

La microélectronique : instrument de puissance économique et de souveraineté à l'échelle mondiale

Table des matières

I) Un domaine économique et technologique mondialisé	3
A. <i>L'omniprésence et l'omnipotence des acteurs privés</i>	3
B. <i>Une industrie éparpillée à travers le monde</i>	5
C. <i>Des chaînes d'approvisionnement vulnérables aux tensions et crises géopolitiques</i>	7
II) La micro-électronique, comme arme économique et politique.....	8
A. <i>Les CHIPS Act nord-américains et européens outils de souveraineté</i>	8
B. <i>Les semi-conducteurs et TSMC, arme de dissuasion massive</i>	10
C. <i>ASML et les semi-conducteurs, l'opportunité d'une souveraineté européenne ?</i>	11

Arnaud Dumoulin et Matteo Meloni SIE 27

Dans le roman de science-fiction *Dune* de Franck Herbert, Paul Atréide, le héros principal de l'œuvre déclare "*Ceux sont ceux qui peuvent détruire une chose qui la contrôlent vraiment*" au sujet de l'épice, la ressource la plus rare de l'univers sans laquelle les voyages entre univers sont impossibles. Si l'"épice" est une ressource imaginée par l'auteur, sa puissance et ce qu'elle représente pour les acteurs du roman, en font une parfaite analogie de ce que représentent aujourd'hui la micro-électronique et les semi-conducteurs pour le monde.

Depuis 2018, les sociétés contemporaines ne cessent de connaître des crises allant de la crise sanitaire causée par la pandémie de la COVID-19 à la crise environnementale liée au réchauffement climatique, en passant par la crise géopolitique liée à l'invasion de l'Ukraine ou encore les tensions en Mer de Chine. Ces nombreuses crises mettent à rude épreuve l'organisation économique, politique ou encore sociale des états. Ces crises impactent durablement l'organisation politique et économique des États et touchent de nombreux domaines stratégiques.

Les semi-conducteurs sont aujourd'hui considérés comme l'or noir de l'ère numérique et sont au centre d'enjeux géopolitiques et de souveraineté technologique. Les semi-conducteurs sont un type de matériau utilisé dans de nombreuses applications, notamment dans l'industrie électronique, en raison de leur capacité à être modulés pour contrôler le flux d'électricité. La micro-électronique, en revanche, fait référence à la fabrication et à l'intégration de composants électroniques à très petite échelle sur un substrat de semi-conducteur, souvent du silicium. Cela inclut la conception, la fabrication et l'assemblage de dispositifs électroniques tels que les transistors, les circuits intégrés et les microprocesseurs. La micro-électronique repose largement sur l'utilisation des semi-conducteurs pour créer des composants électroniques fonctionnels à petite échelle. Les semi-conducteurs et la microélectronique se caractérisent par leur omniprésence dans tous les appareils électroniques contemporains qu'il s'agisse des téléphones, des ordinateurs, de l'électroménager ou des voitures. Ils constituent la technologie la plus importante au monde, dans la mesure où aucune autre technologie ne peut les remplacer.

Le domaine de la micro-électronique illustre parfaitement la course technologique et la bataille pour la souveraineté dans lesquelles les États cherchent à tirer leur épingle du jeu. Cependant, aussi importante et stratégique qu'elle puisse être pour les États, l'industrie de la microélectronique est l'une des industries les plus mondialisées qui existent. De fait, les différents acteurs qui la composent sont éparpillés aux quatre coins du monde, si bien qu'aucun État n'est aujourd'hui totalement souverain sur l'ensemble du procédé de fabrication d'un appareil électronique, de la collecte des matières premières à la fabrication finale de l'appareil.

Ce constat nous amène ainsi à nous demander dans quelle mesure, le domaine de la micro-électronique constitue-t-il de fait un instrument économique et de souveraineté à l'échelle mondiale ?

Bien que l'industrie de la micro-électronique soit devenue, depuis les années 80, un domaine économique et technologique mondialisé, avec une multitude d'acteurs, publics comme privés, dispersés en Amérique du Nord, en Europe et en Asie, la microélectronique représente

aujourd'hui plus que jamais, une arme économique et politique, dont usent les États afin de garantir au mieux leur souveraineté.

I) Un domaine économique et technologique mondialisé

Le domaine de la microélectronique a de particulier qu'il s'agit d'une industrie mondialisée, caractérisée par l'omniprésence et la puissance des acteurs privés ainsi que des chaînes d'approvisionnement extrêmement complexes. Ces caractéristiques spécifiques au domaine de la microélectronique conduisent à ce qu'il soit particulièrement perméables aux tensions internationales.

A. L'omniprésence et l'omnipotence des acteurs privés

Intel, AMD, et d'autres ont laissé leur empreinte sur le secteur des semi-conducteurs, introduisant des technologies clés au cours des deux dernières décennies. Cependant, NVIDIA, bien que relativement récente sur le marché, seulement 30 ans contre 50 en moyenne pour ses concurrents, se distingue par son approche novatrice et son impact significatif. NVIDIA est unique sur le marché des microprocesseurs, en tant qu'entreprise spécialisée dans les unités de traitement graphique (GPU). Cette dernière ne dispose pas d'une fonderie interne pour la fabrication de ses microprocesseurs, nécessitant ainsi des partenariats avec des sous-traitants, notamment avec la Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC). Malgré cette particularité, NVIDIA excelle dans la conception et le développement interne de ses processeurs graphiques. C'est par exemple une des premières entreprises à intégrer l'intelligence artificielle pour le développement de puces plus petites et plus performantes. En 2000, la collaboration avec Microsoft pour la fabrication de la Xbox, puis en 2004 avec l'entreprise concurrente de Sony en passant par Google en 2009 et le développement pour le système d'exploitation Android sur smartphone, NVIDIA multiplie les partenariats. Sans oublier, en 2011, un accord de recherche majeur avec Intel qui souligne l'importance de la collaboration entre les acteurs clés du secteur. Sa capacité à concevoir et développer ses propres processeurs, combinée à des partenariats stratégiques, a permis à l'entreprise de s'imposer dans des domaines variés tels que les supercalculateurs, l'automobile, et les datacenters.

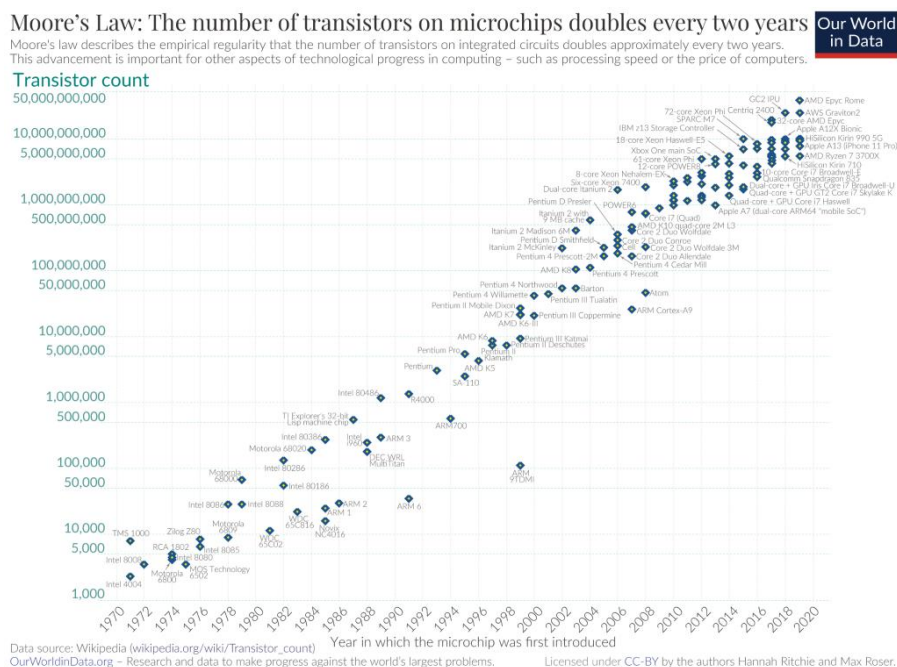
L'innovation dans ce domaine est finalement le résultat d'efforts privés, avec des acteurs majeurs tant en Amérique du Nord qu'en Asie qui sont les principaux développeurs de ces technologies toujours plus performantes. Cette dynamique compétitive entre les entreprises privées américaines et asiatiques contribue à la rapide progression du secteur et à la constante quête d'amélioration des performances des puces électroniques. Des investissements massifs en recherche et développement positionnent des entreprises comme TSMC à la pointe de la technologie. TSMC, à titre d'exemple, consacre chaque année environ 5 milliards de dollars à l'innovation, assurant sa position dominante avec une représentation écrasante de 90% dans la fabrication mondiale de microprocesseurs de haute

technologie, gravure inférieurs à 5 nm. Cette domination est si marquée que même des géants de l'industrie, tels qu'Intel, ont délégué une partie de leur production à TSMC.

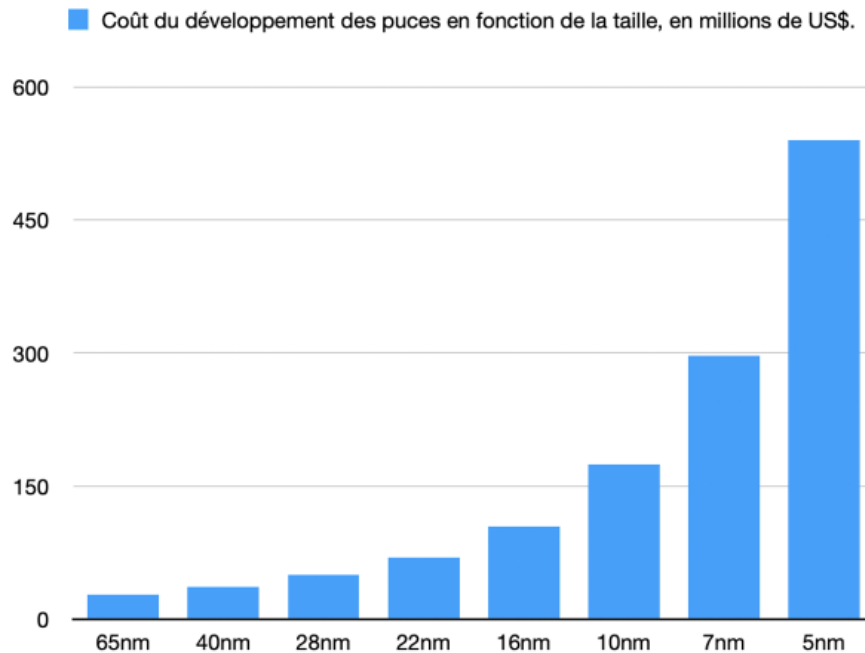
Parallèlement, Samsung, un acteur majeur dans la fabrication de puces électroniques, s'engage dans un investissement colossal de 230 milliards de dollars sur les deux prochaines décennies. Cette stratégie vise à atteindre une indépendance totale et à couvrir l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement des semi-conducteurs, comme l'indique le ministre Lee Chang-yang.

Les tendances émergentes dans le secteur incluent la recherche de puces avec une précision d'écriture atteignant 2 nm. De plus, une optimisation accrue des rendements des gravures à 4 et 3 nm est au cœur des préoccupations pour réduire les coûts de production. Ces évolutions témoignent de la course à la fine pointe de la technologie dans laquelle les fabricants de puces s'engagent pour rester compétitifs sur le marché mondial des semi-conducteurs.

Ces évolutions technologiques se situent dans le contexte de l'hypothèse de Gordon Moore en 1970, selon laquelle le nombre de transistors sur une puce de microprocesseur doublerait tous les deux ans.



Les procédés de gravure lithographique ont joué un rôle essentiel dans cette évolution, passant d'une finesse de 13 micromètres dans les années 2000 à 20 nanomètres en 2012, et atteignant aujourd'hui 3 voire 2 nanomètres (5.10-9). Cependant, cette avancée technologique s'accompagne d'une envolée des coûts de la recherche et développement (R&D), soulignant les défis économiques liés à la poursuite de cette innovation rapide.



Bien que des investissements du secteur public puissent être observés, le marché du développement et de la fabrication de semi-conducteurs demeure fermement entre les mains et sous le contrôle d'entreprises privées. Des acteurs majeurs tels qu'Intel, NVIDIA, TSMC, GlobalFoundries, Samsung, et d'autres dictent la trajectoire de l'innovation et de la production dans cette industrie. Ces entreprises privées, grâce à leurs investissements massifs en recherche et développement, ont non seulement propulsé le secteur à la pointe de la technologie, mais elles ont également instauré une dynamique compétitive où la domination, la délégation de production, et les investissements à long terme déterminent alors la structure du marché mondial des semi-conducteurs. Dans cet environnement, la course à la performance et à la finesse technologique reste le moteur

B. Une industrie éparpillée à travers le monde

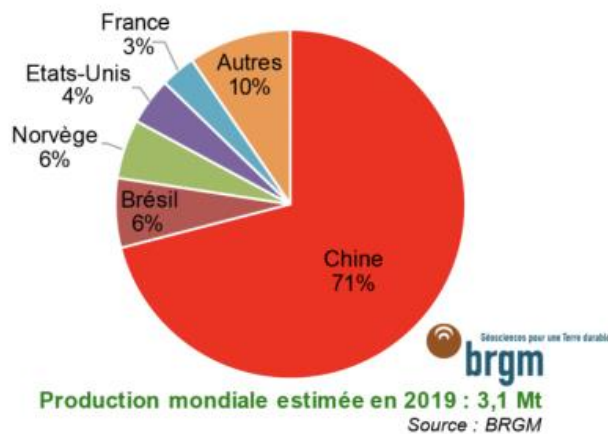
Un semi-conducteur est un matériau caractérisé par une conductivité électrique intermédiaire entre celle des conducteurs, tels que le cuivre, et celle des isolants, comme le verre. Cette propriété de conductivité modérée résulte de la présence d'un nombre significatif de porteurs de charge, comprenant à la fois des trous positifs et des électrons négatifs. Cependant, la densité de ces porteurs de charge est moins élevée que celle des conducteurs et plus importante que celle des isolants.

Le silicium, en tant que composant essentiel des puces électroniques et des panneaux photovoltaïques, traverse les frontières nationales pour répondre aux besoins variés de divers secteurs et applications. Cette interdépendance mondiale se reflète également dans la diversité des semi-conducteurs, tels que le germanium, l'arséniure de gallium, le carbure de silicium, et d'autres, chacun adapté à des utilisations spécifiques. Le processus complexe d'extraction du silicium métal à partir du quartz et sa transformation en produits à haute valeur

ajoutée sont le fruit d'une collaboration mondiale, avec des acteurs spécialisés situés principalement en Asie.

Alors que la Chine se profile en tant que leader dans la production de silicium métal avec plus de 70%, d'autres acteurs tels que le Brésil (6%), la Norvège(6%), les États-Unis(4%), et la France (3%) essaient également de contribuer à la constitution de cette chaîne d'approvisionnement « mondiale ».

Répartition géographique de la production de silicium métal primaire en 2019



Dans le domaine de la production des machines pour la fabrication de puces électroniques, les États-Unis émergent comme un acteur prédominant avec plusieurs équipementiers de renom.

- Applied Materials, le géant mondial des équipementiers pour l'industrie des semi-conducteurs, excelle dans la conception et la fabrication d'équipements clés tels que le dépôt de couche atomique (ALD), le dépôt chimique en phase vapeur (CVD), et le polissage chimico-mécanique.
- Dans le même temps, LAM Research, un fournisseur mondial basé aux États-Unis, se spécialise dans les challenges liés à la mémoire, mettant en avant son expertise dans des étapes critiques du processus de fabrication, notamment la gravure à très haut rapport d'aspect pour les puces 3D flash et DRAM.
- SPTS Technologies, une filiale de la société américaine KLA Corporation, enrichit le paysage en offrant une gamme complète de solutions, notamment la gravure de silicium, la gravure diélectrique, la gravure à sec, le PVD, le PECVD, et le MVD.
- Teradyne, avec ses équipements d'inspection et de métrologie, joue un rôle crucial dans le contrôle des circuits intégrés à différentes étapes du processus de fabrication.

Côté européen, ASML, occupe une position centrale dans la fabrication de machines de photolithographie, essentielles pour la gravure des circuits intégrés sur des galettes de silicium. En utilisant la technologie d'ultraviolet extrême (EUV), ses machines permettent une miniaturisation avancée des puces avec une finesse de gravure atteignant 3 nm. En tant que

challenger direct d'ASML, Tokyo Electron se distingue comme grand fabricant japonais de machines lithographiques.

Cette diversité d'acteurs souligne la complexité et l'interconnexion des expertises mondiales nécessaires pour soutenir l'industrie des semi-conducteurs.

Les implications d'une pénurie de semi-conducteurs touchent toute l'économie mondiale comme l'a prouvé la sortie de la crise COVID-19 . Les fabricants d'appareils électroniques ont subi une augmentation des coûts et des retards dans la livraison de leurs produits en raison de cette crise. Par exemple, Samsung a annoncé que sa production serait impactée, avec des stocks de carte mémoire flash insuffisants pour répondre à la demande. L'arrivée de la 5G dans les pays de l'OCDE a également rempli le carnet de commande des fabricants augmentant la pression sur le marché.

C. Des chaînes d'approvisionnement vulnérables aux tensions et crises géopolitiques

Au printemps 2020, l'adoption généralisée du télétravail et le besoin croissant de divertissement à domicile, rendu nécessaire par la pandémie mondiale de COVID-19, ont suscité une demande exceptionnelle de matériel informatique, conduisant à la vente de plus de 300 millions d'ordinateurs personnels au cours de l'année. Bien que les usines de semi-conducteurs aient été inondées de commandes, les mesures de confinement ont simultanément entraîné une réduction de leur capacité de production, créant ainsi une pénurie de semi-conducteurs. À cela s'ajoute le fait que, pendant la crise, les transporteurs maritimes ont réduit leur flotte de 30 % sur les routes commerciales. Lors de la reprise économique, la demande croissante a accentué la pression sur l'approvisionnement en semi-conducteurs.

Plus récemment, les tensions en mer rouge ont mis à nouveau en exergue la fragilité de la chaîne d'approvisionnement de semi-conducteur en Europe. Les attaques des rebelles houthistes, ont profondément perturbé le transport maritime, crucial pour le commerce mondial. Contrôlant d'importantes portions du Yémen, les houthistes ont intensifié leurs attaques contre les navires traversant la zone stratégique en direction du canal de Suez. En réponse, les États-Unis et d'autres pays ont déployé des forces militaires pour protéger la navigation. Le canal de Suez, représentant 12 à 15% du commerce mondial et 20% du commerce des conteneurs, est devenu le point de convergence des tensions. Les attaques ont entraîné des coûts supplémentaires et des retards importants, affectant le secteur maritime qui demande désormais des primes de risque. Les primes de risque de guerre ont augmenté significativement, et les surcoûts, combinés à des retards pouvant atteindre 10 à 15 jours, ont des répercussions considérables sur les échanges de biens et d'hydrocarbures à l'échelle mondiale.

La chaîne de valeur des semi-conducteurs présente une coexistence d'effets d'interdépendance et de technologies qualifiées de goulot d'étranglement, conférant un avantage stratégique significatif à ceux qui en ont le contrôle. Outre les États-Unis et la Chine, les autres acteurs majeurs de cette industrie englobent l'Europe, le Japon, la Corée du Sud et Taïwan. Il est également crucial de souligner que le processus d'approvisionnement sur les

marchés, une fois les microprocesseurs fabriqués, dépend étroitement du commerce maritime et des dynamiques géopolitiques mondiales.

II) La micro-électronique, comme arme économique et politique

Depuis les années 80 et l'importante diversification des acteurs de l'industrie de la micro-électronique, de nombreux rapports de force économiques et politiques sont à l'œuvre. En effet, pour certains états, le domaine de la microélectronique est devenu un nouveau champ de conflictualité, où l'accès aux capacités de production et de conception, voire même l'accès aux composants est désormais limité et soumis à de nouvelles normes. Sur la question des semi-conducteurs, la mondialisation ne constitue pas un facteur de paix, mais davantage un facteur de tension du fait de l'intérêt stratégique que cette industrie représente pour les différents états.

A. Les CHIPS Act nord-américains et européens outils de souveraineté

Face à la pénurie en temps de crise, les Etats-Unis et l'Union européenne ont tous deux mis en place un CHIPS Act dont l'objectif est entre autres, de ramener sur leur territoire les capacités de fabrication de puces. Cette démarche vise également à réduire les risques d'un éventuel conflit entre la Chine et Taiwan dans les décennies à venir.

1- US CHIPS Act : Le réveil des États-Unis face à la menace de dépendance technologique

Jusqu'en 1980, aux États-Unis, les activités de conception et de fabrication de composants électroniques étaient réunies sur le territoire national dans les grands groupes technologiques. Cependant, à partir des années 80 et avec le phénomène de course à la miniaturisation, les principaux acteurs nord-américains ont fait le choix de se spécialiser dans les activités à forte valeur ajoutée telles que la R&D. Les activités de fabrication des composants ont ainsi été délocalisées vers l'Asie. Si cette situation a permis aux acteurs situés à Taiwan, en Corée du sud ou en Chine de se spécialiser et de devenir des leaders mondiaux, elle a également rendu les États-Unis et l'Europe grandement dépendants de l'Asie en matière de micro-électronique. Face à ce constat de perte de souveraineté et de dépendance, mis d'autant plus en exergue lors des crises géopolitiques et sanitaires mondiales, le États-Unis opèrent depuis quelques années un changement de stratégie majeur.

En 2019-2020, les Etats-Unis ont ainsi élaboré les premiers textes de loi afin de dynamiser la recherche nationale en matière de haute-technologie et de se doter à nouveau des capacités nationales de fabrication des semi-conducteurs. C'est dans ce contexte qu'est né le « *Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors and Science Act of 2022* », également appelé

CHIPS Act. Ce texte a été ratifié et promulgué le 9 août 2022. Il a été suivi par l' « *Inflation Reduction Act of 2022* » visant à favoriser la production sur le sol américain.

Le CHIPS Act est composé d'un budget de 280 milliards de dollars sur 10 ans, dont plus de 52,7 milliards sont dédiés aux semi-conducteurs et notamment à la R&D, la formation des ressources, la construction d'usines ainsi qu'aux besoins en microélectronique propres à la défense nationale. De même, le texte prévoit également un crédit d'impôt de 25% (environ 24 milliards de dollars) pour l'ensemble des investissements dans des usines sur le territoire américain à condition que leur construction débute avant 2027.

Avec le CHIPS Act, la stratégie américaine est double. D'un côté elle vise à revitaliser l'industrie américaine des semi-conducteurs et promouvoir l'économie et la souveraineté nationale tout en sécurisant davantage la supply-chain. De l'autre, elle vise également à augmenter le périmètre de la surveillance technologique exercée par les États-Unis, en particulier sur des technologies critiques telles que les supercalculateurs, l'IA ou encore les logiciels. Plus largement, les États-Unis ont depuis 2019, accru drastiquement le contrôle de toute entreprise dans le monde utilisant des composants et des équipements américains dans la fabrication de ses produits. Les États-Unis ont ainsi considérablement réduit leur dépendance vis-à-vis de la Chine et de ses exportations. De même, dans le cadre du CHIPS Act, une liste de composants et machines a été mise en place afin d'interdire à toute entreprise ou État occidental de vendre des éléments électroniques critiques à la Chine, sous peine de se voir infliger de lourdes sanctions.

2- EU CHIPS Act : La volonté européenne de peser sur le marché mondial de la micro-électronique

Adopté en février 2022 par les États membres de l'Union européenne, l'EU CHIPS Act vise à leur permettre de retrouver une souveraineté technologique et assurer une meilleure maîtrise de la chaîne d'approvisionnement en semi-conducteurs.

Pour ce faire, le texte prévoit de s'appuyer davantage sur les atouts européens en termes de R&D et de productions de puces de haute technologie. Le texte prévoit également 42 milliards d'euros de fonds afin d'attirer les investisseurs privés et atteindre 90 milliards d'euros d'investissements totaux. L'objectif est ainsi de doubler la production européenne d'ici à 2030, passant ainsi à 20% de la production mondiale, et non plus 10% comme c'est aujourd'hui le cas.

Depuis 2022, différentes mesures sont mises en place, à l'image de subventions pour les entreprises européennes de microélectroniques, ou encore des grands projets de construction d'usines de fabrication de composants électroniques.

A titre d'exemple, l'Allemagne a d'ores et déjà lancé une relocalisation des activités de production de micro-électronique, à l'image de la construction d'une usine TSMC sur son territoire national ou encore d'une usine Intel en construction à Magdebourg. De même, la France s'appuie à la fois sur les ressources du CHIPS Act et sur le plan industriel "France 2030" afin de se réindustrialiser dans le domaine de la microélectronique. Une nouvelle

fonderie est ainsi construite pour STMicroelectronics et GlobalFoundries, financée à hauteur de 2,9 milliards d'euros (un tiers du coût total) par l'Etat français, le reste étant financé par le CHIPS Act européen.

Si le CHIPS Act mis en place par l'Union européenne constitue une excellente initiative afin de réduire la dépendance des États de l'Union aux importations extérieures en semi-conducteurs et composants électroniques, force est d'admettre qu'elle ne répond pas à toutes les problématiques auxquelles ils font face. L'exemple de la dépendance aux semi-conducteurs de haute technologie en provenance de Taiwan illustre le retard qu'accuse l'industrie de microélectronique européenne sur ses concurrents taiwanais. Enfin, l'investissement européen de 43 milliards d'euros est très loin de celui consenti par les Etats-Unis avec 255 milliards d'euros dans le cadre du CHIPS Act.

Les modèles nord-américains et européens de CHIPS Act sont particulièrement révélateurs des enjeux économiques qui accompagnent l'industrie des semi-conducteurs, et ce qu'elle représente pour la souveraineté de chaque État. Pour d'autres États tels que Taiwan, aujourd'hui leader mondial dans le domaine de la micro-électronique, l'industrie des semi-conducteurs est concentrée autour de grandes sociétés et constitue une arme de dissuasion massive face aux possibles agressions extérieures.

B. Les semi-conducteurs et TSMC, arme de dissuasion massive

La micro électronique constitue au XXIème siècle un instrument de puissance pour les États dont dépendent les marchés mondiaux. Si l'industrie des semi-conducteurs représente un atout pour l'économie de certains états, elle est également un atout de puissance politique indéniable.

En effet, l'exemple de Taiwan révèle assez bien le poids que joue aujourd'hui le domaine de la microélectronique dans les relations économiques et politiques au niveau mondial. Face aux menaces d'invasion par la Chine, Taiwan a ainsi annoncé dès 2022 être prête à saboter les fonderies de son champion industriel TSMC, afin que la Chine ne puisse pas bénéficier de ses technologies. Si cette annonce visait également à faire réagir les États occidentaux, dont l'approvisionnement en semi-conducteur est totalement dépendant des usines de Taiwan, elle démontre également le caractère stratégique de chacune des composantes du marché mondial de semi-conducteur.

Des années 1980 à aujourd'hui, la plupart des états asiatiques ont peu à peu fabriqué des puces et les ont implanté dans des produits finis. La stratégie adoptée par Taiwan a été à l'inverse de concentrer ses activités sur la seule fabrication des semi-conducteurs et de se spécialiser afin de devenir leader du domaine. C'est ainsi qu'a émergé la Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), aujourd'hui leader mondial des semi-conducteurs.

Pour un État, détenir des fonderies afin de fabriquer des semi-conducteurs revient à s'ancrer dans l'économie mondiale. Taiwan s'inscrit ainsi comme d'une importance cruciale, mais ces fonderies qui constituent un enjeu de prospérité, attirent la convoitise de la Chine. En effet, la

Chine accuse un retard important en matière de microélectronique et une forte dépendance vis-à-vis des importations en semi-conducteurs. C'est dans cette optique qu'elle a pour ambition de récupérer Taiwan, dans la mesure ou la réintégration de l'île au territoire chinois lui permettrait de bénéficier de la main d'œuvre et des infrastructures taiwanaises.

Pour autant, Taiwan est aujourd'hui particulièrement protégée par les Etats-Unis qui sont en grande partie dépendants de Taiwan en matière de micro-électronique. Le marché de la microélectronique est oligopolistique et TSMC est en situation de quasi-monopole. En 2022, TSMC représentait 56% des puces fabriquées, et ce chiffre s'élevait à 92% des parts de marché pour les puces de dernière génération, le reste étant fabriqué par l'entreprise sud-coréenne Samsung.

Pour Taiwan, TSMC constitue en quelque sorte une arme de dissuasion massive taïwanaise, dont la crédibilité réside dans la dépendance du monde à sa production de semi-conducteurs de très haute technologie. En effet, bien que les usines et fonderies de TSMC ne soient pas les seules à être en mesure de fabriquer des composants électroniques, elles produisent la quasi-totalité des transformateurs les plus avancés. Ces matériaux conçus uniquement à Taiwan et en Corée du Sud sont stratégiques et indispensables aux états du monde entier pour la conception des systèmes les plus sophistiqués tels que l'armement, les télécommunications, les technologies quantiques ou encore l'utilisation accrue de l'Intelligence Artificielle.

C'est cette dépendance mondiale à la fabrication de composants micro-électroniques taiwanais de haute-technologie qui rend nécessaire la garantie de l'indépendance de Taiwan vis-à-vis de la Chine. De fait, une prise de contrôle effective de Taiwan par la Chine, se résumerait à voir la Chine mettre la main sur des technologies hautement critiques et stratégiques pour les États occidentaux. Cette hypothèse d'une dépendance américaine et européenne accrue vis-à-vis de la Chine est l'une des raisons qui a poussé les États occidentaux à revoir leur stratégie en matière de microélectronique et à réduire leur dépendance.

C. ASML et les semi-conducteurs, l'opportunité d'une souveraineté européenne ?

Actuellement fortement dépendante, l'Europe souhaite devenir un leader mondial de la microélectronique. Afin de réduire sa dépendance, elle fait le choix de l'interdépendance, en accueillant d'une part des entreprises taïwanaises, sud-coréennes ou américaines, et d'autre part en misant également sur des champions européens à l'image de ST Microelectronics. Les ambitions européennes ne sont pour autant pas dénuées de sens dans la mesure où l'Europe possède sur son territoire un acteur majeur de la micro-électronique mondial, dont les Etats-Unis et les États d'Asie dépendent également. Il s'agit de l'entreprise ASML.

1- L'avènement d'ASML : de petite entreprise néerlandaise à leader mondial dans la conception de machines lithographiques

Fondé en 1984, ASML est un équipementier hollandais produisant des machines de photolithographie dont la fonction est d'imprimer des circuits intégrés sur des plaques de silicium. Elle a pour client des industriels ainsi que des fabricants de semi-conducteurs, et son marché représente plus de 556 milliards de dollars en 2021.

Le processus innovant des machines ASML, la lithographie a vu le jour dans les années 1960 lorsque des physiciens et ingénieurs du laboratoire NatLab de l'entreprise Philips se sont intéressés à ce procédé innovant de fabrication de semi-conducteurs. Depuis, le rythme de l'innovation est déterminé par les capacités de ces machines et la technologie qu'elles utilisent.

L'entreprise ASML (ASM Lithographic Systems) naît en 1984, lorsque Philips réalise un partenariat avec l'entreprise ASM (Advanced Semiconductor Materials) et crée une entreprise commune pour le développement, la production et la vente de ses machines nécessaires à la fabrication de semi-conducteurs haute technologie. ASML et TSMC ont fortement bénéficié de la rivalité technologique et de la bataille commerciale entre les Etats-Unis et le Japon dans les années 80, et se sont peu à peu imposées au cours des années 90 comme des leaders de leurs domaines respectifs.

Peu à peu, afin de survivre aux tentatives de fusion-acquisition d'entreprises américaines, ASML a elle-même mis en place une stratégie de rachat de ses concurrents américains MaskTools et SVG, dès les années 1999 et 2000. Cette stratégie de fusion-acquisition lui a en-même temps permis de diversifier ses technologies et consolider ses capacités de production :

Principales acquisitions d'ASML

SOCIÉTÉ	ENVIRONNEMENT	MONTANT (dollars)	ANNÉE
Mask Tool (USA), division de MicroUnity Systems Engineering	Photomasque	Non disponible	1999
Groupe de la Silicon Valley (États-Unis)	Matériel de photorésistance, composants optiques de précision, divers systèmes et composants pour la lithographie	1,5 milliard d'euros	2001
Brion Technologies (États-Unis)	Lithographie computationnelle	270 millions d'euros	2007
Wijdeven Motion Holding (Pays-Bas)	Technologie des moteurs linéaires	Non disponible	2012
Cymer (États-Unis)	Sources lumineuses pour la lithographie	2,5 milliards d'euros	2013
Hermes Microvision (Taiwan)	Systèmes et techniques de vérification des faisceaux d'électrons	3,1 milliards d'euros	2016
Berliner Glas (Allemagne)	Composants et modules optiques	260 millions d'euros	2020

Tableau: le Grand Continent - Source: Rapports annuels d'ASML, complétés par des informations de la presse et de la SEC. -
[Récupérer les données](#) - Créé avec [Datawrapper](#)

C'est le rachat en 2001 du Groupe de la Silicon Valley (SVG) pour 1,5 milliards d'euros qui permet à ASML de devenir le plus grand fabricant d'équipements de lithographie au monde devant le japonais Nikon. En 2016, ASML rachète également pour 3,1 milliards d'euros l'entreprise taïwanaise Hermes Microvision.

ASML incarne la volonté européenne de réduire la dépendance du continent vis à vis des autres puissances, en matière de production de puces ou de semi-conducteurs. Les plus grandes entreprises technologiques internationales dépendent aujourd'hui des machines conçues par ASML. En 2023, ASML contrôlait près de 70% du marché mondial de la fabrication de puces, loin devant ses principaux concurrents, qu'il s'agisse de l'entreprise américaine UltraTech, ou des entreprises japonaises Nikon et Canon.

Le groupe ASML compte 28 000 salariés et est leader mondial de la fabrication de machines de photolithographie pour l'industrie des semi-conducteurs. L'entreprise est le seul équipementier dans ce domaine à proposer des équipements utilisant la lumière de l'extrême ultraviolet ou EUV permettant des gravures extrêmement fines de l'ordre de 7nm, 5nm voire moins. C'est de sa production de machines hautes technologies, dont dépendent les capacités de Taiwan ou de la Corée du Sud à concevoir des composants électroniques de dernières générations.

2- Une entreprise stratégique, impactée par les tensions géopolitiques

La prépondérance d'ASML sur le domaine de la microélectronique assure à l'entreprise néerlandaise un rôle à jouer dans l'économie mondiale mais ne l'épargne pas des tensions géopolitiques. De fait, ASML constitue aujourd'hui le centre de la guerre technologique qui fait rage entre les Etats-Unis et la Chine.

Face à cette domination technologique et économique d'ASML sur le marché de la microélectronique, la Chine a placé comme priorité nationale, l'émergence d'un champion national du secteur. Sans une entreprise nationale capable de rivaliser avec ASML, la Russie comme la Chine restent fortement dépendantes des technologies occidentales, et subissent de plein fouet les sanctions américaines émanant du CHIPS Act.

Depuis le lancement de la guerre commerciale entre les États-Unis et la Chine, ASML est prise en étau dans le contexte géopolitique. Utilisant des composants américains pour la fabrication de ses produits, ASML est directement impactée par les restrictions américaines dans le cadre de ses exportations vers la Chine. De même, sur certaines technologies critiques telles que les machines nécessaires à fabriquer des composants de haute technologie, ASML ne peut exporter vers la Chine au risque de se voir imposer de lourdes sanctions économiques par les États-Unis.

Pour autant, ASML est présente en Chine. En effet, l'entreprise a débuté ses activités en Chine au début des années 2000 et dispose sur place de plus de 1000 employés. La Chine représente en 2022, le troisième client le plus important pour ASML avec 3 milliards de ventes, derrière Taiwan (8 milliards) et la Corée du Sud (6 milliards) et devant les Etats-Unis (2 milliards) et le Japon (1 milliards).

Ainsi, malgré le fait que la Chine constitue aujourd'hui l'un des principaux clients d'ASML, l'entreprise néerlandaise est bloquée au beau milieu de la guerre commerciale entre les États-Unis et la Chine.

3- Une place de leader, consolidée par ses projets pour l'avenir

Face aux importantes évolutions technologiques, la stratégie d'ASML vise à lui permettre de conserver sa place de leader mondial. Cette stratégie s'appuie à la fois sur la commercialisation de machines encore plus évoluées, permettant de miniaturiser encore plus les composants conçus, mais elle s'appuie également sur les financements prévus dans le cadre du CHIPS Act européen.

En 2024, ASML lance sa nouvelle machine High NA EUV. D'une valeur de 350 millions de dollars, elle est destinée à la confection de semi-conducteurs de pointe et devrait permettre à ASML de conserver sa place de leader du secteur.

Cette machine permettra de concevoir des semi-conducteurs d'une taille inférieure aux 2 nanomètres, afin d'être adaptés à l'utilisation accrue de l'Intelligence artificielle ou du quantique, qui nécessitent tous deux une puissance de calcul et de stockage de données bien supérieure aux besoins des technologies actuelles.

De nombreuses grandes sociétés nord-américaines, taiwanoises ou sud-coréennes seraient prêtes à investir massivement afin d'acquiescer ce nouveau modèle de machines innovantes. La multinationale américaine Intel aurait d'ores et déjà passé commande auprès d'ASML afin de percevoir cette nouvelle machine.

En somme, l'industrie de la microélectronique constitue aujourd'hui le secteur économique et technologique le plus perméable aux tensions géopolitiques et aux crises qui impactent les états du monde. Cette perméabilité du domaine de la microélectronique est à la fois dû à la mondialisation de son industrie, ainsi qu'à l'aspect stratégique des semi-conducteurs. En effet, bien que les composants électroniques représentent une technologie essentielle à toute activité humaine, force est d'admettre que la capacité à les produire est un atout de souveraineté et de pouvoir, et peut-être utilisée comme arme économique et politique.

Sources :

[https://www.mineralinfo.fr/fr/ecomine/silicium-un-element-chimique-tres-abondant-un-affinage-strategique#:~:text=La%20Chine%20est%20depuis%20plusieurs,la%20France%20\(100%20kt\)](https://www.mineralinfo.fr/fr/ecomine/silicium-un-element-chimique-tres-abondant-un-affinage-strategique#:~:text=La%20Chine%20est%20depuis%20plusieurs,la%20France%20(100%20kt))

<https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/semi-conducteurs-applied-materials-envoie-de-bonnes-nouvelles-du-front-1970971>

<https://siecledigital.fr/2023/03/02/applied-materials-centura-sculpta/>

<https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/6e50d790-dc22-453f-9a8b-01fd2c457e10/files/8f24f8f4-abf1-4b5e-bc95-f3891ae98c63>

<https://www.tomshardware.fr/samsung-officialise-la-construction-dune-usine-a-17-milliards-de-dollars-au-texas/>

<https://investor.tsmc.com/sites/ir/annual-report/2022/2022%20Annual%20Report-E.pdf>

<https://www.usine-digitale.fr/article/samsung-google-nvidia-ces-entreprises-qui-utilisent-l-ia-pour-concevoir-leurs-processeurs.N1132814>

<https://www.nvidia.com/fr-fr/about-nvidia/corporate-timeline/>

<https://www.intel.fr/content/www/fr/fr/foundry/overview.html>

<https://fourweekmba.com/fr/concurrents-Intel/#:~:text=Les%20principaux%20concurrents%20d%27Intel,et%20des%20%C3%A9quipements%20de%20t%C3%A9l%C3%A9communications>

<https://www.lebigdata.fr/focus-sur-amd>

<https://etudes-economiques.credit-agricole.com/Publication/2023-mars/chips-act-ou-la-quete-de-souverainete-technologique>

<https://www.decideurs-magazine.com/digital-marketing/41977-asml-l-entreprise-la-plus-meconnue-et-puissante-de-l-ue.html>

<https://www.cea.fr/presse/Pages/actualites-communiqués/ntic/au-coeur-des-grands-enjeux-de-la-microelectronique.aspx>

<https://legrandcontinent.eu/fr/2023/05/10/le-centre-invisible-de-la-technologie-mondiale-percer-le-secret-dasml/>

<https://www.anales.org/enjeux-numeriques/2023/en-2023-09/2023-09-12.pdf>

<https://www.tiepolo.fr/fr/news/un-leader-mondial-au-centre-de-tous-les-enjeux>

https://www.bfmtv.com/tech/qu-est-ce-qu-asml-entreprise-cle-des-processeurs-au-coeur-d-une-bataille-entre-les-etats-unis-et-la-chine_AN-202207080225.html

<https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-semi-conducteurs-asml-investit-massivement-dans-son-usine-berlinoise-92210.html>

<https://siecledigital.fr/2024/02/12/la-nouvelle-machine-dasml-pour-repondre-aux-defis-de-lia/>