maxim, Ceva Wireless, Algodone, SDRF, Tiempo Secure.
- 5** | **Fournisseurs d'équipements** : IBS, Orsay Physics, Vegatec, Cprim, Advantest, Encapsulix, technoProbe, 3DOxides.
Fournisseurs de consommables : Genesink, Silios Technologies, Toppan PhotoMasks, EasyGan, Linxens, Optim Wafer Services.
Fournisseurs de services liés à l'infrastructure : Vegatec, Tescan Analytics, Tera Environnement, Optim Wafer Services.
Fournisseurs d'outils de simul/conception : Synopsys, Cadence.
Fournisseurs de services de conception : PLDA, IP Maker, Dolphin, Maya Technologies.

10.6 Fiches des différents laboratoires spécialisés en microélectronique en Région SUD

Parmi les laboratoires de recherche en Microélectronique, on peut citer :



10.7 Formations diplômantes de Bac à Bac+5 en électronique en Région SUD

Parmi les formations diplômantes ingénieurs existantes en Région SUD on peut citer :

I3S

- **Ingénieur** ISMIN de l'École des Mines de Saint-Etienne
- **Ingénieur** Centrale Marseille
- **Ingénieur** Polytech Marseille
- **Ingénieur** ISEN Toulon

FISA

- **Ingénieur** ITII Option EI CFAI Istres / Polytech Sophia
- **Ingénieur** ITII Option Meca CFAI Istres / ENSAM Aix
- **Ingénieur** ITII Option Systèmes Électriques ENSAM Aix

UNIVERSITAIRES DE NIVEAU BAC+5

- **Master** Nanosciences et Nanotechnologies (AMU, Ecole des Mines de Saint-Etienne)
- **Master** instrumentation, mesure , métrologie (AMU)
- **Master** Électronique, énergie électrique, automatique (AMU)

BACHELOR OU LICENCES EXISTANTES EN REGION SUD

- **Master** Techniques
- **Licence** professionnelle
- **Bachelor** e-maintenance CFAI Istres
- **Bachelor** Supply chain CFAI Istres
- **CQPM** CatC/D CQPM Cat C/D

DIPLOMANTE BAC+2

- **BTS** Systèmes Numériques Option Électronique & Communication (*Lycée Fourcade*)
- **BTS** Electricité & composants
- **DUT** Mesures physiques
- **DUT** Informatique
- **DUT** GEII
- **BTS** Maintenance des systèmes de prod (*Lycée Vauvenargues / CFAI Istres*)
- **DUT** GMP Gestion Maintenance Production (*IUT AMU*)
- **CQPM** Cat B

NIVEAU BACCALAUREAT (GENERAL, PROFESSIONNEL OU TECHNOLOGIQUE)

- **Bac Techno** Sti 2d (*Lycée Fourcade*)
- **Bac Pro** MEI (*Maintenance Équipements Industriels*)(*Don Bosco, Vauvenargues*)
- **Bac Pro** Électrotechnique (*Lycées Langevin, St Eloi*)
- **Bac Pro** SEN Syt Electroniques Numériques
- **Généraliste Bac S**
- **Bac Pro** PLP Pilote Ligne de Prod

NOS FINANCEURS





Business Pôle - 1047 route des Dolines,
Allée Pierre Ziller, Bâtiment B, Entrée B, 1er étage
06560 Valbonne - Sophia Antipolis

Place Paul Borde
13790 Rousset

contact@pole-scs.org
www.pole-scs.org