

Elles sont partout. Dans nos téléphones, nos voitures, nos salons, nos cuisines, au bureau ou à l'usine. La plupart du temps invisibles, elles peuplent pourtant notre vie de tous les jours. Elles, ce sont les puces électroniques, des ensembles de composants microscopiques (transistors, diodes, convertisseurs...) gravés sur un petit morceau de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou l'arséniure de gallium.

Un smartphone compte plus de 150 puces. Une voiture électrique entre 1000 et 3000. Dans une maison moderne, on peut en recenser jusqu'à 5000, entre les équipements électroniques (téléviseur, tablette, ordinateur, box Internet, réfrigérateur...), énergétiques (LED, chaudière, panneaux photovoltaïques...) ou de domotique (alarme, détecteurs...).

Développés après la seconde guerre mondiale – l'américain Fairchild Semiconductor a commercialisé le premier circuit intégré en 1961 –, les semi-conducteurs sont devenus indispensables à l'économie mondiale, au même titre que le pétrole, ce qui leur vaut le surnom de « nouvel or noir ». Selon l'Association de l'industrie des semi-conducteurs américaine (SIA), ils sont le quatrième produit le plus échangé au monde, en valeur, après le pétrole brut, le pétrole raffiné et l'industrie automobile.

« Les semi-conducteurs sont au moins aussi importants que l'énergie primaire dans la production de secteurs manufacturiers tels que les technologies de l'information et de la communication [TIC] et l'électronique, les véhicules à moteur et la fabrication de machines », explique l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) dans le rapport « Sécurité économique dans un monde en mutation », publié en septembre. Pour la fabrication des TIC et des produits électroniques, la contribution en valeur ajoutée des semi-conducteurs est ainsi quatre fois supérieure à celle de l'énergie primaire (8 %, contre 2 %).

Investissements colossaux

Bien que cyclique et soumis à des phénomènes de stockage-déstockage parfois violents, le marché des semi-conducteurs suit une courbe ascendante. Le World Semiconductor Trade Statistics, l'institut de la statistique du secteur, l'estime à 772,2 milliards de dollars (658,1 milliards d'euros), en 2025, 22,5 % de plus qu'en 2024. C'est deux fois plus qu'il y a dix ans. Il devrait frôler, en 2026, 1000 milliards de dollars (autour de 975 milliards), soit un quadruplement en vingt ans, alors même que le prix des composants a tendance à baisser dans le temps au fur et à mesure de l'innovation et de l'augmentation des volumes de vente.

Depuis deux ans, une partie du secteur profite des besoins en puces dites « logiques » et « de mémoire », « stimulés par les applications liées à l'intelligence artificielle [IA] et à la demande continue dans le domaine de l'informatique et les centres de données », souligne l'institut de la statistique, avec une croissance attendue pour 2025 parfois supérieure à 30 % selon les catégories. Pour les segments destinés à l'industrie ou à l'automobile, comme les capteurs ou les puces analogiques, la hausse est moins marquée, autour de 10 %.



Dans une usine de semi-conducteurs, à Suqian (Jiangsu), en Chine, le 20 octobre. AFP

Semi-conducteurs, le nouveau carburant de l'économie mondiale

« LES PUCES, PÉTROLE DU XXI^E SIÈCLE » 2/3 Quatrième produit le plus échangé au monde, les composants électroniques sont devenus essentiels à la plupart des industries. Au point qu'ils sont désormais aussi stratégiques que l'or noir

Le poids des semi-conducteurs dans l'économie mondiale est bien plus important que le seul chiffre d'affaires réalisé par les fabricants de puces. « En 2020, les données de The Observatory of Economic Complexity [plateforme en ligne issue du Massachusetts Institute of Technology] relatives au commerce des semi-conducteurs s'élevaient à 2600 milliards de dollars, tandis que les ventes atteignaient 437 milliards de dollars. Cela signifie que les semi-conducteurs sont importés et exportés plusieurs fois avant d'être intégrés dans des produits finis », expliquent les économistes de la banque allemande Deutsche Bank dans une étude de novembre 2022.

Conséquence de ces multiples échanges, « peu d'industries ont une chaîne d'approvisionnement et un écosystème aussi complexes et interdépendants à l'échelle mondiale », précise la SIA dans une étude de mai 2024 réalisée avec le cabinet de conseil BCG. La complexité vient aussi de la façon dont sont fabriqués les semi-conducteurs. Première étape, la conception de la puce : cela représente environ la moitié de la valeur ajoutée du produit final et un quart des investissements, essen-

tiellement en recherche et développement (R&D).

Elle est ensuite imprimée sur une plaque de silicium par une fonderie : c'est environ un quart de la valeur ajoutée mais près des deux tiers des investissements physiques (salles blanches, machines...), sachant qu'une fonderie coûte plusieurs dizaines de milliards de dollars selon sa taille. Vient enfin la phase d'assemblage, de test et de conditionnement (5 % de la valeur ajoutée, de 10 % à 15 % des investissements).

Pour s'affranchir de ces investissements colossaux – le montant total des investissements du secteur pour 2025, hors R&D, s'élevait à 155 milliards de dollars –, la plupart des entreprises de semi-conducteurs sont passées, ces trente dernières années, à un modèle de production dit « sans usine ». Elles ont confié la phase de fonderie à des groupes asiatiques comme les taïwanais TSMC et Foxconn ou le sud-coréen Samsung et se sont concentrées sur la conception des puces. Résultat, le centre de gravité de la production de semi-conducteurs s'est déplacé : en 1995, les États-Unis et le Japon représentaient plus de 50 % de la valeur ajoutée mondiale des semi-conducteurs, contre 20 % pour la Chine, la Corée du Sud et Taïwan ; en 2018, les parts de marché s'étaient inversées de manière symétrique.

Les groupes de semi-conducteurs y ont gagné en rentabilité, mais sont devenus vulnérables. L'arrêt brutal des livraisons lors de la pandémie de Covid-19, début 2020, avec la fermeture des frontières chinoises, suivi par une violente reprise des commandes en 2021 pour accompagner le re-

démarrage de l'économie, « a révélé que les composants électroniques sont devenus un enjeu de puissance et de dépendance » dans le monde, souligne Philippe Keryer, directeur général délégué du groupe d'aéronautique, de défense et de sécurité numérique Thales. Dernier exemple : en octobre, les tensions entre la Chine et les Pays-Bas autour du fabricant de puces Nexperia ont failli mettre à l'arrêt les constructeurs automobiles européens.

Aujourd'hui, l'économie ne peut plus tourner sans puces et chaque perturbation ou interruption de la chaîne d'approvisionnement coûte cher. Selon l'OCDE, la pénurie de semi-conducteurs au cours des neuf premiers mois de 2021, à la sortie de la crise due au Covid-19, a engendré une baisse significative du produit intérieur brut dans plusieurs pays de l'Union européenne, jusqu'à 0,5 % en Allemagne. En septembre 2022, l'assureur-crédit Allianz Trade (ex-Euler Hermes) a calculé que le coût total de cette pénurie s'élevait à 100 milliards d'euros pour toute l'Europe, répartis sur 2021 et 2022.

Souveraineté des produits

L'Europe est particulièrement dépendante des puces asiatiques. « Depuis 2017, le niveau des importations [de semi-conducteurs en Europe] est devenu significativement supérieur au niveau de la production, et ce découplage s'est accru au cours des années suivantes. Le déficit commercial se creuse et atteint 19 milliards d'euros en 2023, soit 191 % de plus qu'en 2017 », souligne la direction générale des entreprises, dans une note parue en janvier sur « les semi-conducteurs : un marché

La France importe toujours plus de puces : pour 7 milliards d'euros en 2022, 65 % de plus qu'en 2019

mondialisé et une dépendance européenne ». Malgré quelques producteurs sur son territoire, comme le franco-italien STMicroelectronics, présent notamment à Crolles (Isère), le fabricant de plaques de silicium Soitec et quelques petits acteurs spécialisés, la France importe toujours plus de semi-conducteurs : 7 milliards d'euros en 2022, selon la direction générale des entreprises, 65 % de plus qu'en 2019.

« La dépendance est particulièrement marquée vis-à-vis de Taïwan, qui est le principal fournisseur de l'industrie française (26 % en 2023) », suivi par la Malaisie et la Chine (14 % chacune), ajoute l'étude. La fermeture des frontières chinoises, entre mai et juillet 2020, a souligné « la difficulté des industriels à substituer aux importations chinoises des semi-conducteurs en provenance d'autres pays ».

Depuis le Covid-19, tous les industriels européens cherchent donc à réduire leur exposition aux usines asiatiques de semi-conducteurs. Chez Thales, qui dépense environ 1,8 milliard d'euros par an en composants électroniques, soit un cinquième de ses achats, une majorité de puces provient déjà d'Europe, pour des questions de souve-

raineté de ses produits, utilisés, par exemple, dans l'avion de chasse Rafale. Certains des plus sensibles, comme ceux présents dans ses radars militaires, sont fabriqués en interne, à United Monolithic Semiconductors, un fondeur spécialement créé en 1996 avec Airbus. D'autres puces critiques sont aussi développées à Palaiseau (Essonne), dans le laboratoire II-V d'optoélectronique exploité avec l'équipementier de télécoms finlandais Nokia et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

Mais le groupe veut aller plus loin. En mai, il a annoncé vouloir construire, en France, une usine avec Radiall et le chinois Foxconn, dans les composants dits « packages », une technologie qui permet d'améliorer la performance des puces. « C'est une première européenne », affirme Philippe Keryer, et cela doit leur « donner de la flexibilité de production et de la compétitivité vis-à-vis de concurrents qui ont déjà accès à ces technologies ».

Cette usine représente un investissement de l'ordre de 250 millions d'euros. Des discussions sont en cours avec différentes régions prêtes à l'accueillir. Le choix pourrait être décidé au premier semestre 2026. Elle devrait produire une centaine de millions de puces par an d'ici à 2031, et a vocation à accueillir d'autres industriels désireux de rapprocher vers l'Europe le centre de gravité de leur approvisionnement en composants électroniques de nouvelle génération. ■

OLIVIER PINAUD

Prochain article Comment l'Europe a disparu du paysage des semi-conducteurs

En sous-traitant la fonderie des puces en Asie, les entreprises ont gagné en rentabilité, mais sont devenues vulnérables