



# PREMIÈRE MINISTRE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Secrétariat général  
pour l'investissement



Paris, le 28-11-2022

## Le Secrétaire Général

Dossier suivi par Pascal GAUTIER  
contre-expertise@pm.gouv.fr  
Réf : ML/PG/n°395

Avis 2022-n°131

<b><u>AVIS DU SGPI</u></b> PROJET NEXTGEN	
Ministère concerné :	Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche  Ministère de la Transition Ecologique et des territoires  Ministère de l'Economie et des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique  Ministère des Armées
Date de réception du dossier	13 octobre 2022
Date du rapport ESE	28 novembre 2022
<b><u>SYNTHESE DE L'ÉVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE</u></b>	
Coût total du projet examiné (Financement État selon le décret 2013-1211)	467 M€ (en valeur 2022)
VAN socio-économique	3270 M€ (Scénario médian)
Principaux bénéficiaires	- Brevets et publications CEA Leti - Impacts valeur ajoutée du ST microélectronics et SOITEC
Dimensionnement	SO
Calendrier	Durée du projet : 6 ans Date de mise en service : 2028

## 1. Présentation du projet

Le projet Next Gen, porté par le CEA a pour objet le développement d'une filière de semi-conducteurs avancée de type silicium sur isolant (FD SOI).

Le marché des semi-conducteurs représentait en 2020 442 milliards de dollars (+ 5,4 % par rapport à 2019). La demande est en hausse constante dans de nombreux secteurs, notamment :

- Terminaux informatiques ;
- La téléphonie et leurs infrastructures (smartphone, déploiement de la 5G, etc.) ;
- L'automobile ;
- Les applications industrielles ;
- L'Internet des objets (objets connectés) qui permet à des objets d'échanger des informations et de communiquer entre eux (Google home, etc.) ;
- La défense, les applications souveraines et le spatial.

La production de composants microélectroniques s'appuie sur **une chaîne de valeur complexe, requérant des niveaux d'investissements en termes de R&D et FID très élevés autour d'un enjeu de miniaturisation toujours plus élevé.**

Ce marché est actuellement dominé par les acteurs USA ( Intel), Coréens du Sud ( Samsung) ou encore Taiwanais (TSMC). La part de marché de l'Europe est inférieure à 10% depuis l'année 2020. STMicroelectronics, partenaire privilégié du CEA, est à ce jour la seule entreprise européenne capable de se développer pour atteindre des procédés de fabrication suffisamment avancés pour maintenir l'Europe dans la course.

Le niveau des investissements consentis par la plupart des pays, acteurs sur ce marché est considérable :  
-USA : 280 Md\$ dont 52 Md\$ de subvention aux entreprises s'implantant sur le sol américain (« Chips and Science Act »annoncé en 2022) ;

- Taïwan/TSMC: 155 Md\$ entre 2021 et 2023 ;
- Corée du Sud/Samsung : 450 Md\$ entre 2021 et 2022 ;
- UE : 43 Md\$ (« European Chips Act » annoncé en 2022).

Deux technologies dominent le marché actuellement, FinFet et FD-SOI. Cette dernière est considérée par la Commission Européenne comme une alternative française et européenne à la technologie FinFet d'origine américaine et comme une filière stratégique pour l'indépendance technologique de l'Europe. Elle adresse plus particulièrement les applications digitales et mixtes (digital + RF) et les microcontrôleurs (digital et mémoires non volatiles embarquées). La croissance de ce marché est rapide. En termes de substrats vendus (marché pour lesquels SOITEC, également partenaire technologique du CEA dispose d'une position forte), la croissance attendue est de l'ordre de 20% par ans. Cette filière a fait l'objet de plusieurs plans d'accompagnement dont :

- Nano 2022 qui décline et prolonge en France l'IPCEI Microelectronics, qui entre 2018 et 2022 a permis le renforcement de la compétitivité de l'industrie nanoélectronique en termes d'innovation, de développement de l'appareil productif et de réponse aux besoins des filières applicatives ;
- Le projet « Liberty » qui va permettre de doubler les capacités de production du site STmicroElectronics à Crolles, sur une technologie FDSOI 18 Mm notamment.

Dans ce contexte, le projet Next Gen a pour objet de permettre au CEA de développer une nouvelle génération de FD SOI, autour de l'objectif « 10 nano » pour assurer la pérennité du dispositif après 2035. A minima cette technologie devra être compétitive par rapport aux technologies 12 nano développées en particulier par TSMC. Le niveau de maturité devra être suffisant pour permettre un transfert industriel dans les meilleures conditions.

Les principaux éléments du projet sont constitués par :

- L'extension des infrastructures des salles blanches du CEA-Leti : Les salles blanches envisagées doivent être compatibles avec les exigences des équipements 300mm requis pour le projet (charge au sol, niveau de vibrations, hauteur sous plafond, protection incendie pour les équipements haute température, niveau de propreté particulière, ...);
- L'acquisition et l'installation de nouveaux équipements ;
- Plusieurs axes de développement technologique détaillés dans le programme technique :
  - o Le développement du matériau SOI
  - o Le développement des éléments clefs de la filière FD-SOI Next Gen
  - o Le développement de la mémoire
  - o L'élaboration d'un premier démonstrateur

Le cout total du projet est estimé à 467 M€ se décomposant de la façon suivante:

- 263 M€ de capex dont 65 M€ pour la salle blanche et 198 M€ pour financer une partie des 44 équipements nécessaires ;
- 204 M€ pour l'OPEX destinés à financer les dépenses de fonctionnement. Ce coût inclut le recrutement de 200 personnes supplémentaires.

Le niveau de complétude attendu pour le CEA sur ce projet n'a pas à ce jour de précédent et constitue donc un changement de pallier dans l'organisation et la gestion de ce projet pour le CEA.

## 2. Dossier d'évaluation socio-économique transmis

Le dossier socio-économique transmis témoigne du souhait du porteur de projet de réaliser une étude conforme au cadre général requis. Il est à noter, que pour des raisons de calendrier projet, les délais impartis à la contre expertise ont été réduits. L'engagement du porteur de projet et de la Direction Générale des Entreprises (MEFSIN) ont permis une qualité d'instruction suffisante.

**Options et variantes examinées :** Trois scénarios « projet » ont été explorés et valorisés. Ils correspondent à des hypothèses différenciés sur le scénario contre-factuel.

**Calendrier :** Le démarrage des travaux est programmé en 2023 sur une durée de 6 ans.

**Indicateurs socio-économiques :** Un calcul de VAN SE est clairement établi et réalisé dans un cadre conforme aux principales recommandations méthodologiques, émis par France Stratégie.

**Indicateurs de performance :** Des indicateurs de performance attendus alimentent l'étude socio économique en terme de nombre de brevets attendus et de performance commerciale des solutions industrielles livrées.

**Cartographie des risques :** Une analyse est proposée tout en restant très succincte.

**Mode de réalisation :** Réalisation du projet par le porteur (CEA LETI) sur finacement France 2030.

### 3. Contre-expertise réalisée

#### La procédure :

Le SGPI a nommé pour mener cette contre-expertise deux contre-experts pour leurs compétences après avoir préalablement vérifié leurs déclarations d'intérêts et leur validation au comité d'agrément.

Le SGPI a transmis le dossier initial aux contre-experts le 13 octobre 2022, complété tout au long de la contre-expertise d'éléments en réponse aux questions qu'ils ont posées au porteur de projet.

Les conclusions du rapport de contre-expertise ont été présentées par les contre-experts au Secrétaire Général pour l'investissement, Monsieur Bruno BONNELL, le 28 Novembre 2022.

#### La synthèse du rapport telle que rédigée par les contre-experts est la suivante :

« À côté de la technologie FinFET qui domine le marché des semi-conducteurs, la technologie FDSOI développée par le CEA/LETI, STMicroelectronics et SOITEC depuis 15 ans prend une place croissante. En effet, la technologie FDSOI présente des caractéristiques en termes de faible consommation d'énergie et de résistance aux perturbations qui en font une technologie attractive pour les clients industriels. Toutefois, du fait des inerties des industries (en particulier, dans le secteur automobile), il est nécessaire de donner de la visibilité et de garantir aux industriels la pérennité de l'approvisionnement dans cette technologie. En assurant le développement des nœuds de 10 nm existant déjà en FinFet, le projet NextGen fournit la garantie aux clients industriels de l'engagement pérenne de la filière FDSOI à répondre à leurs besoins sur le long terme.

Le dossier d'évaluation socio-économique de l'investissement dans le projet NextGen porté par le CEA-LETI met en œuvre les recommandations sur l'évaluation économique des investissements publics. Il développe des méthodes systématiques et fournit des estimations des gains économiques induits par le développement des capacités de recherche sur les semi-conducteurs. À ce titre, il répond au cadre réglementaire portant sur l'évaluation des investissements publics.

Les sources des coûts sont clairement identifiées (extension des bâtiments, création d'une nouvelle salle blanche, acquisition d'équipement de pointe et recrutements de nouveaux personnels). Leurs montants font l'objet d'une estimation fondée à la fois sur des expériences passées et sur des estimations issues des échanges réguliers avec les fournisseurs. À ce stade et compte tenu des dialogues déjà engagés avec les fournisseurs, le risque de dérive des coûts paraît maîtrisé. En revanche, les délais de livraison des équipements apparaissent comme une source de risque.

Les sources de création de valeur sont également clairement identifiées et détaillées. Elles ont deux origines.

En premier lieu, le CEA-LETI en tant que RTO (Research Technology Operator) développe une activité d'innovation propre créant de la valeur au travers de brevets et de partenariats industriels. Les brevets engendrent des recettes grâce à des licences d'exploitation. Les industriels financent des études avancées que le CEA-LETI peut conduire grâce à des équipements de pointe et un personnel hautement qualifié.

En second lieu, le transfert technologique des résultats de la recherche sur les semi-conducteurs 10 nm FD-SOI vers des entreprises du territoire national comme ST et SOITEC permet de développer des solutions commerciales pour des milliers de clients industriels (automobile, télécommunications, électronique...) en France et dans le monde.

Le principe du scénario contrefactuel est clair et crédible (perte de compétitivité de l'organisme de recherche CEA-LETI et perte de part de marché progressive de ST). Il est décliné selon plusieurs scénarii

permettant de tenir compte de la vitesse d'érosion de la place de ST dans la concurrence mondiale sur le marché du semi-conducteur. Les scénarios construits sont réalistes et contrastés.

Dans ce cadre, l'évaluation socio-économique du projet NextGen conduit aux valeurs résumées dans le tableau suivant :

	Scénario Bas	Scénario Médian	Scénario Haut
Coût d'investissement (M€)	467	467	467
Total des coûts socio-économiques (M€)	963	963	963
Total des gains socio-économiques (M€)	3 398	4 232	4 903
VAN (M€)	2 434	3 268	3 940

Les montants de valeur créée ci-dessus ont été obtenus sous des hypothèses prudentes de valeur ajoutée créée par ST à l'horizon 2035. Ces hypothèses portent sur la vitesse d'adoption de la technologie 10 nm par les clients industriels (automobile, télécommunications, internet des objets, aérospatiale). Elles restent conformes aux dynamiques connues et observées pour les nœuds précédents (28 nm et 18 nm). Par ailleurs, le scénario le plus pessimiste correspond à une adoption très lente de la technologie 10 nm. Les évaluations ainsi obtenues sont réalistes, crédibles et prudentes.

Par ailleurs, il est à noter que les brevets et les partenariats industriels constituent à eux seuls une source suffisante de valeur pour couvrir l'investissement du projet et les frais de fonctionnement issus du personnel recruté dans ce cadre. En effet, la valeur créée par les activités d'innovation est de l'ordre de 850 M€ et les coûts sont de 450 M€ pour l'investissement CAPEX et OPEX sur 2022-2026 et 200 M€ d'OPEX sur 2027-2035. Ainsi, même dans l'éventualité d'un scénario de déploiement du 10 nm encore plus défavorable que les scénarios envisagés, le projet NextGen présenterait une VAN positive.

Il est important de noter qu'au-delà de la création de valeur pour les industriels ST et SOITEC, un ensemble d'acteurs industriels associés au design de composants semi-conducteurs (sociétés développant des bibliothèques de composants, design house, utilisateurs fabless de la technologie FDSOI 10 nm...) vont bénéficier des développements technologiques et industriels. Un tel bénéfice n'interviendra qu'après 2030 mais existe clairement et n'a pas été intégré dans le calcul de la VAN.

L'ensemble de ces éléments fournit un faisceau convergent d'arguments permettant d'avoir confiance dans l'estimation de la valeur créée par le projet NextGen.

En revanche, la valeur créée par les retombées commerciales du développement de la technologie 10 nm FDSOI est exposée à l'ensemble des risques de marché du secteur des semi-conducteurs. En particulier, étant donnée la longue durée sur laquelle s'étale le projet (2022 à 2035), deux facteurs de risque nous paraissent prépondérants : le risque de retard dans le développement de la technologie et le risque de prix de marché des composants. Aussi, il nous apparaît utile de formuler les recommandations suivantes.

1. En termes d'évaluation socio-économique, la construction d'un scénario commercial du pire permettrait de compléter l'analyse de la valeur du projet. En particulier, elle permettrait d'analyser les seuils de baisse des prix des semi-conducteurs et des retards possibles qui mettraient en difficulté le déploiement du 10 nm FDSOI chez les clients industriels.

2. Les auditions des acteurs du projet ont clairement montré qu'ils étaient conscients de ces risques. Une gouvernance du projet a été mise en place, qui inclut les parties prenantes en prise avec les besoins des clients industriels. Les éléments sur l'organisation de la gouvernance du projet ne permettent pas à ce stade d'appréhender comment ces risques seraient gérés. Une description des mécanismes de gestion de ces risques permettrait de consolider la confiance dans la capacité des acteurs à réussir le projet NextGen.

3. Les différents acteurs du projet disposent d'un historique de collaboration de plusieurs années qui donnent confiance dans leurs capacités à réussir le projet NextGen. Toutefois, compte tenu du montant des enjeux, il nous paraît important de parvenir au plus tôt à une contractualisation précise des transferts technologiques et de partage de la valeur ajoutée.

4. Il semble également essentiel d'intégrer dans les futurs projets les entreprises du design (développeurs de librairie de composants, design house, sociétés fabless à même d'utiliser les process 10nm FDSOI développés par le Leti) dans la gestion de projet de façon à s'assurer qu'elles pourront à la fois développer les outils essentiels à la mise en œuvre industrielle de la technologie au sein du ST pour une réutilisation par des acteurs extérieurs de ces lignes de production.



## Avis du SGPI

Le dossier soumis à la contre-expertise, en respectant le cadre général des études socio-économiques, témoigne de la volonté du porteur de projet de valoriser au mieux les impacts de cet ambitieux programme de recherche et de chiffrer aussi précisément que possible les éléments de création de valeurs que celui-ci peut générer pour la collectivité nationale.

Les ambitions de calendrier, la complexité du projet et de son chemin d'élaboration ont conduit le porteur de projet à proposer une démarche innovante, certes simplifiée mais pertinente au regard des principaux attendus d'une analyse socioéconomique.

Les experts considèrent avoir rendu un avis éclairé et impartial sur la base des informations qui leur ont été fournies par le CEA. Pour sa part, le SGPI considère, au vu des compétences des experts, que le rapport remis constitue une base valable pour éclairer la décision.

Les contre-experts ont pu valider :

- La crédibilité du porteur de projet à mener un tel projet, compte tenu des enjeux technologiques et collaboratifs. Même si ce projet est d'ampleur inédite pour le CEA LETI, la gestion par ce dernier de l'innovation du palier précédent (28 nano), en constitue un des éléments d'appréciation important ;
- Le positionnement stratégique retenu autour de la technologie FDSOI sur le palier 10 nano, compte tenu des prospectives de marché et des savoirs faire nationaux sur ce segment ;
- Les moyens mise oeuvre dans le cadre de ce projet pour en assurer l'efficacité : niveau d'investissement, recrutement, dispositif collaboratif (avec STMicroelectronics et SOITEC notamment) ;
- La valeur socio économique créée (3,2 Md€ dans le scénario médian), assurant une rentabilité socio économique de l'ordre de 4%, et ce principalement dans ses composantes recherche (CEA) et industrialisation (STMicroelectronics, SOITEC) ;
- L'intégration de ce projet dans l'« European Chips Act » visant notamment à améliorer la souveraineté européenne et nationale sur ce segment. Cette future technologie alimentera certains segments stratégiques (Défense, Spatial).

Néanmoins, les contre-experts ont relevé :

- Le relatif manque de formalisation juridique entre les trois principaux partenaires dans le cadre de ce projet (CEA, ST et SOITEC), ainsi qu'une gouvernance du pilotage projet qui mériterait d'être précisée et formalisée
- Les modes de transferts technologiques (Juridiques, financiers et humains) sont encore au stade d'ébauche ;
- L'identification d'un réel risque de marché à horizon 2035 sur la technologie FD SOI, compte tenu de la prédominance actuelle de la technologie concurrente (FINFET), limitée, il est vrai compte tenu des objectifs de volumes ciblés, modestes à l'égard de l'ensemble du marché
- Les délais potentiellement longs d'installation de la technologie 10 nano sur le marché, notamment compte tenu des cycles de vie des produits de certains clients industriels à forte valeur ajoutée (Automobile)
- Des incertitudes en matières d'estimation des coûts du projet, notamment au vue des tensions observées actuellement sur le marché des équipements ou encore des ressources humaines

- Une gestion des risques du projet de recherche insuffisamment formalisée au regard de « noeuds » d'innovation à identifier pour permettre des adaptations qui pourraient être rendues nécessaires par un déplacement du marché notamment (glissement vers le 8 nano).

Au global, en ligne avec les recommandations du rapport des contre-experts, l'avis du SGPI est favorable à la réalisation du projet « Next Gen » avec les recommandations suivantes :

- Sécuriser au plus vite la mise en place des moyens matériels (équipement) et humains (recrutement) ;
- Sécuriser la dimension collaborative du projet par la mise en place d'un cadre contractuel entre les trois principaux partenaires, assorti d'un projet de gouvernance détaillé au sein des différentes équipes. Le projet collaboratif pourra intégrer les entreprises du design (développeurs de librairie de composants) ;
- Anticiper au mieux les principaux mouvements du marché par la mise en place d'un observatoire partagé sur le comportement des principaux secteurs/ clients finaux identifiés et d'une évaluation in itinere du projet dès 2026 ;
- Chiffrer un scénario plus tranché sur le risque de marché en 2035 en intégrant un niveau réaliste de provision couvrant les dérives potentielles des coûts alloués à ce projet.



Bruno BONNELL