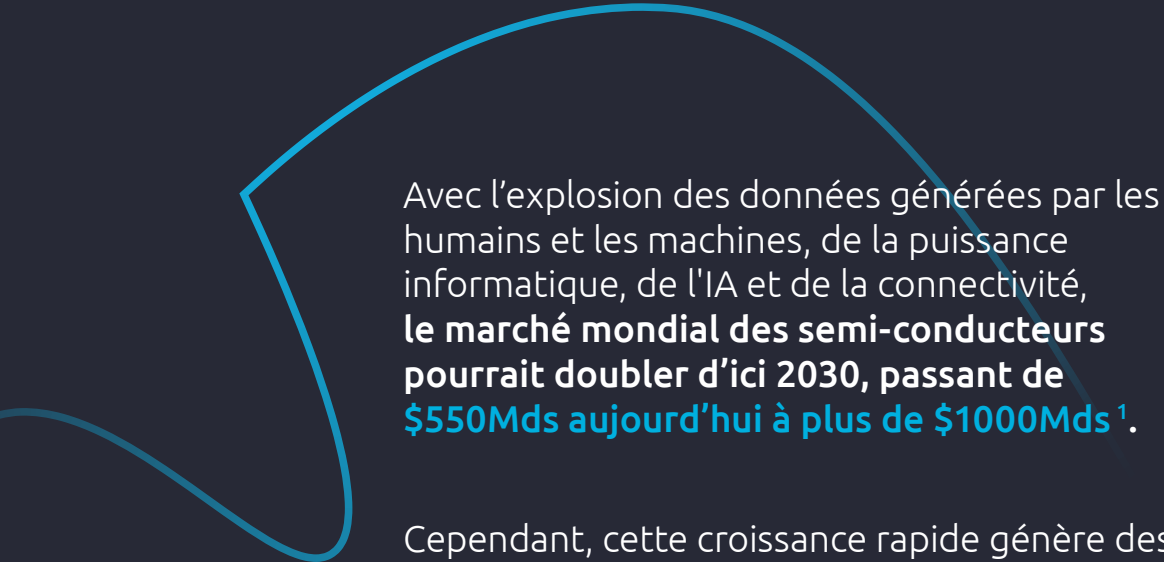


**LE RÔLE CRUCIAL
DES SEMI-CONDUCTEURS**
DANS LA TRANSITION VERS
UN MONDE PLUS VERT



Avec l'explosion des données générées par les humains et les machines, de la puissance informatique, de l'IA et de la connectivité, **le marché mondial des semi-conducteurs pourrait doubler d'ici 2030, passant de \$550Mds aujourd'hui à plus de \$1000Mds¹.**

Cependant, cette croissance rapide génère des défis environnementaux : utilisation toujours plus intensive de matières premières et de produits chimiques, émissions importantes de gaz de procédé, ...

L'adoption de stratégies durables étant au cœur des attentes des consommateurs, des investisseurs et des régulateurs, il est essentiel pour les acteurs du marché des semi-conducteurs de s'emparer de ces questions en intégrant la prise en compte de l'environnement dès la phase de conception de composants semi-conducteurs.

¹"Semiconductor Market Size, Share, Trends | Industry Forecast [2021-2028]" Fortune Business Insights, 2021

LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE : l'enjeu énergétique central des fabricants

La grande majorité (près de 80%) des émissions de gaz à effet de serre associées au secteur des semi-conducteurs provient de l'utilisation directe d'énergie (scopes 1 & 2)².

L'électricité est la principale source d'énergie utilisée pour l'alimentation des installations et des centaines d'outils entrant dans le processus de fabrication des puces. Selon les données de l'Agence Internationale de l'Énergie, l'industrie des semi-conducteurs consommait environ 2,5 % de la production mondiale d'électricité en 2020. Et pour répondre aux perspectives de croissance du secteur, une demande 3,5x plus forte en électricité est envisagée d'ici 2030.

Les enjeux de consommation électrique sont ainsi critiques pour les fabricants, faisant de la mise en place de stratégies d'optimisation énergétique et d'approvisionnement issu de sources renouvelables une priorité à très court terme.

L'optimisation de la consommation énergétique des entreprises du secteur commence par celle utilisée par les outils, d'abord en les améliorant (techniques de gravure avancées, vitesse de lithographie accrue, ...) ou les remplaçant par des alternatives économes en énergie. En parallèle, les fabricants peuvent utiliser la puissance de la data, de l'IoT et de l'IA pour mettre en œuvre des systèmes de contrôle intelligents assurant le couplage et la régulation des installations et des outils. Ainsi, l'analyse des données de production grâce à l'IA et au machine learning pourrait permettre de réduire de moitié les temps d'arrêt des machines et d'améliorer le rendement de fabrication de 5 à 20%. Cette optimisation pourrait également contribuer à économiser de l'énergie et à réduire l'empreinte carbone de l'industrie manufacturière³.

Dans l'objectif de réduire la consommation d'énergie associée aux installations du secteur des semi-conducteurs, des pistes de transition vers bâtiments économes sont possibles, par la réduction des pertes d'énergie et la récupération de la chaleur produite, mais aussi grâce à l'optimisation énergétique des salles blanches (réduction de la pression de l'air, augmentation de l'humidité, élimination des fuites) ou une meilleure utilisation de la ventilation et de l'éclairage (grâce aux LED par exemple).

L'autre volet de la stratégie électrique des fabricants concerne son approvisionnement. Pour leur approvisionnement réseau, les fabricants peuvent favoriser l'achat d'énergie issue de sources renouvelables auprès des services publics, de fournisseurs privés, voire par des mécanismes de contrats d'achats d'énergie (PPAs). En parallèle, le recours à des sources d'énergie autonomes pour alimenter leurs opérations (photovoltaïque, piles à combustible, systèmes de stockage d'énergie par batterie) permettra d'accélérer la transition à un approvisionnement énergétique plus propre.

²"Sustainability challenges in the semiconductor industry", TechXplore, 2020

³"How AI and Machine Learning Are Revolutionizing The Manufacturing Industry", Forbes

L'EAU, LES GAZ ET LES MATÉRIAUX SEMI-CONDUCTEURS : l'enjeu de la durabilité

En complément de l'électricité, l'eau, souvent utilisée ultrapure, est la seconde matière première clé du processus de fabrication des puces. L'élimination de toutes les impuretés pouvant altérer les performances des puces (telles que les ions métalliques, particules en suspension ou diverses bactéries) est un processus très coûteux énergétiquement, par les quantités d'eau brute qu'elle nécessite mais aussi par l'implication de nombreux équipements à alimenter (pompes, filtres, ...).

Pour faire face aux prévisions de croissance de l'industrie, le besoin associé en eau pourrait de son côté être accru de 2,3x d'ici 2030⁴.

Ainsi, le développement d'initiatives de recyclage de l'eau, associées à l'utilisation de produits chimiques plus écologiques, permettra de réduire la pression sur l'eau ultrapure.

Essentielle pour la fabrication des circuits intégrés, l'utilisation des gaz de procédé a pourtant des conséquences fortement nocives sur l'environnement, notamment d'émission de gaz à effet de serre ou de pollutions diverses.

Les fabricants peuvent ajuster divers paramètres du processus de production (température, pression de la chambre), intégrer des gaz alternatifs ou des procédés à faible émission de gaz, définir de systèmes de réduction de gaz ou bien les recycler, en captant les gaz de procédé inutilisés grâce à la séparation membranaire ou la récupération cryogénique.

Enfin, la mise en place d'une meilleure traçabilité et d'un approvisionnement plus durable des métaux entrant dans la composition des semi-conducteurs, au centre desquels le silicium et le germanium, sont des axes de développement clés pour les fabricants.

Les actions clés pouvant être mises en place couvrent une extraction plus respectueuse de l'environnement et des droits humains, la suppression des minerais de conflit, mais aussi la mise en place d'alternatives durables aux métaux rares tels que le cobalt ou le lithium.

⁴"Water demand for Semiconductor Manufacturing", Semiconductor Industry Association (SIA), 2018 / "Semiconductor Supply Chain Seeks Sustainable Solutions", EBN Online, 2020



UN BESOIN DE COLLABORATION ACCRUE ENTRE LES ACTEURS DU SECTEUR, DES FOURNISSEURS AUX CLIENTS

En dehors des impacts environnementaux et humains associés à l'utilisation d'énergie, les producteurs de semi-conducteurs peuvent agir sur la réduction de leur scope 3 amont (fournisseurs de matières premières, acheminement) et aval (distribution, utilisation et fin de vie de leurs produits).

Sur la partie amont, les entreprises doivent être en mesure d'identifier les émissions de gaz à effet de serre liées à leurs matières premières ainsi qu'aux activités de leurs fournisseurs. Cet enjeu de traçabilité nécessite d'abord une meilleure transparence tout au long de la chaîne d'approvisionnement, grâce à la mise en place d'outils de traçabilité et d'évaluation de la performance durable de leurs fournisseurs. Aussi, une collaboration étroite entre partenaires, incitant, accompagnant voire co-développant la transition vers des pratiques durables en matière d'énergie, de gestion des déchets ou de transport, permettrait d'importantes réductions de d'émissions de gaz à effet de serre mais aussi de coûts.

La partie aval présente un enjeu majeur de sensibilisation des clients, en encourageant une utilisation sobre des appareils utilisant les puces, ainsi que la réutilisation puis le recyclage de leurs produits en fin de vie. En particulier, la prise en compte des performances énergétiques des puces lors de la phase de conception est un élément important, sur lequel les fabricants ont davantage la main. Un autre chantier central du scope 3 aval concerne la gestion des déchets électroniques et des émissions associées, nécessitant la mise en place de programmes d'économie circulaire.

La réutilisation et le recyclage des matériaux, notamment du silicium, la réduction des déchets grâce à une meilleure efficacité des processus de production, ou encore la conception de produits plus durables, s'appuyant sur des matériaux recyclés ou assurant une meilleure efficacité énergétique, sont autant de pistes à étudier par les producteurs de semi-conducteurs.

Dans cet effort, la mise en place d'une coopération entre tous les acteurs de la chaîne de valeur permettra d'accroître la force de frappe des fabricants. Pour lancer cette dynamique, une analyse du cycle de vie des produits et services associés aux semi-conducteurs est clé pour se doter d'une vision précise de leur impact et de travailler à leur optimisation.

Des outils type PLM peuvent être particulièrement efficaces pour se doter de la visibilité nécessaire toute au long de la chaîne de valeur.

Sur cette base, les fabricants pourront travailler à la mise en place de standards de mesure et de transparence avec les régulateurs ou encore à la construction d'une feuille de route faible en carbone partagée entre les acteurs de l'industrie.

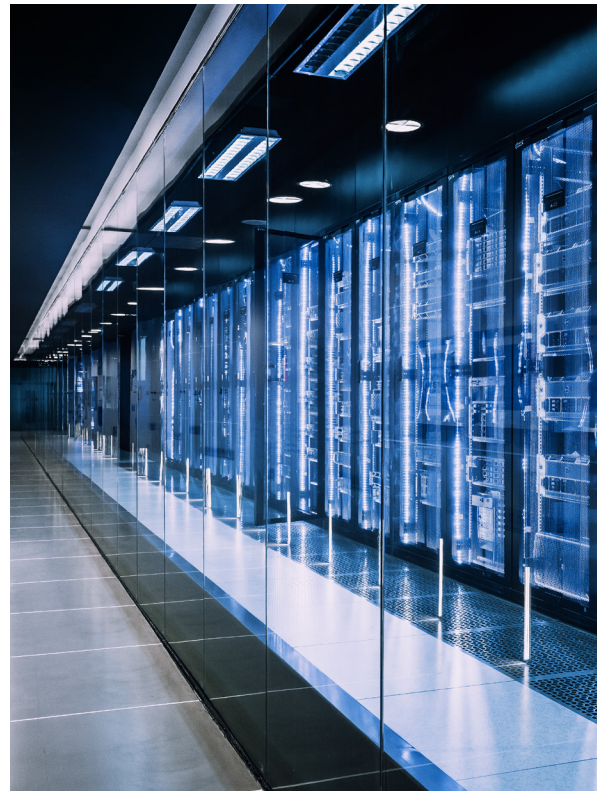
DES PREMIÈRES INITIATIVES PROMETTEUSES VERS LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DU MARCHÉ DES SEMI-CONDUCTEURS

Ces dernières années, les marques d'engagement de l'industrie en faveur de pratiques durables se sont multipliées.

Qualcomm a par exemple annoncé un objectif « Net Zero » de ses opérations d'ici 2040, tandis que STMicroelectronics vise un approvisionnement énergétique à 100% issu de sources renouvelables d'ici 2027. Parmi les engagements pris par NXP, l'entreprise vise un approvisionnement en minerais 100% durable, hors de zones de conflit.

Dès 2018, Intel et Nvidia ont collaboré pour développer un serveur AI économe en énergie pour les centres de données. Les hautes performances du serveur DGX-1 permettent de fortes réductions des coûts énergétiques mais aussi du délai de commercialisation, tout en augmentant la capacité de traitement de l'IA.

Plus récemment, des initiatives de co-développement d'alternatives plus durables sont apparues ; c'est ainsi que la collaboration entre Soitec et STMicroelectronics a permis la mise au point d'une technologie de fabrication de substrats en carbure de silicium (SiC), à l'origine de semi-conducteurs de puissance plus performants et plus économes en énergie.



La transition énergétique des fabricants de semi-conducteurs doit aujourd'hui se trouver au cœur de leur stratégie de développement.

En effet, en poursuivant leurs engagements et la transformation de leur business model, les fabricants de semi-conducteurs pourront résoudre l'équation complexe entre poursuite de leur croissance, maintien des performances de leurs produits et réduction de leur empreinte carbone.

SOURCES

L'INDUSTRIE DES SEMI-CONDUCTEURS FACE À LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

La Tribune (17 février 2021)

"REDUCING ENERGY CONSUMPTION IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING"

de SEMI

"ENERGY CONSUMPTION IN THE ICT SECTOR"

de European Parliament

"ENERGY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING"

de Ajay Kumar, Jingsong Zhang et al.

4 STRATEGIES FOR SUSTAINABLE SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

GLOBAL EV OUTLOOK 2021

International Energy Agency (2021)

RENEWABLE ENERGY IN THE WATER, ENERGY AND FOOD NEXUS

International Renewable Energy Agency (2021)

"THE ROLE OF CRITICAL MINERALS IN CLEAN ENERGY TRANSITIONS"

International Energy Agency (2021)

"SUSTAINABILITY: QUALCOMM SETS NET-ZERO GOAL, PLEDGES TO CUT SUPPLY CHAIN EMISSIONS"

Reuters (29 avril 2021)

"STMICROELECTRONICS SETS TARGET FOR 100% RENEWABLE ENERGY USE BY 2027"

Greenbiz (9 septembre 2020)

"NXP ANNOUNCES PLAN TO MAKE 100% OF ITS MINERALS SUSTAINABLE"

NXP press release (22 juin 2020)

"NVIDIA AND INTEL COLLABORATE TO CREATE ENERGY-EFFICIENT AI"

IoT For All (4 juillet 2018)

"STMICROELECTRONICS AND SOITEC COOPERATE ON 150MM SIC PRODUCTION"

Power Electronics News (12 octobre 2020)

À propos des auteurs :



Nicolas Gaudilliere

CTO Capgemini Invent France, Head of TMT
Capgemini Invent
nicolas.gaudilliere@capgemini.com



Olivier Marcillaud

Directeur Senior Telecom, Media & Technology
Capgemini Invent
olivier.marcillaud@capgemini.com



Pauline Lechopied-Bay

Managing Consultant Telecom, Media & Technology
Capgemini Invent
pauline.lechopied-bay@capgemini.com

À propos de Capgemini Invent

Capgemini Invent est la marque d'innovation digitale, de design et de transformation du groupe Capgemini, qui permet aux dirigeants de façonner l'avenir de leurs entreprises. Etablie dans plus de 36 bureaux et 37 studios de création dans le monde, elle comprend une équipe de plus de 10 000 collaborateurs composée d'experts en stratégie, de data scientists, de concepteurs de produits et d'expériences, d'experts en marques et en technologie qui développent de nouveaux services digitaux, produits, expériences et modèles d'affaire pour une croissance durable.

Capgemini Invent fait partie du groupe Capgemini, un leader mondial, responsable et multiculturel, regroupant 360 000 personnes dans plus de 50 pays. Partenaire stratégique des entreprises pour la transformation de leurs activités en tirant profit de toute la puissance de la technologie, le Groupe est guidé au quotidien par sa raison d'être : libérer les énergies humaines par la technologie pour un avenir inclusif et durable. Fort de 55 ans d'expérience et d'une grande expertise des différents secteurs d'activité, Capgemini est reconnu par ses clients pour répondre à l'ensemble de leurs besoins, de la stratégie et du design jusqu'au management des opérations, en tirant parti des innovations dans les domaines en perpétuelle évolution du cloud, de la data, de l'Intelligence Artificielle, de la connectivité, des logiciels, de l'ingénierie digitale et des plateformes. Le Groupe a réalisé un chiffre d'affaires de 22 milliards d'euros en 2022.

Get The Future You Want*

Plus d'informations sur www.capgemini.com/invent