

PREMIER MINISTRE
SECRETARIAT GENERAL POUR L'INVESTISSEMENT

DOSSIER INSTRUIT PAR LUC BAUMSTARK
EVALUATION DES INVESTISSEMENTS PUBLICS
EMAIL : CONTRE-EXPERTISE@PM.GOUV.FR

Paris, le 16 09 2020
Avis 2020-n°92

<u>AVIS DU SGPI</u>	
<u>PROCEDURE : CONTRE-EXPERTISE DU DOSSIER D'ÉVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE</u>	
DU PROJET DE CO-ACQUISITION AVEC EUROHPC D'UN SUPERCALCULATEUR DE CLASSE EXASCALE	
Etablissement porteur (société civile) : Ministère concerné :	GENCI Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation
Date de réception du dossier Date du rapport de contre-expertise	28 Avril 2020 14 septembre 2020
<u>SYNTHESE DE L'ÉVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE SELON¹</u>	
Coût total du projet examiné (financement Etat selon le décret 2013-1211) Dont	406 M€² 163-224 M€
- Coût de la machine	160 M€
- Travaux & Stockage des données	40 M€
- Fonctionnement	206 M€
VAN socio-économique Éléments financiers	n.d. n.d.
Principaux bénéfices mis en avant (Non quantifiés ni valorisés)	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de la recherche dans de nombreux domaines (externalités positives associées aux résultats) - Compétitivité de l'industrie (bénéfices industriels et commerciaux) - Maintien et développement des compétences - Souveraineté nationale
Dimensionnement	<ul style="list-style-type: none"> - Nb heures allouées : 10 mds heures de calcul - Puissance : 500-600 PFlops - Consommation : 10-12 MW
Calendrier	<ul style="list-style-type: none"> - Appel à candidature : 2021 - Durée des travaux : 2 ans - Date de mise en service : 2023-2024 - Durée exploitation : 5-6 ans
Financement envisagé	<ul style="list-style-type: none"> - Financement Euro HPC - JU (50%) - PIA3 - Financement complémentaire GENCI - Reste à financer
	<ul style="list-style-type: none"> - Entre 183 -203 M€ - 80 M€ - 82 M€ - 40 et 60 M€
Projet déclaré à l'inventaire	NON

P.J. : rapport de contre-expertise daté du 14 septembre 2020

¹ D'après le dossier constitué pour la contre-expertise et les compléments apportés en cours de contre-expertise

² Il s'agit du coût complet sur toute la durée de l'exploitation. Le coût de l'investissement est évalué à 160 M€

1. Présentation du projet

Eléments de contexte

L'usage du calcul intensif dynamisé par l'accès à une puissance de calcul sans cesse augmentée se trouve aujourd'hui au cœur de nombreux enjeux scientifiques, sociétaux et économiques. En permettant des simulations numériques complexes, le traitement de données massives et l'intelligence artificielle, il autorise des avancées scientifiques majeures dans de très nombreux domaines et rend possible de nouvelles applications dans des domaines tels que l'adaptation aux impacts du changement climatique, la santé, l'énergie, les transports, la sécurité et l'ingénierie, etc. L'observation, la mesure, l'expérimentation, le calcul intensif, le stockage et le partage de données supposent de très grands équipements. Ceux-ci ont été ainsi créés, pilotés le plus souvent par des organisations nationales, européennes ou internationales, nécessitant une forte coordination, des ressources humaines et financières conséquentes, et l'implication de la puissance publique.

C'est pour répondre à la nécessité d'un pilotage stratégique du domaine et d'une meilleure coordination entre centres de calcul existants, aux besoins de financement soutenus que la très grande infrastructure de recherche (TGIR) GENCI³ a été créée en 2007.

Cette organisation s'inscrit dans le cadre des orientations de la stratégie nationale des infrastructures de recherche et des réflexions menées au niveau européen dans le cadre de PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) ; EXDCI (European Extreme Data & Computing Initiative) et EuroHPC (European High-Performance Computing Joint Undertaking). Cette dernière structure mise en place en 2018 a pour ambition de doter l'Union européenne de supercalculateurs de classe pré-Exascale puis Exascale à horizon 2020/2021 pour les premières, 2022/2023 pour les secondes, avec la R&D associée (de la technologie jusqu'aux applications). EuroHPC ambitionne dans ce contexte le développement commun de technologies HPC européennes souveraines ayant vocation à équiper les systèmes Exascale qui seront déployés en Europe dont un processeur européen. Au-delà du prochain programme cadre (Horizon Europe), la Commission Européenne prévoit de consacrer 2.7 Milliards d'euros au HPC dans son programme Digital Europe (2021-2027). L'objectif est de se positionner dans la course mondiale à la puissance de calcul avec le Japon, les USA et la Chine : le cap de l'Exascale (1000 PFlops, environ 25 à 50 fois la puissance des machines actuellement disponible en France et en Europe) sera atteint dans les années qui viennent.

Le projet évalué

Le gouvernement français considérant que le développement de l'accès à ces puissances de calcul, dans un contexte d'une course scientifique et économique aux besoins sans cesse croissants, représente un intérêt stratégique majeur pour la France, a exprimé en 2019 sa volonté de se porter comme candidate à l'hébergement d'une machine de calcul intensif de type Exascale cofinancée par la Commission européenne dans le cadre de l'entreprise commune EuroHPC-JU. Il est prévu que cette machine Exascale serait hébergée au TGCC (CEA/Bruyères le Chatel). Les spécifications et la composition exacte du supercalculateur Exascale ne sont pas encore à ce stade figées, et donneront lieu à un appel d'offres ouvert lancé par la JU. L'appel à manifestation d'intérêt pour héberger les deux machines Exascale cofinancées pour moitié par EuroHPC devrait être publié début 2021.

Le dossier présenté à la contre-expertise a été réalisé sur l'hypothèse d'un coût d'investissement dans une machine évaluée à 160 M€ auquel s'ajoutent des frais de travaux (20 M€) pour adapter la salle machine existante et de stockage complémentaire des données (20 M€). La mise en service est envisagée en 2023-2024. La durée de vie de la machine est estimée à 5-6 ans.

³ GENCI est une société civile de droit français détenue à 49 % par l'État représenté par le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation (MESRI), 20 % par le CEA, 20 % par le CNRS, 10 % par les Universités représentées par la Conférence des Présidents d'Université et 1% par Inria.

2. Dossier d'évaluation socio-économique transmis

La réalisation d'une évaluation socio-économique sur ce type de projet étant relativement délicate à mener faut d'antécédents et de guides méthodologiques pouvant l'orienter dans des délais compatibles avec les échéances européennes, il a été décidé de lancer la contre-expertise sur la base d'une étude d'impact qui était disponible et d'un document étayant les principaux points attendus dans le décret.

Options et variantes examinées :

L'option de référence et les variantes possibles sont présentées page 27. L'analyse de l'option de référence apparaît en l'état insuffisante.

Dimensionnement proposé :

Les performances attendues ne sont pas encore officiellement définies par EuroHPC.

- Puissance anticipée : 500 à 600 PFlops (10 fois la puissance actuelle cumulée des machines actuelles de GENCI).
- Volume brut d'heures de calcul : 10 milliards (multiplication par 5 par rapport à l'existant).

Calendrier : Fin 2020-2024

- 2021 : appel à candidature lancé par EuroHPC aux Etats Partenaires pour devenir Membre Hébergeur d'une machine Exascale. Mise en place d'un consortium national et Européen dirigé par GENCI
- 2021-2022 : Lancement de la procédure d'acquisition de la machine Exascale
- 2023-2024 : mise en service de la machine Exascale

Indicateurs socio-économiques :

La seule quantification proposée est l'impact de la dépense sur le PIB, ce qui ne rentre pas dans les principes d'évaluation socio-économique d'un projet.

Une valorisation monétaire des effets du programme aurait par exemple permis de quantifier l'impact d'un sous-investissement dans la mise à niveau de la communauté scientifique et de mettre cet impact en regard du coût du programme d'accompagnement.

Indicateurs de performance :

Les impacts anticipés sont développés de manière qualitative dans les pages suivantes du dossier. De nombreux impacts anticipés évoqués ne font l'objet d'aucun essai de quantification précise. Ceux évoqués (impact en termes d'emploi et de publication) ne sont pas repris dans le dossier. La valorisation du gain en carbone associée à une machine offrant des gains énergétiques conséquents n'est pas réalisée.

Cartographie des risques :

L'analyse des risques proposée en une page (p.37) n'est pas systématique et reste insuffisante alors même que la configuration et la puissance de la machine Exascale sont encore largement incertaines. L'absence de valorisation de l'impact socio-économique du projet ne permet pas une analyse du coût potentiel de la plupart des risques identifiés.

Mode de réalisation :

GENCI s'appuie sur les trois centres nationaux de calcul de ses associés (TGCC, CINES et IDRIS) qui ont un rôle de maîtrise d'ouvrage déléguée et de maîtrise d'œuvre notamment en matière d'opération des équipements au-delà de la co-rédaction des spécifications des machines.

Rappel des guides méthodologiques de référence :

Le dossier a été constituée à partir d'une étude d'impact socioéconomique ex-post réalisée en 2017

pour les 10 ans de la TGIR GENCI.

Le plan du dossier s'est rapproché des préconisations du guide d'évaluation socioéconomique des investissements publics de France Stratégie.

Le rapport France Stratégie de Février 2019 portant sur l'évaluation des projets immobiliers dans l'enseignement supérieur aurait pu être mobilisés sur plusieurs points.

3. Contre-expertise réalisée

La procédure

Pour mener cette contre-expertise, et après avoir préalablement vérifié leurs déclarations d'intérêt, le SGPI a nommé le 4 juin 2020 quatre experts pour leurs compétences en mathématiques informatique et calcul et simulation numérique, en analyse économique et calcul économique public, ainsi qu'en matière de pilotage et de coordination scientifique. L'équipe était constituée de René Aïd, Pascal Frey, Alain Lichnewsky et Jacques Serris.

Le SGPI saisi le 28 avril 2020 par le Président Directeur Général de GENCI a reçu le dossier d'évaluation socio-économique initial le 28 Avril 2020 qu'il a transmis à l'équipe de contre-expertise le 13 mai 2020.

Une première visio conférence réunissant le SGPI et les contre experts organisée le 22 mai 2020 a permis de lancer la contre-expertise, de préciser la nature et les objectifs du travail attendu, la forme du rapport et le calendrier des travaux, puis, ayant pris connaissance du dossier, de rassembler la liste des compléments d'information nécessaires pour la mener à bien.

Le 3 juin l'équipe de direction de GENCI a pu rencontrer par visio conférence l'ensemble du projet aux contre experts et répondre à une première série de questions qui leur avait été envoyée préalablement. Une seconde audition a pu être organisée au SGPI avec la DGRI le 1 juillet 2020.

Des compléments d'informations et des réponses aux questions des contre experts ont été transmis au SGPI par GENCI et la DGRI respectivement les 26 et 29 mai, les 3, 11 et 22 juin, et le 1^{er} juillet 2020.

Ces éléments ont été immédiatement mis à disposition des contre-experts.

Une réunion en visio conférence le 26 juin et deux journées de travail au SGPI le 26 juin et le 1^{er} septembre 2020 ainsi que de nombreuses interactions par messagerie électronique a permis aux experts d'échanger leurs analyses, de préparer la rédaction de leur rapport, et de finaliser les principales recommandations.

Enfin, les conclusions du rapport de contre-expertise ont été présentées par les experts au Secrétaire général pour l'investissement, Monsieur Guillaume Boudy, le 14 septembre 2020. Le rapport de contre-expertise a été remis au SGPI dans sa version définitive le 14 septembre.

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

« Le dossier d'évaluation socio-économique a pour objet d'objectiver l'intérêt socio-économique de l'acquisition d'un calculateur Exascale installée en France à l'usage de la communauté de recherche scientifique et industrielle. Des exemples nombreux fournis dans les rapports d'activités de GENCI de 2010 à 2019 attestent d'un ancrage des applications scientifiques dans les problèmes sociétaux. Aujourd'hui, la dynamique scientifique et industrielle conduit clairement l'Europe à se doter de calculateurs haute performance Exascale.

Toutefois, la conjonction d'une option de référence manquant de justifications, d'une identification lacunaire des effets attendus et d'un déficit d'indicateurs quantifiés des bénéfices socioéconomiques donne l'impression que l'acquisition d'un supercalculateur Exascale ne résulte pas d'une autre logique que de celle de l'acquisition de la machine la plus puissante possible dans l'enveloppe budgétaire affectée, dans le cadre d'un plan européen ambitieux.

Nous résumons nos recommandations autour des points suivants :

1. A court terme, et pour que l'acquisition de la machine réponde au mieux au besoin de la communauté scientifique française, et sachant que la configuration et la puissance de la machine Exascale sont encore largement incertaines, il nous paraît incontournable que GENCI et la DGRI se livrent à un exercice prospectif détaillé d'estimation de la demande en calcul sur la durée de vie estimée de la machine. Le dimensionnement de la machine doit se fonder sur une connaissance des applications et des problèmes nécessitant ce type de machine et la configuration qu'elles requièrent pour s'exécuter en un délai raisonnable. Cette analyse de la demande peut s'appuyer sur les Comités Thématiques en charge de la sélection des projets pour la demande des communautés existantes. Pour les nouvelles communautés, un processus ad hoc doit être constitué.

2. A moyen terme, compte tenu de la possibilité ouverte par la JU de commercialiser une partie du temps de calcul de la machine Exascale et compte tenu de la valeur de marché de cette ressource, la DGRI doit réinterroger le modèle économique de son opérateur d'infrastructure de calcul, GENCI. Si le modèle de la société civile fournissant un accès à la ressource a permis un rattrapage de la France en matière de Calcul Intensif sur les dix dernières années, ce modèle doit être adapté à la décennie qui se profile. L'ouverture à des partenaires privés pourrait permettre des économies d'échelle ou des gains de compétitivité. Le partage de l'investissement ou la commercialisation à des entreprises privées d'une fraction de la production de la machine Exascale dégagerait une valeur qui réduirait la charge de l'État. Par ailleurs, la question de l'accès gratuit à la ressource, même pour des acteurs publics, doit être posée. Étant données les différences de performance des machines, un système de péages dépendant de la machine permettrait a minima de faire s'exprimer les préférences des différents utilisateurs. Un système de tarification devrait être investigué par la DGRI, en ligne avec sa politique scientifique et indépendamment du mode de financement des laboratoires pour accéder à l'infrastructure.

3. A plus long terme, le processus de planification de l'investissement en moyens de Calcul Intensif doit être construit, accompagné d'une analyse de sa valorisation socioéconomique. Il devrait s'appuyer sur une réflexion de stratégie scientifique et d'innovation couvrant mieux les opportunités et les défis apportés par l'évolution du domaine numérique. A l'heure actuelle, on ne distingue pas d'autre logique économique que celle d'une course à l'armement numérique de l'Europe avec les USA, la Chine et le Japon. L'état actuel des documents fournis et des échanges avec GENCI et la DGRI, ne permettent pas de dire si le projet est le mieux adapté pour répondre aux enjeux sociétaux relevant de la communauté scientifique, ni si l'effort consenti par l'État est au bon niveau. Une analyse précise de la valeur créée par le Calcul Intensif pourrait révéler qu'un effort financier supérieur aurait tout son sens. Le processus de planification requis plus haut pourrait interroger la question de la souveraineté, de la résilience, de l'indépendance de calcul en lui donnant un sens précis et quantifié.

4. S'agissant d'une infrastructure numérique avancée, il importe d'accorder une attention particulière aux aspects relatifs à la formation et au capital humain, à l'accompagnement par des actions préparatoires de développement applicatif et à la valorisation de la propriété intellectuelle notamment constituée par les codes de calcul.

5. Concernant les risques, nous observons que l'absence de valorisation de l'impact socio-économique du projet ne permet pas une analyse du coût potentiel de la plupart des risques identifiés. Seuls les risques ayant un impact direct sur les coûts sont inclus dans la marge de risque de +/- 7 % indiquée par GENCI.

Une valorisation monétaire des effets du programme aurait par exemple permis de quantifier l'impact d'un sous-investissement dans la mise à niveau de la communauté scientifique et de mettre cet impact en regard du coût du programme d'accompagnement.

Parmi les risques que nous avons identifiés, la plupart sont des risques inhérents à tout projet ambitieux et la contre-expertise n'a pas de doute sur le fait que GENCI et ses partenaires sont armés pour les traiter correctement. En revanche, la contre-expertise souhaite alerter GENCI et la DRI :

- la gouvernance complexe du projet aura du mal à s'assurer que les performances correspondent aux besoins français ;

- le programme d'accompagnement des utilisateurs, indispensable compte tenu du saut technologique engagé avec ce projet, ne semble pas à la hauteur de ce que font d'autres pays.

En conclusion, nous recommandons donc que GENCI et la DGRI consacrent un effort significatif à l'analyse rétrospective et prospective de la valeur socioéconomique créée par le Calcul Intensif et la future machine Exascale selon les préconisations décrites précédemment. Cet effort donnerait des éléments concrets pour améliorer le pilotage du projet Exascale en cours et des projets à venir. »

4. Avis du SGPI

Le dossier d'évaluation socio-économique soumis à la contre-expertise concerne l'hébergement, dans le cadre d'un appel à candidature européen, d'un calculateur Exascale installée en France à l'usage de la communauté de la recherche scientifique et industrielle, la France ne pouvant s'engager seule dans la course à la puissance de calcul engagée au niveau mondial. Ce projet vise à disposer d'une offre de calcul intensif capable de répondre aux développements de nouveaux travaux notamment avec le développement de la simulation et de l'intelligence artificielle et l'accompagnement d'une demande en très forte croissance dans de très nombreux domaines.

Le dossier d'évaluation socio-économique qui a fait l'objet de la contre-expertise reste très éloigné des attendus dans ce type d'exercice. L'étude d'impact proposée, en accord avec le SGPI, en substitution d'une analyse socio-économique, montre à l'évidence avec une analyse qualitative de nombreux exemples qu'il y a un intérêt majeur à voir la France se positionner dans la compétition internationale sur l'offre de calcul intensif et à disposer d'un outil propre compte tenu de nombreux enjeux engageant sa souveraineté.

Malgré tout, l'évaluation d'impacts proposée et les échanges qui ont pu être engagés dans les délais impartis de la contre-expertise avec GENCI et la DGRI, ne permettent pas de dire si le projet est le mieux adapté pour répondre aux enjeux sociétaux relevant de la communauté scientifique, ni si l'effort consenti par l'État se situe au bon niveau : l'option de référence manque de justifications, l'identification lacunaire des effets attendus et le déficit d'indicateurs quantifiés des bénéfices socioéconomiques donnent l'impression que l'acquisition de ce supercalculateur ne résulte pas d'une autre logique que de celle de l'acquisition de la machine la plus puissante possible dans l'enveloppe budgétaire affectée, dans le cadre d'un plan européen ambitieux.

Les experts considèrent avoir rendu un avis éclairé et impartial sur la base de l'information qui leur a été fournie. Pour sa part, le SGPI considère, au vu des compétences des experts et de leur implication dans la contre-expertise du dossier, que le rapport qui a été remis peut alimenter une réflexion pour éclairer la décision sur les nombreux points qui restent encore à décider dans la conduite du projet.

La contre-expertise ne remet pas en cause l'option qui consiste à héberger une telle machine en France par rapport à d'autres alternatives. Elle regrette que l'approche retenue ne mette pas en évidence le gisement de valeur que recèle l'activité de calcul intensif qui permette d'envisager un autre modèle économique susceptibles de conforter le projet envisagé. L'absence de calculs économiques ne permet pas de mettre en évidence l'impact qu'aura par exemple le sous-investissement dans la mise à niveau de la communauté scientifique au regard des coûts du programme qu'il faudrait consentir pour le faire.

Le rapport présente de nombreuses recommandations qui pourront être utiles à la conduite du projet alors que le projet est encore dans une phase très amont, dans laquelle subsistent de nombreuses incertitudes sur l'architecture et la performance de la machine (inclusion du processeur européen), sur les partenariats internationaux, ainsi que sur le niveau de mobilisation des communautés scientifiques et des industriels utilisateurs potentiels.

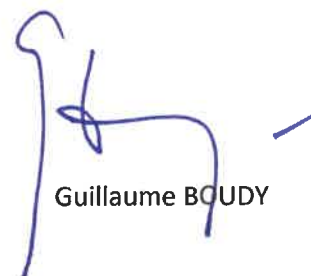
En ligne avec les recommandations du rapport de contre-expertise, l'avis du SGPI est favorable, mais présente d'importantes réserves dont la levée est susceptible de consolider le projet et son pilotage.

Il formule les réserves suivantes :

- GENCI et la DGRI doivent se livrer à un exercice prospectif détaillé d'estimation de la demande en calcul sur la durée de vie estimée de la machine. Le dimensionnement et le *design* de la machine doivent se fonder sur une connaissance des applications et des problèmes nécessitant ce type de machine et la configuration qu'elles requièrent pour s'exécuter en un délai raisonnable ; ce travail qui mobilise les communautés existantes que GENCI a su créer par le passé auxquelles doivent sans doute être ajoutées de futurs domaines d'application, est indispensable à l'horizon 2021 où le cahier des charges de la future machine sera réalisé ; il pourra être affiné dans les années qui suivent en vue d'une future machine (pour rappel, la durée de vie attendue est de 5/6 ans) ;
- la DGRI doit réinterroger le modèle économique de son opérateur d'infrastructure de calcul, GENCI. Le partage de l'investissement ou la commercialisation à des entreprises privées d'une fraction de la production de la machine Exascale dégagerait une valeur très significative qui réduirait la charge de l'État, préserverait des capacités de financement de GENCI pour assumer l'ensemble de ces missions. Par ailleurs, la question de l'accès gratuit à la ressource, même pour des acteurs publics, doit être posée ; enfin, en rendant explicite le coût de cette ressource, l'allocation des ressources à demande entre les différentes machines existantes, les futures pré-Exascale et Exascale serait plus rationnelle – permettant par ailleurs de rendre cohérents les financements ANR avec les allocations de temps machine ;
- il est essentiel et urgent de bien dimensionner le volet accompagnement du projet (formations, actions préparatoires de développements applicatifs, valorisation de la propriété intellectuelle notamment constituée par les codes de calcul, etc.). L'Exascale n'est pas seulement une augmentation de la puissance des machines de calcul, c'est une rupture technologique majeure et également une modification importante des usages du HPC. Ce volet accompagnement indispensable à la réussite du projet doit être détaillé et chiffré précisément. Le dimensionnement des volets accompagnement du projet européen et des projets américains et japonais doit être étudié pour permettre de dimensionner raisonnablement l'effort à fournir au-delà des chiffres tels qu'annoncés.

De manière générale, l'évaluation socio-économique d'Exascale a montré les difficultés d'appréhender l'analyse socio-économique des TGIR, de nombreuses questions posées à l'occasion de cette contre-expertise n'ayant pas pu trouver de réponses précises. GENCI et la DGRI devraient consacrer un effort significatif à l'analyse rétrospective et prospective de la valeur socioéconomique créée par le Calcul Intensif qui pourrait déjà profiter d'un bilan complet ex post de l'usage des machines existantes. Cette analyse validerait des éléments concrets pour améliorer non seulement le pilotage du projet Exascale en cours mais aussi les outils pour mieux appréhender des projets à venir similaires.

Enfin, les questions de la souveraineté et de la résilience, elles-aussi délicates à quantifier, méritent de bénéficier d'analyses détaillées lors de l'évaluation de tels projets.



Guillaume Boudy