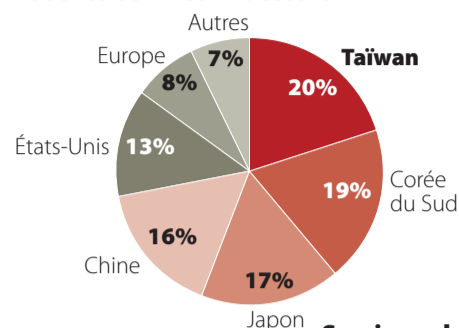


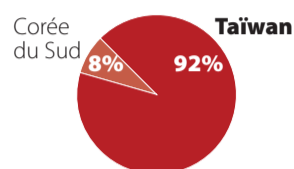
Le silicium » qui protège Taiwan

Principaux producteurs

Tous les semi-conducteurs

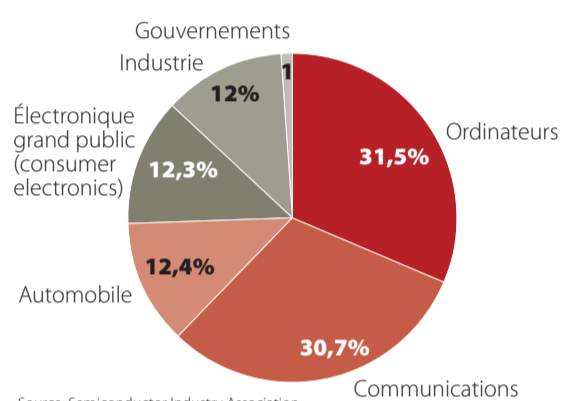


Semi-conducteurs de moins de 10 nm



Source: Boston Consulting Group, 2021

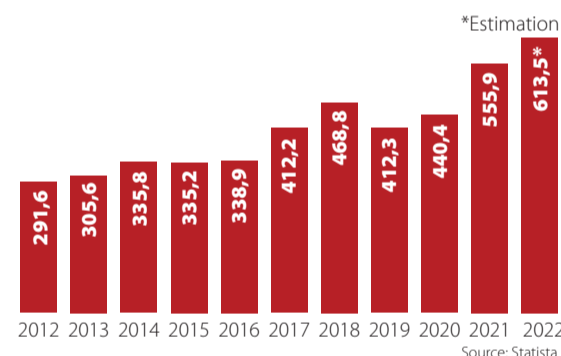
Ventes globales de semi-conducteurs par marché en 2021



Source: Semiconductor Industry Association

Un marché qui a doublé en 10 ans

Ventes annuelles mondiales de semi-conducteurs (en milliards de dollars)



Source: Statista

Un étudiant du professeur Chang montre un wafer, une galette de silicium. © D.R.

méro un mondial ASE basé à Kaohsiung, la grande ville du sud. « La petite taille de l'île est un facteur clé : les communications sont si faciles entre toutes ces entreprises qu'elles peuvent réagir très rapidement à tout événement », note Eric Chen. Ajoutez à cela quelques clients qui ont leurs ateliers sur place, comme des assembleurs d'ordinateurs portables et de notebooks, et vous obtenez un écosystème unique au monde, qui pèse pour 15 % du PIB de Taïwan (5,7 % rien que pour TSMC) et 40 % de ses exportations.

Encore des promesses, et quelques nuages à l'horizon

Ce « modèle taïwanais » permet aussi le développement d'une recherche ultra-efficace. « On peut demander aux compagnies d'utiliser leurs installations, qui sont juste à côté », se réjouit Edward Yi Chang, directeur d'un centre de recherche en microélectronique à l'Université nationale Chiao Tung, surnommée le « MIT de l'Orient » et qui jouxte le parc scientifique de Hsinchu. Les budgets suivent : rien qu'en 2021, pour garder son avance sur la compétition, TSMC a investi près de 4,5 milliards de dollars en recherche et développement.

Dans le laboratoire du professeur Chang, les doctorants testent les propriétés de différents alliages à base de silicium, avec une obsession : fabriquer des puces toujours plus petites, et donc plus performantes. La prochaine avancée majeure dans le secteur, selon lui ? Des puces qui combineront à la fois des

fonctions logiques et de mémoire, ce qui permettra de traiter l'information directement dans la mémoire de l'ordinateur, et donc d'éviter les temps de transfert.

Aux yeux de ce chercheur fort de 25 ans d'expérience, Taïwan a bien fait de mettre tous ses œufs dans le panier des semi-conducteurs : puisqu'aucun autre secteur ne peut verser des salaires aussi élevés, l'industrie draine les meilleurs étudiants et leur inculque le sens du sacrifice. « Nos ingénieurs sont prêts à travailler très fort. Il est courant pour eux de faire deux heures supplémentaires chaque jour, et les équipes font les trois-huit pour exploiter au maximum les machines extrêmement coûteuses, qui sont dépassées au bout de cinq ans. »

Eric Chen tempère cette affirmation : à Taïwan comme ailleurs, les jeunes commencent à rechercher des conditions de travail moins exigeantes. Le pays vivant de plus un déclin démographique dû à une faible natalité, le secteur des semi-conducteurs commence à connaître des difficultés de recrutement. Et c'est

sans compter la concurrence internationale : la Chine, soucieuse de rattraper son retard, tente de recruter des Taïwanais à prix d'or, et est loin d'être la seule. « Les États-Unis, le Japon et même l'Inde veulent développer leur industrie, et vont mettre de la pression sur les compagnies taïwanaises pour qu'elles relocalisent un peu de leur capacité sur leur sol », prévient l'analyste.

Les États-Unis, le Japon et même l'Inde veulent développer leur industrie, et vont mettre de la pression sur les compagnies taïwanaises pour qu'elles relocalisent un peu de leur capacité sur leur sol

Eric Chen

Analyste pour le média Digitimes

”

Cela n'a pas échappé au visionnaire Morris Chang, qui a déclaré début décembre que « la mondialisation et le libre-échange étaient presque morts ». Premier épisode : suite à la volonté américaine de rapatrier la production de puces afin de sécuriser sa chaîne d'approvisionnement, TSMC investit actuellement 40 milliards de dollars dans la construction de deux usines en Arizona, capables de produire les puces les plus sophistiquées du moment. La guerre technologique sino-américaine ne fait que commencer, et Taïwan se trouve au beau milieu du champ de bataille. Cela valait la peine de passer 40 ans à se forger un bon bouclier...

production Une forte pression sur l'environnement



TSMC a signé avec Orsted. Le groupe danois lui fournira l'entièreté des 920 MW de deux parcs éoliens offshore actuellement en construction au large de Taïwan. © KYODO/MAXPPP.

R.BN

mode d'emploi La course vers le 1 nanomètre est lancée

R.BN

Un semi-conducteur est un matériau qui a les capacités électriques d'un isolant, mais que des électrons peuvent franchir si on leur donne l'énergie nécessaire. C'est la base des puces électroniques (ou circuits intégrés) qui sont dessinées sur des galettes de silicium, les *wafers* : des millions de transistors y sont implantés grâce à un procédé très minutieux et coûteux de gravure.

Pourquoi faire des puces toujours plus microscopiques ?

On associe généralement une dimension en nanomètres (nm, ou milliardième de mm) aux puces électroniques. Il s'agit de la longueur de la grille des transistors, permettant de moduler le courant qui les traverse. « Plus cette dimension est petite, plus le transistor fonctionne vite et plus on peut en implanter sur une puce », explique le professeur Edward Chang. « Ainsi, celle-ci devient plus puissante et peut remplir davantage de fonctions. Cela a aussi un impact sur sa consommation d'énergie : la même batterie permettra de la faire

fonctionner plus longtemps. » La loi de Moore, augurée en 1975 par un cofondateur d'Intel et qui s'est depuis avérée exacte, stipule que le nombre de transistors sur une puce double tous les deux ans. C'est ce qui explique les progrès foudroyants de l'informatique depuis.

La loi de Moore, augurée en 1975, stipule que le nombre de transistors sur une puce double tous les deux ans

Actuellement, TSMC produit des puces de 5 nm, tout comme son concurrent sud-coréen Samsung. En Arizona, la compagnie taïwanaise va descendre à 4 nm à l'ouverture de sa première usine en 2024, puis 3 nm en 2026. Mais la crème restera à la maison, puisque la production de puces de 2 nm commencera à Taïwan en 2025. TSMC a également récemment annoncé son intention de construire une usine de circuits intégrés de 1 nm à Hsinchu. Du côté des autres compétiteurs, l'Américain Intel commence seulement la production de masse de puces de 7 nm. La Chine est

loin derrière : son leader SMIC est encore limité à 14 nm, mais prétend désormais maîtriser la technologie pour atteindre 7 nm.

Où en est la pénurie ?

La pénurie de semi-conducteurs est une conséquence directe des confinements décrétés en 2020 dans de nombreux pays pour combattre la pandémie de covid : la demande d'ordinateurs a explosé quand un grand nombre de salariés est passé au télétravail. Les fabricants ont alors concentré leur capacité de production sur les puces destinées au matériel informatique, et c'est celles nécessaires au secteur automobile qui se sont mises à manquer...

Aujourd'hui, Eric Chen estime que la pénurie s'est résorbée pour les ordinateurs et les téléphones. « Pour d'autres applications, comme les véhicules électriques ou les systèmes de contrôle industriel, cela va prendre encore un peu de temps car les puces doivent suivre un processus de certification plus poussé », précise-t-il. Le PDG du groupe Stellantis (Peugeot, Fiat, Chrysler...) Carlos Tavares pense que cette pénurie perdurera jusqu'à la fin 2023.

carboneutre d'ici 2050, notamment en changeant de source d'énergie, et a signé avec Orsted le plus gros contrat d'achat d'énergie renouvelable par une entreprise privée de l'histoire. Le groupe danois lui fournira l'entièreté des 920 MW de deux parcs éoliens offshore actuellement en construction au large de Taïwan.

Industrie gourmande en eau

Les usines de semi-conducteurs sont aussi très gourmandes en eau : 156.000 tonnes par jour pour celles de TSMC, d'après des chiffres internes datant de 2019. Lorsqu'en avril 2021, une forte sécheresse a frappé Taïwan, le gouvernement n'y est pas allé par quatre chemins afin de préserver la production de puces : il a coupé l'irrigation de 20 % des champs de l'île, au grand dam des fermiers...