

Semiconducteurs : quelles perspectives hors d'Asie ?

23/10/2023

Confidential

Résumé

Sous l'effet de la hausse des tensions entre Washington et Pékin et par crainte d'une opération militaire chinoise contre Taïwan, cœur battant de l'industrie mondiale des semiconducteurs, les géants mondiaux du secteur multiplient les projets d'implantation industrielle aux Etats-Unis et en Europe. Mais en dépit des grandes annonces d'investissement, dopées par les milliards de dollars de subventions distribués par Washington et Bruxelles, cette migration reste très embryonnaire en ce qui concerne les étapes finales d'assemblage permettant de transformer les circuits de silicium gravés par les fondeurs tels qu'Intel ou TSMC, en produits finis : processeurs, mémoires, et autres modems 5G.

Or, ces opérations d'assemblage, d'encapsulation et de test, réunies sous l'appellation APT (assembly, packaging and testing), pouvant représenter jusqu'à 30% du coût d'un processeur de smartphone, sont elles aussi historiquement concentrées en Asie, principalement en Chine et à Taïwan. A eux seuls, ces deux pays abritent plus de la moitié des sites industriels spécialisés en APT. Ces activités sont aussi intensives en main d'œuvre et faiblement rémunératrices, ce qui les rend difficiles à relocaliser dans des économies développées – une réalité qui tend, toutefois, à changer sous l'effet de l'évolution technologique du secteur.

Longtemps restées un angle mort des politiques de souveraineté en matière de semiconducteurs, ces activités font désormais l'objet de négociations bilatérales entre Washington et plusieurs Etats latino-américains (Mexique, Costa Rica, Panama), dans une logique de « friendshoring », tandis que certains pays de l'Union européenne, comme la Pologne, le Portugal ou l'Italie, se positionnent pour attirer sur leur sol les phases finales d'assemblage de puces fabriquées dans d'autres Etats-membres. Mais ces challengers sont confrontés aux efforts des bastions historiques de l'APT – Chine, Taïwan, Malaisie – pour rester prédominants, parfois pour des motifs géopolitiques ou sécuritaires, tandis que le Vietnam et d'autres pays asiatiques parviennent à se hisser au premier plan.

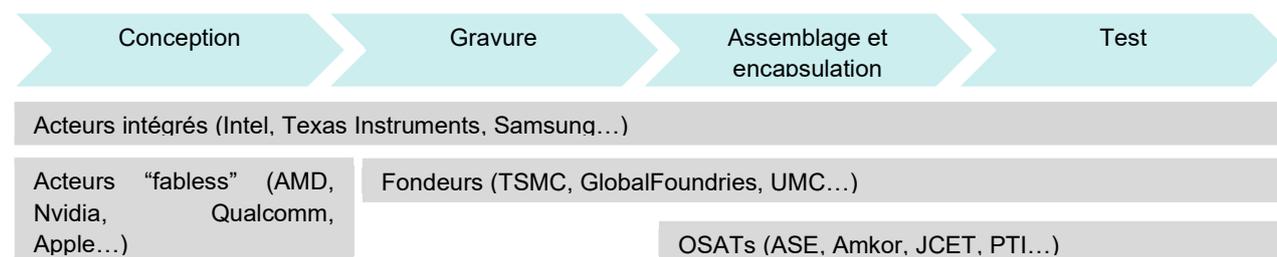
Alors que la première vague de délocalisation des activités APT dans les décennies 1960-1970 s'était largement expliquée par l'abondance, en Asie, d'une main-d'œuvre à bas prix, les paramètres guidant les choix d'implantation des investisseurs ont totalement changé. La qualification de la main-d'œuvre, la disponibilité d'électricité (de préférence renouvelable) et d'eau garanties et à bas coût, de même les capacités logistiques du pays d'accueil, sont devenus les principaux critères d'investissement. La proximité géographique, longtemps négligée, est de nouveau prise en compte après que la pandémie de Covid-19 a gravement perturbé les chaînes d'approvisionnement mondiales.

1. L'assemblage, une étape-clé dominée par l'Asie

1.1. Un maillon essentiel de la chaîne des semiconducteurs

La fabrication d'un circuit intégré (processeur, puce mémoire, *baseband* 4G ou WiFi, etc.) est séquencée en de nombreuses étapes. Après la conception du circuit, celui-ci est reproduit en miniature sur un support de silicium ultrapur dans une *fab*, ou unité de fabrication. Cette étape, où le degré de précision nécessaire se mesure en nanomètres, fait intervenir divers procédés de photolithographie ultraviolette, de gravure, de dopage, et de dépôts de couches de matériaux isolants ou conducteurs. Les « wafers » (galettes) de silicium issues de ce processus sont ensuite découpés en plaquettes de silicium de quelques millimètres de côté, qui constituent le cœur d'une puce. Interviennent ensuite les étapes dites d'assemblage, encapsulation et test (APT) : chaque plaquette est montée sur un support céramique ou plastique et soudée aux connecteurs qui permettront de l'intégrer au produit fini (smartphone, PC, véhicules...). Chaque puce est, enfin, testée pour être triée selon ses caractéristiques de performance ou de qualité (« chip binning »).

Graphique 1 : spécialisation des acteurs sur les étapes de la chaîne de valeur



Source : Global Sovereign Advisory

Certains acteurs « intégrés » (*Integrated device manufacturers*, IDM) comme Intel, Texas Instruments ou Samsung restent capables de maîtriser toute cette chaîne, mais l'industrie s'est largement spécialisée par étapes industrielles. La conception est assurée par des spécialistes tels que Qualcomm, AMD, NVidia ou encore Apple, qui dessinent les circuits selon leurs besoins ou les spécifications de leurs clients. Ces acteurs « fables » - sans capacité industrielle propre - en confient ensuite la production aux fondeurs spécialisés : TSMC, UMC, ou GlobalFoundries, ou à des IDM ayant développé une activité de fonderie (Samsung). Les étapes finales – découpe des galettes et APT – sont, de plus en plus, l'apanage de sous-traitants ultraspecialisés, dits OSATs (*Outsourced Semiconductor Assembly and Testing*).

L'assemblage, une part dans la chaîne de valeur minoritaire, mais en progression

Selon la Semiconductor Industry Association (SIA) américaine, les étapes d'APT – qu'elles soient assurées en interne ou par des OSATs – représentaient, en 2019, environ 6% de la valeur ajoutée de l'ensemble du marché mondial des semiconducteurs. Or ce dernier est en croissance soutenue : d'environ 300 milliards USD en 2013¹ le marché a atteint 574 milliards USD en 2022², malgré une disruption historique de cette industrie liée à la pandémie, et aux difficultés d'approvisionnement au niveau mondial en 2021 et 2022. Il pourrait, selon certaines estimations, atteindre 1380 milliards USD en 2029³. Le marché de la sous-traitance ATP représente désormais, selon les sources, entre 37 milliards USD⁴ et 45,9 milliards USD⁵ par an. Sa part du marché total des semi-conducteurs pourrait d'ailleurs augmenter, à mesure que les processus d'assemblage, toujours plus sophistiqués, jouent un rôle plus important dans les performances globales des puces (voir chapitre 1.3).

¹ *2022 Factbook*, Semiconductor Industry Association (SIA), mai 2022

² *Global Semiconductor Sales Increase 3.3% in 2022 Despite Second-Half Slowdown*, SIA, 3 fév. 2023

³ *Semiconductor market size, share and Covid-19 Impact Analysis*, Fortune Business Insights, 2022

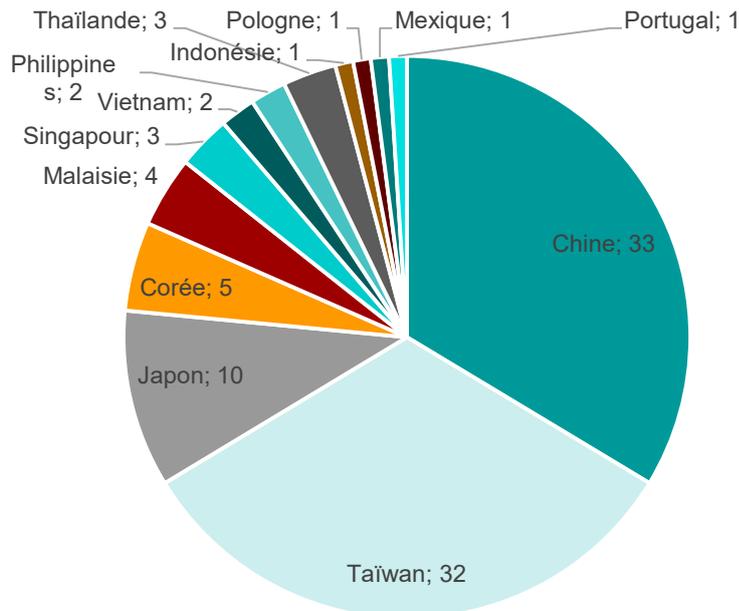
⁴ *OSAT Services Market Size, Share & Trends Analysis*, Grand View Research, 2023

⁵ *Fortune Business Insights*, *ibid.*

1.2. L'Asie, prédominante dans l'assemblage

Plus encore que les fondeurs, **les OSAT sont ultraconcentrés en Asie**. Sur les dix principaux acteurs de ce segment, qui se partagent plus de 80% du marché, cinq sont taïwanais, trois chinois et un singapourien. Et le numéro deux, Amkor (14% du marché), s'il est incorporé aux Etats-Unis, est très lié à Taïwan où il a la majeure partie de ses activités. L'implantation des sites de production de ces dix leaders mondiaux (ASE, Amkor, JCET, PTI, TFME, Huatian, Kyec, ChipMOS, Chipbond, et UTAC) illustre la **prédominance absolue de l'Asie sur cette activité** (Graphique 2).

Graphique 2 : répartition géographique des unités industrielles des dix principaux OSATs, 2023



Global Sovereign Advisory. Données : entreprises

Selon le rapport édité en 2021 par la Semiconductor Industry Association (SIA) américaine et le Boston Consulting Group (BCG), la Chine assurait, en 2019, 38% des activités APT au niveau mondial, suivie de Taïwan (27%), et de la Corée du sud (11%)⁶. Ce leadership asiatique remonte à la naissance de l'industrie des semiconducteurs quand, dès 1963, l'Américain Fairchild Semiconductors a décidé de délocaliser vers Hong-Kong, puis à Penang en Malaisie, l'étape d'assemblage de ses circuits intégrés, tandis que Texas Instruments s'est tourné dans les années 1970 vers Hong Kong et Singapour, et, surtout, vers Taïwan, sous l'impulsion de Morris Chang, alors son directeur de l'ingénierie, qui fondera TSMC en 1987⁷.

A l'origine, ces groupes américains recherchaient une main d'œuvre abondante et peu chère : la transformation des plaques de silicium en circuits intégrés était largement manuelle, notamment le soudage des connecteurs. Puis, l'avènement des fabricants de processeurs et puces mémoire taïwanais (TSMC), sud-coréens (Samsung, SK Hynix), ou japonais (Renesas, Kyocera, Sony), a favorisé l'émergence d'un tissu de sous-traitance local : la seule ville sud-coréenne de Hsinchu, où sont situées près de la moitié des *fabs* de TSMC (premier fondeur mondial) abrite au moins huit usines d'OSAT.

1.3. Un assemblage toujours plus sophistiqué

D'un processus à faible valeur ajoutée, nécessitant peu de savoir-faire, l'APT est progressivement devenu une étape à haute technicité. La loi de Moore – qui postulait en 1965 que la densité en transistors d'un semiconducteur doublait tous les deux ans, à prix constant – se heurte de plus en plus à la finesse de gravure

⁶ *Strengthening the Global Semiconductor Value Chain*, SIA, Boston Consulting Group, 2021

⁷ *Chip War – The Fight for the world's most critical technology*, Chris Miller, 2022

des circuits, une contrainte physique que les fondeurs, qui supportent déjà les deux tiers des coûts de capitaux de l'industrie, ne pourront éternellement repousser. Pour continuer à innover, **les industriels concentrent donc leurs efforts de R&D sur les processus d'APT**. L'assemblage 3D ou le recours aux *chipllets* (micropuces modulaires) notamment, permettent de combiner les fonctionnalités de plusieurs puces en une seule, tout en diminuant sa consommation énergétique⁸. **Les usines d'assemblage les plus avancées ressemblent de plus en plus aux salles blanches des fondeurs, où une main-d'œuvre moins nombreuse mais hautement qualifiée supervise des processus fortement automatisés grâce à des machines de pointe**. Cette évolution pousse fondeurs et IDM à réinvestir dans l'assemblage et l'encapsulation, au moins pour les produits les plus complexes. Les OSATs les plus performants s'adaptent aussi, en se spécialisant sur des étapes précises, et les plus performants pourraient à terme être appelés à codévelopper la puce avec leurs clients⁹.

2. Des critères d'investissements rebattus

L'évolution de l'activité d'assemblage vers des processus plus technologiques et plus capitalistiques a **rebattu les critères d'investissement des industriels** cherchant à délocaliser ou à sous-traiter les étapes finales d'assemblage et de test. Là où Taïwan, Hong-Kong ou la Malaisie avaient essentiellement capitalisé, dans les années 1960 et 1970, sur leur abondante main-d'œuvre à bas prix pour attirer la première vague de délocalisation des fabricants de puces américains, la donne est sensiblement différente pour les pays qui cherchent, aujourd'hui, à attirer ce type d'industrie sur leur territoire.

2.1. La main d'œuvre qualifiée, nerf de la guerre

La présence de ressources humaines techniques et professionnelles était, déjà, l'un des principaux critères d'investissements retenus par Intel lorsqu'il s'est mis en quête, dans les années 1990, d'un site pour implanter une unité d'assemblage de processeurs Pentium, son choix s'étant finalement porté sur le Costa Rica¹⁰. Ce paramètre est encore plus prépondérant aujourd'hui, alors que les usines d'ATP les plus avancées n'ont plus grand-chose à envier, en matière de technicité, aux salles blanches des fondeurs. Les champions asiatiques travaillent tous à renforcer leur avance en la matière, parfois via des institutions ad-hoc. La Malaisie a développé dès 1986 des incitations fiscales pour les entreprises finançant la formation continue mais aussi la mise en place de modules spécifiques dans le cursus d'enseignement public¹¹. Plus récemment, le pays a mis en place en 2021 un **comité national dédié à l'enseignement et à la formation techniques et professionnels** (Technical Vocational Education and Training, TVET) **liés à l'industrie des semi-conducteurs**, présidée par le vice-premier ministre. Aux Philippines, c'est initialement l'association professionnelle du secteur, la SEIPI, qui a mis en place dès les années 1980 les programmes de formation d'ingénieurs et de techniciens¹², et qui collabore désormais étroitement avec la Technical Education and Skills Development Authority (TESDA)¹³. Entré tardivement dans la course aux semi-conducteurs, le Vietnam a su former en quelques années plus de 5500 techniciens et ingénieurs¹⁴, mais reste confronté à une pénurie : le ministère de la planification et de l'investissement compte donc en former près de 10 fois plus d'ici à 2030¹⁵.

Les Etats-Unis ont eux aussi pris conscience d'un déficit de talents en matière de production, d'assemblage et d'essai des semi-conducteurs. Le CHIPS Act contient donc des dispositions en matière de formation, chargeant le National Science and Technology Council (NSTC) de créer des programmes de formation

⁸ *Advanced chip packaging: How manufacturers can play to win*, McKinsey, 24 mai 2023

⁹ McKinsey, Ibid.

¹⁰ *Moving Up the Global Value Chain: The case of Intel Costa Rica*, ILO Americas Technical Reports, 2017

¹¹ *The Philippines in the Electronics & Electrical Global Value Chain*, S. Frederick, G. Gereffi, Duke University, 2016

¹² *Our History*, Semiconductor and Electronics Industries in the Philippines Foundation, Inc.

¹³ *TESDA partners with private sector to boost TVET*, Philippines Information Agency, août 2023

¹⁴ *Vietnam needs more engineers for its semiconductor industry*, HR Asia, sept. 2023

¹⁵ *Fuelling Viet Nam's semiconductor growth through workforce and design innovation*, Viet Nam News, oct. 2023

professionnelle dédiés à cet écosystème¹⁶. Le NIST, de son côté, travaille à créer une méthodologie pour évaluer annuellement les pénuries de main-d'œuvre dans cette industrie¹⁷.

2.2. Des besoins considérables en énergie et en eau

La consommation énergétique mondiale de l'industrie des semiconducteurs était estimée à plus de 101 térawattheures (TWh) en 2021 par Greenpeace¹⁸ – qui estime que ce chiffre atteindra 237 TWh en 2030 - et à 149 TWh, selon une étude universitaire chinoise portant sur 27 grands acteurs de l'industrie¹⁹. Ces chiffres équivalent à la consommation électrique annuelle des Pays-Bas ou de la Malaisie (114 TWh et 151 TWh en 2021, respectivement).

La consommation du segment de l'assemblage n'est pas connue. Les chiffres publiés par les trois principaux OSAT permettent toutefois de réaliser une estimation approximative. En 2022, le taïwanais ASE, l'américain Amkor et le chinois JCET ont consommé, respectivement, 4,34 TWh, 2,03 TWh et 1,79 TWh (en quasi-totalité de l'électricité), des chiffres presque parfaitement corrélés à leurs parts de marchés respectives. Ces trois acteurs représentant, ensemble, un peu plus de la moitié du marché mondial des OSAT, **on peut donc estimer que cette industrie a consommé l'an dernier 14,7 TWh au niveau mondial, soit 10 à 15% du total de l'industrie des semiconducteurs.** Ce chiffre ne comprend pas, toutefois, les activités ATP assurées en interne par les fabricants de puces ou les fondeurs.

Les besoins en électricité représentent, en tous les cas, une part très significative des coûts opérationnels des acteurs de l'ATP, poussant les industriels à faire du coût de celle-ci un critère majeur de leur choix d'implantation. Ceci peut expliquer, en partie, la forte attractivité du Vietnam ou de la Malaisie, qui affichent des tarifs compétitifs – par rapport à la Chine notamment²⁰ – ou, à *contrario*, la croissance plus lente des Philippines²¹.

Soumis à la pression de leurs propres clients, qui cherchent à améliorer leur bilan environnemental, les fabricants affichent par ailleurs de plus en plus leur volonté de se fournir **exclusivement en électricité renouvelable**. La plupart d'entre eux se sont engagés à atteindre la neutralité-carbone d'ici à 2050, et Samsung, TSMC, Intel, SK Hynix, etc., ont rejoint l'initiative RE100, visant à employer 100% d'énergie renouvelable. **Les fabricants citent désormais explicitement l'accès à une électricité « propre » comme un critère fondamental d'investissement**, d'autant que ces sources d'énergie peuvent les aider à se prémunir de fluctuations des prix de l'énergie. Le directeur d'Infineon à Kulim, en Malaisie, appelait ainsi récemment le pays à renforcer la disponibilité d'électricité renouvelable, sous peine de décourager les investisseurs²². D'autres acteurs ont investi dans l'autoproduction : Amkor a installé des panneaux solaires dans ses usines de Porto, de Chine et de Corée du sud, représentant une capacité de 8,3 GWh par an – soit moins de 0,5% de ses besoins totaux.

Ce qui est vrai pour l'électricité l'est aussi pour l'eau. Les usines d'assemblage consomment d'importantes quantités d'eau (y compris sous forme ultrapure), dont la qualité et le débit doivent être garantis toute l'année. Le seul OSAT Amkor a ainsi prélevé au niveau mondial, en 2022, 15,8 millions de m³ en 2022, dont 3,8 millions m³ consommés de manière définitive. Les pays disposant d'abondantes réserves d'eau douce auront donc un avantage certain pour attirer les industriels des semiconducteurs, et les autres devront investir dans le renforcement de leur approvisionnement en eau.

¹⁶ *Chips For America Outlines Vision For The National Semiconductor Technology Center*, American Institute in Taiwan, avr. 2023

¹⁷ *R&D Workforce Working Group Update and Recommendations*, NIST, fév. 2023

¹⁸ *Semiconductor industry electricity consumption to more than double by 2030*, Greenpeace, avr. 2023

¹⁹ *Environmental data and facts in the semiconductor manufacturing industry: An unexpected high water and energy consumption situation*, Qi Wang, Nan Huang, Zhuo Chen, Xiaowen Chen, Hanying Cai, Yunpeng Wu, Water Cycle, 2023

²⁰ *Electricity prices comparison of Vietnam to the world and current electricity prices management mechanism*, Vietnam Electricity, 2022

²¹ *Competitive Indonesian Electricity Rates in the ASEAN Region*, Digital Energy Asia, 2018

²² *Malaysia aims for chip comeback as Intel, Infineon and more pile in*, Nikkei, sept. 2023

2.3. Logistique et proximité : un poids toujours plus déterminant

La localisation géographique a longtemps été un critère secondaire dans les choix d'implantation ou de sous-traitance des industriels des semiconducteurs. Dans l'étude préliminaire menée en amont de la rédaction du CHIPS Act européen, et publiée en juillet 2022, **les industriels interrogés classaient la proximité géographique en toute dernière position lors du choix d'un site de fabrication ou de sous-traitance**²³. De fait, le volume et le poids réduits des circuits intégrés permettent d'assurer une grande partie de la chaîne logistique par fret aérien. Des plaquettes de silicium gravées aux Etats-Unis ou en Europe peuvent ainsi rejoindre en quelques heures les chaînes d'un OSAT est-asiatique, avant d'être réexpédiée par le même biais vers le client final sur un autre continent. **En revanche, les capacités du pays d'accueil en matière de logistique, de dédouanement et de formalités administratives, et d'infrastructures de transport, jouent un rôle-clé**, les chaînes de fabrication ne supportant pas le moindre délai dans l'approvisionnement.

La pandémie de Covid-19, qui a provoqué la plus grave pénurie de semiconducteurs de l'histoire, a toutefois conduit de nombreux acteurs à mieux considérer le critère géographique. Traumatisés par la fermeture de leurs lignes de production du fait de cette rupture de leurs chaînes d'approvisionnement, **les constructeurs automobiles européens ont officiellement appelé en 2021, via leur syndicat ACEA, à relocaliser la production de semiconducteurs au sein de l'UE**²⁴, une prise de position qui a vraisemblablement pesé lourd dans la rédaction du CHIPS Act européen. Plus récemment, l'américain **GM a passé un accord avec GlobalFoundries afin que celui-ci produise, dans l'Etat de New York, des puces réservées à ses lignes d'assemblage**²⁵. Même chose dans l'électronique grand-public où, après avoir pesé en faveur de l'implantation d'une *fab* de TSMC en Arizona, Apple a signé en mai 2023 un accord avec Broadcom pour produire des *baseband* 5G aux Etats-Unis²⁶.

3. Etats-Unis : le CHIPS Act profite peu à l'assemblage

Adopté par l'administration Biden en août 2022, **le CHIPS Act (Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors for America) est la pierre angulaire de la stratégie américaine de reconstitution des capacités manufacturières nationales de semiconducteurs.** Elle vise à « dé-risquer » la chaîne d'approvisionnement de l'industrie nationale dans un contexte d'aggravation des tensions avec la Chine et le risque d'un conflit militaire à Taïwan. Cette législation prévoit l'allocation de 280 milliards USD de financements pour développer la recherche et la production de semiconducteurs sur le sol américain pour la période 2022-2026, **dont 39 milliards USD de subventions dédiés à la fabrication**²⁷.

3.1. Une prise en compte incomplète de l'assemblage

Les étapes d'APT ont bien été prises en compte par le législateur. Le CHIPS Act autorise ainsi, dans le cadre du programme NAPMP (National Advanced Packaging Manufacturing Program), **2,5 milliards USD de financements au programme de développement de technologies d'encapsulation avancées.** Objectif affiché²⁸ : ignorer les méthodes d'APT traditionnelles, impossibles à relocaliser aux Etats-Unis de manière rentable, et se concentrer sur les méthodes d'assemblage et d'encapsulation avancées, quasiment inexistantes aux Etats-Unis. Plus d'un an après l'adoption du CHIPS Act, le programme NAPMP reste largement embryonnaire : le National Institutes of Standards and Technology (NIST), chargé de sa mise en œuvre, l'a pour l'instant uniquement consacré au financement d'un réseau de laboratoires de recherche,

²³ *European Chips Survey Report*, Commission européenne, 2022

²⁴ *Chip shortage: auto industry calls for more EU-made semiconductors*, Association des constructeurs automobiles européens, 2021

²⁵ *GM inks deal with GlobalFoundries to secure U.S.-made chips*, Reuters, fév. 2023

²⁶ *Apple Strikes Multibillion-Dollar Deal to Use U.S.-Made Chips*, Time, mai 2023

²⁷ *CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation*, Congressional Research Service, avril 2023

²⁸ *Discours devant l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), 4 mars 2023*, AAAS Business Meeting: *When the Government Makes Big Bets on Science and Technology: The CHIPS Act*

partagés entre les industriels. Et ce n'est qu'en septembre 2023 que Subramanian S. Iyer, ex-ingénieur d'IBM, a été nommé premier directeur du NAPMP²⁹.

3.2. Les industriels ne se bousculent pas

Les subventions du CHIPS Act accordées aux projets industriels n'ont pour l'instant, pas profité à des projets d'assemblage, de packaging ou de test. Si les gigantesques projets de fonderies se multiplient – 40 milliards de dollars pour la seule usine de TSMC à Phoenix (Arizona), et une somme équivalente pour les deux prévues par Intel en Arizona et dans l'Ohio, sans compter les projets plus modestes de Rogue Valley Microdevices ou Skywater Technology³⁰ - **tous ces acteurs prévoient d'expédier leurs plaquettes de silicium à l'étranger pour l'assemblage final : à Taïwan pour TSMC³¹, et en Asie pour Intel³². Un seul spécialiste de l'assemblage projette de construire une unité industrielle aux Etats-Unis dans le cadre du CHIPS Act: Integra Technologies envisage d'investir 1,8 milliard de dollars dans une usine au Kansas³³. Mais ce site ne devrait assembler qu'une petite part des plaquettes de silicium gravées aux Etats-Unis. Integra Technologies travaille en effet surtout pour des entreprises de défense et aérospatiales et des agences gouvernementales américaines, tenues de réaliser toute leur fabrication aux Etats-Unis.**

4. Vers un bassin latino-américain de sous-traitance ?

Si l'Amérique latine a accueilli des usines d'assemblage de puces dans les années 1960 et 1970, au Salvador et au Mexique notamment³⁴, ces activités n'ont pas survécu aux délocalisations massives vers l'Asie. Mais la volonté des Etats-Unis de limiter l'exposition de leur *supply chain* à une crise en Asie offre de nouvelles perspectives à l'Amérique latine et centrale. La région est bien positionnée pour bénéficier du **Fonds international pour la sécurité technologique et l'innovation** (ITSI), créé en vertu du CHIPS Act, et qui alloue 500 millions USD (100 millions USD par an à compter de l'exercice 2023) au Département d'Etat pour appuyer la diversification de la chaîne d'approvisionnement des semi-conducteurs³⁵, notamment la délocalisation d'activités ATP.

4.1. Partenaire technologique majeur, le Costa Rica mise sur le CHIPS Act

4.1.1 Un allié américain avantage par la présence historique d'Intel

En juillet 2023, le Département d'Etat américain annonçait son intention de former un **partenariat avec le Costa Rica au travers du Fonds ITSI** pour y explorer les **opportunités de développement d'une chaîne d'approvisionnement en semi-conducteurs**³⁶. Réunis à la Maison Blanche à la fin du mois d'août 2023, le président américain Joe Biden et son homologue costaricain Rodrigo Chaves Robles ont réitéré leur engagement à instaurer une industrie durable des semi-conducteurs en Amérique centrale³⁷. **Les autorités américaines considèrent en effet le Costa Rica comme un partenaire de premier plan dans ce domaine.**

²⁹ *Subramanian Iyer Joins the CHIPS for America Research and Development Office*, NIST, 26 septembre 2023

³⁰ <https://www.semiconductors.org/u-s-semiconductor-ecosystem-map/>

³¹ *The Flaw in Apple's Plan to Make Chips in Arizona*; *The Information*, 11 septembre 2023

³² *Intel Reveals Plans for Massive New Ohio Factory, Fighting the Chip Shortage Stateside*; *Time*, 20 janvier 2022

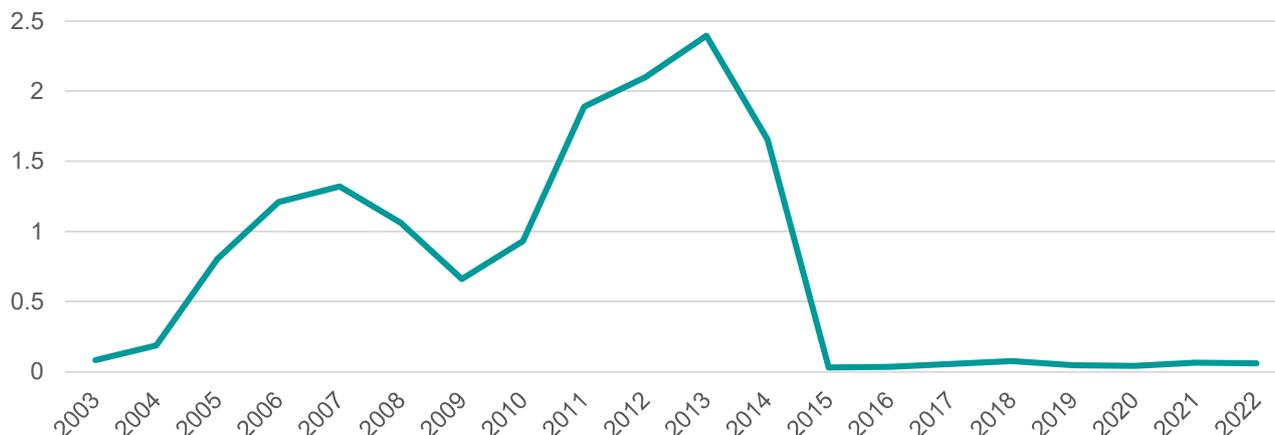
³³ *Integra Tech selects Kansas for Largest OSAT Semiconductor Project*, communiqué d'Integra Technologies, 2 fév. 2023

³⁴ IRLE, *Offshoring in the Semiconductor Industry: Historical Perspectives*, mai 2005

³⁵ US Department of State, *The U.S. Department of State International Technology Security and Innovation Fund*

³⁶ US Embassy in Costa Rica, *Partnership with Costa Rica to Explore Semiconductor Supply Chain Opportunities*, juillet 2023

³⁷ The White House, *Readout of President Joe Biden's Meeting with President Rodrigo Chaves Robles of Costa Rica*, août 2023

Graphique 3 : exportations de semiconducteurs du Costa Rica, 2003-2022 (milliards USD)

Source : TradeMap. (Code HS 8542)

Géographiquement proche des Etats-Unis, son premier partenaire commercial, **le Costa Rica dispose déjà d'une industrie des semi-conducteurs et d'une expertise en la matière** - un avantage non négligeable aux yeux de Washington. Le géant américain des microprocesseurs Intel (environ 12% du marché mondial des semi-conducteurs³⁸) y est en effet **implanté depuis 25 ans** et **le pays abrite la seule grande usine d'assemblage de semi-conducteurs de la région**. A la fin des années 1990, le Costa Rica, qui souhaitait passer d'une industrie d'assemblage à une industrie à haute valeur ajoutée, a incité les sociétés technologiques à s'implanter dans le pays par la mise en place de nombreuses incitations. **Dès 1997, Intel y a donc délocalisé certaines de ses activités d'assemblage et de test de ses microprocesseurs**, avec un **impact économique certain sur le pays** : avec plus de 1,7 milliards USD d'investissements³⁹, près de 2700 employés et 11% du total des IDE sur la période 2000-2012⁴⁰, les activités d'Intel représentaient une part non négligeable des exportations totales du Costa Rica : 21% en 2013.

Dans un contexte de restructuration de l'entreprise, **Intel a annoncé en avril 2014 délocaliser ses activités d'assemblage et de test en Asie**, une décision qui avait provoqué l'effondrement quasi-total des exportations de semiconducteurs du Costa Rica (graphique 3). En consolidant ses opérations dans ses usines de Chine, de Malaisie et du Vietnam, la compagnie entendait réduire ses coûts et se rapprocher de ses principaux marchés. **Intel a cependant poursuivi ses activités R&D au Costa Rica**, dont l'économie a pâti du retrait du géant technologique.

4.1.2 Le grand retour d'Intel

En 2020, cinq années après son départ, **Intel a annoncé la reprise de ses activités d'ATP au Costa Rica**. La hausse de la demande mondiale et la volonté de l'entreprise d'équilibrer le poids de ses opérations, trop concentrées en Asie, l'ont ainsi conduit à rouvrir les portes de son usine dans la province d'Heredia, avec un investissement initial de 350 millions USD, réhaussé à 1 milliard USD⁴¹. Intel voit grand : la société, qui prévoit de nouveaux plans d'expansion, a annoncé fin août 2023 **investir 1,2 milliards USD supplémentaires dans ses opérations au Costa Rica au cours des deux prochaines années**⁴².

L'investissement d'Intel, qui **emploie désormais près de 4000 personnes au Costa Rica**, pourrait provoquer une réaction en chaîne, en incitant d'autres compagnies à s'implanter. Déjà doté d'une législation favorable

³⁸ El Pais, *Costa Rica emerges as the winner in 'chip war' between US and China*, octobre 2022

³⁹ ILO, ILO Americas Technical Reports 2017/8, *Moving Up the Global Value Chain: The case of Intel Costa Rica*, 2017

⁴⁰ The Economist, *Intel outside*, avril 2014

⁴¹ El Pais, *Costa Rica emerges as the winner in 'chip war' between US and China*, octobre 2022

⁴² Intel, *Intel reafirma su compromiso con Costa Rica como un actor clave en la creciente demanda global de semiconductores*, août 2023

aux IDE, San José s'est engagé à renforcer les capacités du pays en termes d'infrastructures et de main d'œuvre qualifiée. Au-delà des effets directs sur l'économie du pays, **la transformation de son allié costaricain en hub régional de production de semi-conducteurs avantagerait une administration Biden désireuse de maîtriser cette industrie.**

4.2. Le Panama en pleine offensive de charme

Tout comme son voisin costaricain, le Panama attire également l'attention des Etats-Unis. Toujours dans le cadre du Fonds ITSI, le Département d'Etat a lancé en juillet 2023 des discussions autour du **développement du secteur APT**⁴³. Si elle s'inscrit dans la suite du CHIPS Act, l'annonce américaine intervient également après **un intense lobbying des autorités panaméennes pour faire du pays un site d'assemblage des semi-conducteurs**. Le ministre panaméen du commerce, Federico Boyd, s'en était déjà entretenu avec son homologue américaine⁴⁴, tandis que l'ambassadeur à Washington multiplie les tribunes soulignant les opportunités du pays⁴⁵. Dans le cadre de ce partenariat, le Panama propose de **finaliser sur son sol l'assemblage de semi-conducteurs fabriqués aux Etats-Unis**⁴⁶. Le Panama a par ailleurs déjà signé un protocole d'accord avec l'**Arizona State University**, acteur renommé de l'industrie des semi-conducteurs, pour **mettre en place une plateforme de coopération dans le domaine des technologies avancées** ; cette collaboration visera notamment à former une main d'œuvre panaméenne qualifiée pour cette industrie⁴⁷. Le Panama est également en **pourparlers avec Samsung pour élaborer un plan de formation de la main d'œuvre nationale**⁴⁸.

Le Panama est déjà doté d'un cadre réglementaire encourageant les délocalisations. Outre la législation SEM⁴⁹ de 2007 qui incite les multinationales à établir leurs sièges régionaux au Panama, la loi EMMA⁵⁰ adoptée en 2020 encourage les entreprises manufacturières à y installer leurs usines de production. Les autorités panaméennes ont annoncé vouloir étudier de **nouvelles incitations fiscales pour attirer les entreprises des semi-conducteurs**⁵¹. Le pays bénéficie d'autres avantages : une position commerciale stratégique, une économie dollarisée, une stabilité économique, la présence de zones franches, etc.

4.3. Le Mexique capitalise sur sa proximité et sur l'industrie automobile

Principal partenaire commercial des Etats-Unis, **le Mexique pourrait tirer profit de sa proximité immédiate des Etats-Unis et sa grande expertise dans le secteur manufacturier (automobile, notamment) pour jouer un rôle croissant dans la production de semi-conducteurs**. Doté d'une main d'œuvre qualifiée à moindre coût, le pays partage une large frontière et un accord de libre-échange approfondi avec les Etats-Unis. Abritait déjà plusieurs usines d'assemblage et de conditionnement de semi-conducteurs⁵², Mexico a exporté, en 2022, pour plus de 4,1 milliards USD de semi-conducteurs, contre 1,6 milliards USD en 2013⁵³. Il reste toutefois un importateur net, avec plus de 25 milliards USD d'importations en 2022, essentiellement du fait dans son rôle dans l'assemblage automobile.

⁴³ US Embassy in Panama, *New Partnership with Panama to explore semiconductor supply-chain opportunities*, juillet 2023

⁴⁴ Ministère panaméen du Commerce et de l'Industrie, *Ministro Federico Alfaro Boyd realiza conversatorio con la Secretaria de Comercio de EE.UU. Gina Raimondo, para promover Panamá*, juillet 2023

⁴⁵ RealClearPolicy, *Panama: An Opportunity for the Semiconductor Industry*, mai 2023

⁴⁶ Bloomberg, *Panama Says It Can Cut Risks to US Semiconductor Supply Chain*, juillet 2023

⁴⁷ Ministère panaméen des Affaires étrangères, *Panamá y Arizona State University firman acuerdo histórico para fortalecer cooperación científica y educativa en tecnologías avanzadas*, octobre 2023

⁴⁸ Revista Martes Financiero Panamá, *¿Cuánto costará instalar una planta para ensamblar semiconductores en Panamá?*, août 2023

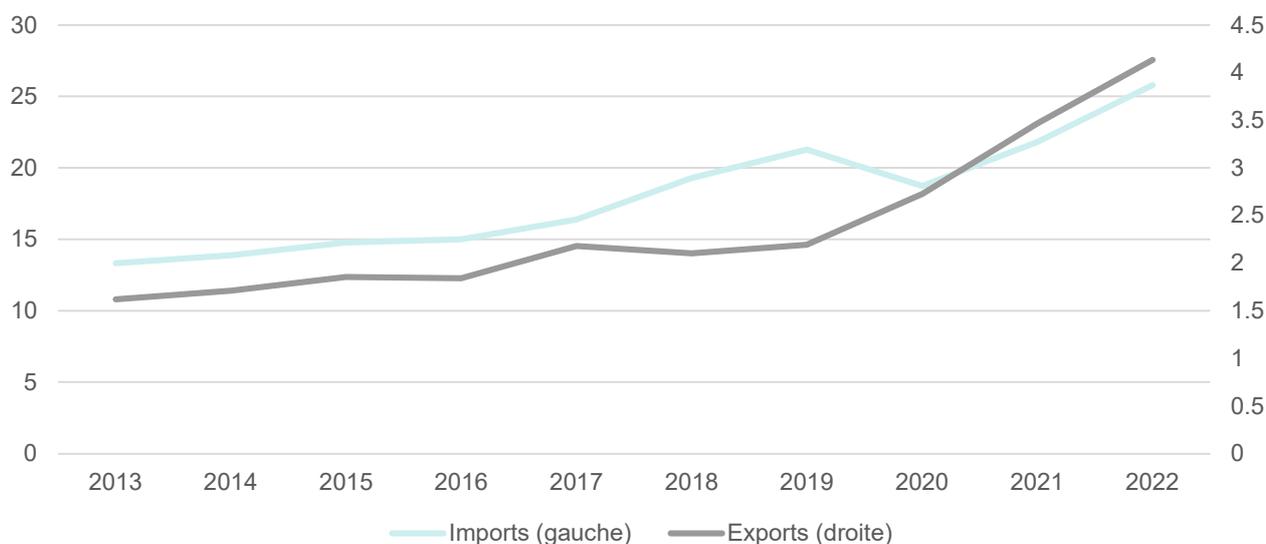
⁴⁹ Loi *Sedes de Empresas Multinacionales*, 2007

⁵⁰ *Especial de Empresas Multinacionales para la Prestación de Servicios Relacionados con la Manufactura*, 2020

⁵¹ Bloomberg, *Panama Says It Can Cut Risks to US Semiconductor Supply Chain*, juillet 2023

⁵² Foreign Affairs, *Mexico's Microchip Advantage*, août 2023

⁵³ Données TradeMap

Graphique 4 : importations et exportations de semiconducteurs, Mexique, 2013-2022 (milliards USD)

Source : TradeMap. (Agrégation des codes HS 854231, 854232, 854233, et 854239)

Autant d'éléments qui pourraient faire du Mexique une destination prioritaire des investissements américains et de ses installations ATP ; **déjà fortement intégrés dans le secteur de la fabrication automobile, les deux voisins pourraient aisément promouvoir l'intégration d'une chaîne d'approvisionnement en semiconducteurs.** L'intérêt mutuel des deux partenaires va croissant : en janvier 2023, aux côtés de leur voisin canadien, **Mexico et Washington se sont engagés à coopérer dans ce domaine**⁵⁴. Réunis en mai 2023, les trois pays ont également publié une déclaration commune annonçant le lancement de la **Conférence nord-américaine sur les semiconducteurs**, reflétant leur engagement à renforcer la résilience de la chaîne d'approvisionnement de l'Amérique du Nord⁵⁵.

Conscient de l'opportunité que représente cette industrie, le Mexique souhaite faire de son développement un chantier prioritaire. En 2022, les autorités mexicaines avaient affirmé vouloir mettre en place **des incitations à destination des entreprises cherchant à délocaliser leur production de semiconducteurs**⁵⁶. Si les contours de ces initiatives restent vagues, le gouvernement AMLO espère attirer les entreprises vers l'Etat du Sonora, frontalier de l'Etat américain d'Arizona (où TSMC construit sa *fab* américaine) et qui fait l'objet d'un grand plan de développement. Le gouverneur du Sonora, Alfonso Durazo, a fait part de sa volonté d'accueillir les investissements de **Foxconn** et de **TSMC** lors d'un récent déplacement à Taïwan⁵⁷. Les autorités mexicaines accélèrent aussi sur la formation de leur main d'œuvre : en 2022, l'Arizona State University s'est engagée à établir un partenariat avec le gouvernement mexicain et certaines de universités pour former les travailleurs mexicains à l'industrie microélectronique. **Le ministère mexicain de l'Economie et le géant des puces Intel ont également signé, en avril 2022, un protocole d'accord visant à promouvoir l'innovation et la formation des talents mexicains**⁵⁸. La société, qui dispose déjà d'un centre d'ingénierie dans l'Etat de Jalisco, a récemment annoncé un programme de formation des travailleurs mexicains à l'industrie des semi conducteurs⁵⁹.

⁵⁴ Les Echos, *Les Etats-Unis lancent une coopération sur les semi-conducteurs avec le Mexique et le Canada*, janvier 2023

⁵⁵ The White House, *Joint Statement on the Launch of the North American Semiconductor Conference and North American Ministerial Committee on Economic Competitiveness*, mai 2023

⁵⁶ Bloomberg Linea, *México analiza incentivos para atraer inversión a chips: Tatiana Clouthier*, août 2022

⁵⁷ Reuters, *Mexico eyes US energy exports from solar farm, chip supply chain role*, septembre 2023

⁵⁸ La Jordana, *México acelera el desarrollo de la industria de semiconductores*, mai 2023

⁵⁹ Intel, *Intel y el Gobierno de Jalisco formarán a 100 jóvenes mexicanos en chips*, août 2023

Si le Mexique apparaît bien placé pour bénéficier des retombées du CHIPS Act, **aucun investissement concret n'a encore été annoncé dans le pays**. Des défis majeurs demeurent, en termes de coûts et de formation. **Malgré leur intérêt croissant, les Etats-Unis n'ont encore lancé aucun partenariat avec le Mexique via le fonds ITSI.**

5. En Europe, une timide amorce de relocalisation

5.1. Le CHIPS Act européen fait l'impasse sur l'assemblage

Adopté le 13 septembre 2023, le « règlement européen établissant un cadre de mesures pour renforcer l'écosystème européen des semi-conducteurs »⁶⁰, plus connu sous le nom de « CHIPS Act Européen », poursuit peu ou prou les mêmes objectifs que le texte américain. Il vise à donner à l'Union européenne les moyens d'établir, au moins partiellement, une autonomie stratégique en matière de semi-conducteurs pour atteindre 20% des parts de marché à l'horizon 2030, contre 10% aujourd'hui, grâce à 43 milliards € d'investissements publics et privés, dont 15 milliards € directement mobilisés grâce au paquet législatif.

Comme son équivalent américain, **le règlement identifie bien les activités d'ATP comme étant cruciales pour atteindre l'autonomie, et pose, parmi ses objectifs opérationnels, le renforcement des capacités européennes en matière « d'intégration de systèmes hétérogènes et l'assemblage des modules et la mise en boîtier avancés »**. Pourtant, le texte ne prévoit aucun mécanisme précis pour renforcer ce segment de l'industrie, hormis un appel à créer des « lignes-pilotes » intégrant les « *dernières activités de recherche et d'innovation* ». La Commission européenne communique par ailleurs sur la nécessité de « *mettre en place des partenariats internationaux en matière de semi-conducteurs avec des pays partageant les mêmes valeurs* »⁶¹, **assumant ainsi une démarche de friendshoring**. Le texte proprement dit, cependant, n'en dit rien, se contentant d'appeler à dialoguer avec des partenaires stratégiques internationaux pour mieux sécuriser la chaîne d'approvisionnement européenne.

5.2. Les industriels misent sur la Pologne et le Portugal

Les projets de « fabs » de pointe se multiplient en Europe : l'Allemagne a su, en leur accordant plusieurs milliards € de subventions, attirer TSMC à Magdebourg et GlobalFoundries, Intel et Infineon à Dresde, où un pôle industriel majeur est en train d'émerger, notamment pour fournir l'industrie automobile. Intel a également modernisé son unité irlandaise pour produire ses dernières générations de processeurs, tandis que GlobalFoundries s'est allié à STMicro pour installer une unité en France. **L'activité d'assemblage, moins privilégiée par ce flux d'investissements, n'est toutefois pas totalement oubliée**. Intel compte finaliser ses puces *made in Ireland* en Pologne, où le *chipmaker* américain a annoncé en juin 2023 qu'il investira **jusqu'à 4,6 milliards \$ pour construire une usine d'assemblage et d'essai à proximité de Wrocław**⁶². De son côté, **GlobalFoundries expédiera les plaquettes de silicium fabriquées à Dresde dans l'unité de packaging avancé d'Amkor au Portugal**. Cette usine a grandement contribué à la relance des exportations de semi-conducteurs portugaises depuis le rachat par Amkor, en 2017, de son ex-proprétaire Nanium. Plus largement, les pays européens disposant d'une main d'œuvre à la fois qualifiée et à coût relativement faible sont bien positionnés pour attirer des investissements dans l'assemblage et le test de semi-conducteurs. La concurrence fait rage entre eux. Alors que les autorités portugaises multiplient les rencontres avec le coréen SK Hynix, **l'Italie, après avoir échoué à attirer Intel en Vénétie**⁶³ **n'a pas hésité à abandonner l'initiative chinoise des Nouvelles routes de la soie dans l'espoir d'attirer des investissements taïwanais dans ce secteur**⁶⁴, sans succès pour le moment.

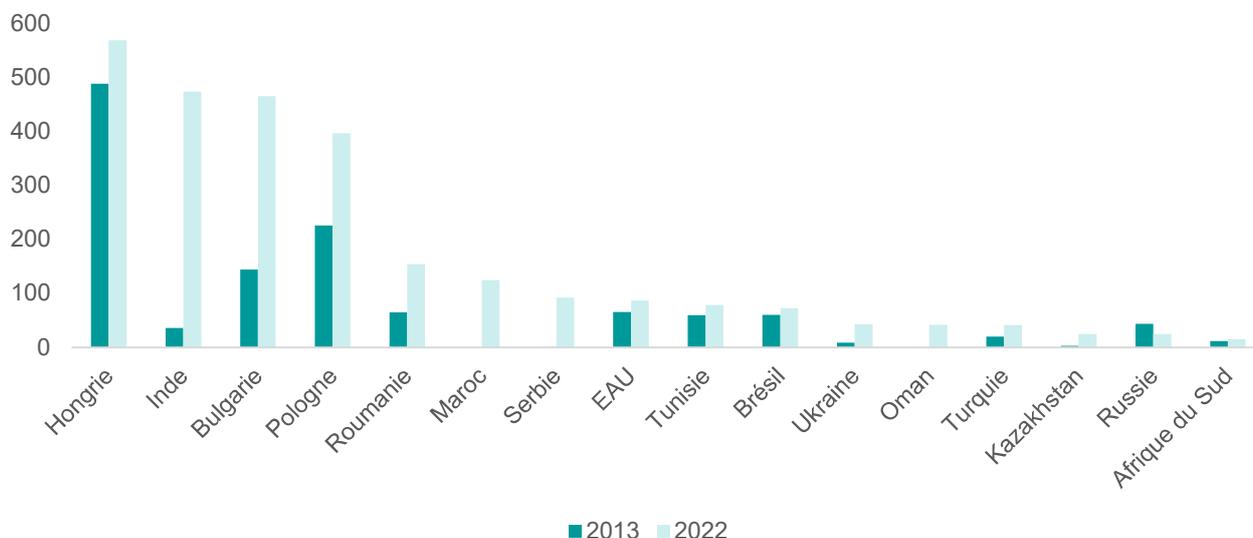
⁶⁰ *Règlement établissant un cadre de mesures pour renforcer l'écosystème européen des semi-conducteurs*, sept. 2023

⁶¹ *Règlement européen sur les semi-conducteurs*, page de présentation de la Commission européenne, consulté en oct. 2023

⁶² *Intel plans Assembly and Test Facility in Poland*, communiqué d'Intel, juin 2023

⁶³ *L'Italie et Intel choisissent la Vénétie comme région de prédilection pour une nouvelle usine de puces*, Zonebourse, sept. 2022

⁶⁴ *Italy Eyes Taiwan Chip Deals Ahead of Decision on China Pact*, Bloomberg, avril 2023

Graphique 5 : exportations de semiconducteurs des émergents non-asiatiques, millions USD

Données : Trademap. Agrégation des codes HS 854231, 854232, 854233, et 854239. Mexique et Costa Rica exclus, voir chapitre 3

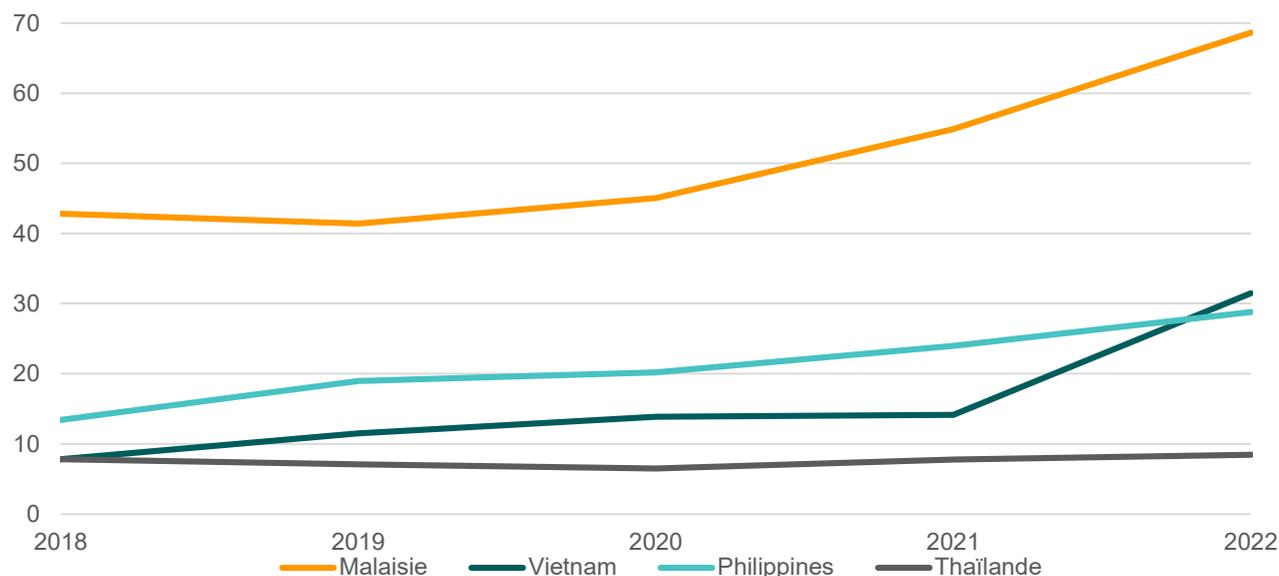
6. En Asie, un marché en recomposition

Malgré les efforts déployés par les pays latino-américains ou européens pour se positionner sur le comme destination de *friendshoring*, tout indique que **l'Asie restera le principal bassin de sous-traitance du marché mondial des semiconducteurs**, et que les CHIPS Act américain et européens pourraient plutôt **accélérer la redistribution déjà à l'œuvre de ces activités, au détriment de la Chine et de Taïwan** et au profit de nouveaux acteurs tels que le Vietnam, les Philippines ou encore l'Inde.

6.1. En Asie du sud-est, des nouveaux champions de la sous-traitance

6.1.1 Nouvel acteur-phare, le Vietnam séduit les industriels américains

Un peu plus d'une décennie après l'ouverture d'une première usine d'assemblage et de test d'Intel, en 2010, **le Vietnam est en passe de s'imposer comme l'un des champions asiatiques** de l'assemblage de semi-conducteurs. Entre 2018 et 2022, le pays a quadruplé ses exportations de semi-conducteurs, pour atteindre **31,5 milliards USD, encore loin derrière la Malaisie ou Singapour, mais devançant le Japon ou les Philippines**.

Graphique 6 : Exportations de semi-conducteurs, en milliards USD

Source : TradeMap (Agrégation des codes HS 854231, 854232, 854233, et 854239)

La tendance est appelée à s'accroître, notamment grâce au développement du segment APT. **L'inauguration de l'usine d'Amkor en octobre 2023 – qui doit drainer à terme 1,6 milliard USD d'investissements – est venue conclure une succession d'annonces industrielles majeures dans ce secteur d'activité, de l'extension de l'usine d'Intel à l'implantation de deux usines du sud-coréen Hana Micron en 2022 et 2023.** Et les autorités ne désespèrent pas de convaincre Samsung d'investir plus de 2 milliards USD dans son usine de Thai Nguyen, jusque-là dédiée à l'assemblage de smartphones, afin d'y lancer une activité d'assemblages de puces. Ce projet, dévoilé en 2022, a été mis en pause, du fait des investissements déjà significatifs de Samsung dans le pays – plus de 20 milliards USD en un peu plus d'une décennie⁶⁵.

Le Vietnam apparaît **particulièrement bien positionné pour bénéficier directement des retombées du CHIPS Act américain, comme en témoigne la visite à Hanoï en septembre 2023 du président Joe Biden**, qui a mobilisé plusieurs dirigeants d'entreprises américaines de semi-conducteurs. Lors de ce déplacement, les deux pays ont signé un **protocole de coopération sur les chaînes d'approvisionnement en semi-conducteurs**, le développement de la main-d'œuvre et le renforcement de l'écosystème industriel⁶⁶. De même, **la secrétaire américaine au Trésor Janet Yellen a encouragé les investisseurs américains souhaitant s'implanter au Vietnam à solliciter le fonds ITSI**⁶⁷.

6.1.2 Après le passage à vide de l'ère Duterte, les Philippines de nouveau en course ?

Intégrées dès les années 1970 à la chaîne de valeur mondiale des semi-conducteurs, grâce à des délocalisations d'activités d'assemblage de Texas Instruments, Fairchild et Intel notamment, les Philippines ont réussi à conserver ce positionnement, attirant d'autres acteurs, comme les Américains Analog Devices ou Onsemi, ou encore les spécialistes de l'assemblage Amkor ou SFA Semicon. Plusieurs de ces acteurs ont annoncé récemment renforcer leurs opérations dans le pays, en particulier Texas Instruments, avec un projet d'expansion de ses usines de Clark et de Baguio (1 milliard USD), ou Analog Devices (200 millions USD). **Le rythme des nouvelles implantations s'est toutefois ralenti, et la croissance des exportations de semi-conducteurs, quoique dynamique (+114% entre 2018 et 2022) est trois fois**

⁶⁵ *Samsung smartphone slump casts shadow over Vietnam, Nikkei, sept. 2023*

⁶⁶ *President Biden, General Secretary Nguyen Phu Trong Announce U.S.-Vietnam Comprehensive Strategic Partnership, communiqué de la Maison-Blanche, sept. 2023*

⁶⁷ *Yellen urges Asia to tap CHIPS Act Funds for Semiconductors, Nikkei, juil. 2023*

moins que celle du Vietnam. Outre certains facteurs structurels comme le **coût élevé de l'électricité**⁶⁸ ou des salaires minimums en progression rapide, ce relatif désamour des industriels mondiaux des semiconducteurs pour les Philippines doit s'interpréter dans un contexte plus large. **Après avoir décuplé entre 2010 et 2017, pour atteindre un peu plus de 10 milliards USD, les investissements directs étrangers (IDE) vers l'archipel ont connu un brutal ralentissement, et ce jusqu'à 2021**⁶⁹. Cette période correspond à la présidence de Rodrigo Duterte (2016-2022), dont le style de gouvernance inorthodoxe, couplé à des projets de démantèlement partiel d'avantages accordés aux grandes entreprises⁷⁰, avait inquiété nombre d'investisseurs. Son rapprochement avec la Chine avait aussi provoqué de fortes tensions avec Washington, ce qui a pu freiner les investissements américains. L'élection du président Ferdinand Marcos Jr en 2022 a permis de dissiper ces malentendus et les industriels des semiconducteurs actifs aux Philippines, représentés par l'organisation professionnelle SEIPI (Semiconductor and Electronics Industries in the Philippines Foundation), espèrent pouvoir bénéficier du CHIPS Act⁷¹. Cette perspective n'a toutefois pas encore été évoquée directement par les deux pays.

6.1.3 La Thaïlande cherche sa voie

La Thaïlande abrite depuis plusieurs décennies certaines activités « back-end » (assemblage et test) de fabricants tels que NXP Semiconductors⁷², de l'américain Microchip Technology, du japonais Toshiba⁷³, ainsi que des usines du spécialiste singapourien de l'assemblage de puces UTAC. **Mais le royaume, qui faisait encore armes égales en 2018 avec le Vietnam ou les Philippines en matière d'exportations, a été totalement distancé depuis** (Graphique 6). Plusieurs facteurs ont pu expliquer ce décrochage, notamment des **coûts d'électricité et de main d'œuvre relativement élevés et une instabilité politique chronique**. L'adoption en 2021 d'un paquet d'incitations fiscales ciblant notamment les activités d'assemblage de semiconducteurs⁷⁴, n'a pas véritablement changé la donne. Pour donner un nouveau souffle à cette industrie, **Bangkok joue ouvertement sur le contexte géopolitique, arguant de sa « neutralité » dans l'affrontement sino-américain pour attirer des investissements américains, mais aussi japonais ou sud-coréens**⁷⁵. Le pays enregistre quelques succès, notamment auprès d'acteurs japonais : en 2022, Sony a investi 70 millions USD dans son usine de Bangkadi pour y produire des senseurs optiques destinés aux véhicules autonomes, tandis que Murata a engagé un montant équivalent pour produire des capacitanceurs destinés notamment à Apple.

6.2. L'Inde concentre les espoirs des industriels

Acteur encore anecdotique de l'industrie mondiale des semiconducteurs, l'Inde tente elle aussi de susciter l'intérêt des fabricants. Le pays a approuvé, en décembre 2021, **un programme d'investissement à 30 milliards USD pour se positionner comme un hub global de la manufacture de produits électroniques, avec les semiconducteurs comme pierre angulaire de cette stratégie**. Une des composantes de ce programme, dévoilée fin 2022⁷⁶, vise plus particulièrement le développement des activités d'ATP et l'implantation des grands OSAT mondiaux. Le succès pourrait être au rendez-vous. L'Américain Micron a lancé, en septembre, la construction d'une usine d'assemblage, qui doit entrer en fonctions à partir de 2024⁷⁷. Le groupe américain investira 825 millions USD, sur un total de 2,75 milliards USD, le reste étant couvert par des subventions gouvernementales. Des entreprises locales, comme Sahasra Semiconductor, se positionnent aussi sur le marché de l'assemblage⁷⁸.

⁶⁸ *Cost structure of electricity in the Philippines and other Asian Countries*, Ateneo de Manila University, jan. 2023

⁶⁹ *Base de donnée des investissements étrangers*, Banque mondiale

⁷⁰ *Duterte spooks foreign investors with tax 'sword of Damocles'*, Nikkei, 2018

⁷¹ *PHL electronics industry welcomes US Chips Act*, BusinessMirror, 2022

⁷² *NXP Worldwide Locations: Thailand*

⁷³ *Thailand as Toshiba's Strategic Manufacturing Hub of Discrete Semiconductors for the Digital Century*, Toshiba, 2022

⁷⁴ *Thailand's new semiconductor incentives timed to support rising E&E Investment*, Bangkok Post, 2021

⁷⁵ *India and Thailand jockey for spot on Asia's chipmaking map*, Nikkei, août 2023

⁷⁶ *Revised guidelines for setting up of fabs and OSAT facilities and India*, Ministry of Electronics and Information Technology, juin 2023

⁷⁷ *Micron begins construction of \$2.75bn semiconductor packaging plant in Sanand*, Moneycontrol, sept. 2023

⁷⁸ *Sahasra Semiconductor to start chip production from September 23*, Indian Express, sept. 2023

6.3. Taïwan, la Chine et la Malaisie défendent leur pré carré

Face à cette concurrence croissante, les pays ayant jusqu'ici dominé l'activité d'assemblage des semiconducteurs cherchent à préserver leurs acquis, et multiplient les projets de nouvelles usines d'ATP, en se concentrant sur les procédés les plus avancés. **Un mois après avoir inauguré son cinquième site d'assemblage avancé à Taïwan à Chunan, en juin 2023⁷⁹, TSMC a annoncé la construction d'une sixième unité dans le pays, cette fois à Miaoli, pour 2,9 milliards USD⁸⁰.** Et c'est à Taïwan que TSMC compte transformer en puces les plaquettes de silicium gravées dans sa *fab* en cours de construction en Arizona. Les autorités taïwanaises font tout pour maintenir les *fabs*, mais aussi les sites d'assemblage les plus performants, sur leur territoire. Outre la fourniture d'électricité, d'eau et de terrains à tarifs préférentiels, **les autorités dévoileront l'an prochain un programme décennal d'appui à l'industrie.** Le calcul n'est pas seulement économique : Taipei fait le postulat que le maintien de ces activités, dont dépendent les grandes économies mondiales à commencer par la Chine, dissuadera Pékin d'engager une offensive militaire contre l'île⁸¹.

La Malaisie reste également attractive pour les activités d'ATP. **Intel a prévu d'investir 7 milliards USD** pour implanter, à Penang, son plus grand site d'assemblage au niveau mondial dédié à l'assemblage 3D - qui doit entrer en fonctions en 2024 ou 2025 - ainsi qu'une autre unité à Kulim⁸². Le premier OSAT mondial, ASE, a de son côté lancé fin 2022 les travaux de deux nouvelles usines à Penang⁸³.

Mais c'est sans doute la Chine qui déploiera le plus d'efforts pour renforcer son industrie ATP. Les restrictions d'exportations américaines sur les classes de processeurs les plus avancés (ceux destinés au *machine learning* et à l'intelligence artificielle notamment) obligent Pékin à cultiver sa propre autonomie stratégique. Or **les industriels chinois, comme SMIC, misent beaucoup sur l'assemblage et l'encapsulation avancés pour compenser leur retard en matière de finesse de gravure des plaquettes silicium** (le plus récent processeur de SMIC, équipant le dernier smartphone Huawei, emploie une gravure à 7 nm, contre 3 nm pour les puces TSMC équipant l'iPhone 15 d'Apple). **SMIC, Huawei, mais aussi les OSAT chinois comme JCET ou Tongfu, multiplient donc les recherches et les dépôts de brevet dans le domaine de l'assemblage 2,5D et 3D⁸⁴.** Les enjeux liés à l'assemblage avancé sont désormais au cœur de la stratégie des autorités chinoises⁸⁵, et les activités d'APT pourront bénéficier du **paquet d'incitations de 143 milliards USD dédié au développement de l'industrie nationale des semiconducteurs⁸⁶.** Quant aux grands fabricants de puces mondiaux ils semblent peu enclins à abandonner leur base industrielle chinoise, malgré le contexte géopolitique. L'américain Micron a ainsi annoncé en juin 2023, en pleine flambée des tensions Pékin-Washington, sa volonté d'investir plus de 600 millions \$ pour agrandir et moderniser son unité d'assemblage et de test en Chine⁸⁷.

⁷⁹ *TSMC Announces the Opening of Advanced Backend Fab 6*, TSMC, août 2023

⁸⁰ *Intel to quadruple cutting-edge chip packaging capacity by 2025*, Nikkei, août 2023

⁸¹ *Taiwan will not surrender its semiconductor capacity*, The Economist, oct. 2023

⁸² *Intel to quadruple cutting-edge chip packaging capacity by 2025*, Nikkei, août 2023

⁸³ *ASE breaks ground on new chip assembly and testing facility in Penang*, ASE, 2022

⁸⁴ *China Ramps Multi-Chiplet Efforts with Industry Heavyweights*, Tom's Hardware, août 2023

⁸⁵ *Chip wars: How 'chiplets' are emerging as a core part of China's tech strategy*, Reuters, juil. 2023

⁸⁶ *Exclusive: China readying \$143 billion package for its chip firms in face of U.S. curbs*, Reuters, 2022

⁸⁷ *Micron plans factory expansion in China*, Mobile World, juin 2023