

Résumé de l'évaluation-socio-économique du projet de supercalculateur de Météo-France

La présente note est un résumé de l'étude confiée par Météo-France à la société d'études et de recherche indépendante Citizing, réalisée au deuxième semestre 2016. Elle a pour objectif d'évaluer les bénéfices socio-économiques du projet d'augmentation de puissance du supercalculateur¹ de Météo-France.

La méthode

L'évaluation socio-économique du projet d'augmentation de puissance du supercalculateur de Météo-France a été conduite selon les codes scientifiques en vigueur (Boardman et al. (2007), Boiteux et al. (2001-2004), Lebègue et al. (2005) et Quinet et al. (2013)).

Cette méthode permet de répondre rationnellement à la question suivante : devrait-on ou pas financer un tel projet, au regard de ses coûts et de ses bénéfices sur toute sa durée de vie ? En d'autres termes, étant donnée la contrainte budgétaire, le projet est-il suffisamment utile à la collectivité nationale ? Rapporte-t-il plus qu'il ne coûte ?

L'intérêt du projet (ses coûts et bénéfices) doit être évalué par rapport à la situation initiale, c'est à dire par rapport à la situation où la puissance de calcul dont dispose actuellement Météo-France demeurerait constante (option de référence).

Les options étudiées au regard de l'option de référence ont été ainsi définies :

- Option 1 : un nouveau supercalculateur dont la puissance serait multipliée par un facteur 2,5 ;
- Option 2 : un nouveau supercalculateur dont la puissance serait multipliée par un facteur 5, ce qui correspond aux attentes des bénéficiaires de Météo-France sur les 6 prochaines années ;
- Option 3 : un nouveau supercalculateur dont la puissance serait multipliée par un facteur 10, ce qui correspond au maximum de ce que pourrait exploiter Météo-France sur les 6 prochaines années

Les acteurs touchés par les évolutions du supercalculateur sont identifiés et pour chaque option, les coûts et bénéfices, calculés. Ce sont des coûts et bénéfices socio-économiques (impact sur la sécurité, la productivité ou l'environnement par exemple) et non purement financiers. Ils sont ensuite monétisés et estimés sur toute la durée de vie du projet, ici 6 ans.

Les coûts et bénéfices survenant à des dates différentes sont enfin agrégés et ramenés à une valeur actuelle pour calculer la Valeur Actualisée Nette socio-économique, qui est

¹ Un supercalculateur est un ordinateur capable d'effectuer très rapidement un très grand nombre de calculs. Alors que les tout premiers supercalculateurs calculaient 5 000 additions ou 330 multiplications à 10 chiffres par seconde, ceux d'aujourd'hui sont capables d'effectuer quelques millions de milliards d'opérations par seconde. A titre de comparaison, une prévision météorologique à 24 heures est exécutée en 30 minutes par les supercalculateurs actuels alors qu'il faudrait plus d'une année à un ordinateur personnel pour en faire de même.

l'indicateur de référence. Le rapport « Bénéfice socio-économique / Coût socio-économique » est un indicateur permettant quant à lui d'apprécier la rentabilité de l'investissement.

Résultats par secteur

Sécurité des personnes et des biens : en 15 ans, les catastrophes naturelles en France métropolitaine et en Outre-Mer ont causé la mort de 1000 personnes² et plus de 15 milliards d'euros de dommages. Une corrélation scientifique a été établie entre le temps d'anticipation des épisodes météorologiques dangereux et la réduction des pertes économiques, écologiques et humaines (courbe de Day). L'étude socio-économique montre que l'option 2 du futur supercalculateur permettra d'**éviter plus de 520 millions d'euros de pertes** (273 millions avec l'option 1 et 830 millions avec l'option 3). Les contre experts du Commissariat Général à l'Investissement estiment que ces chiffres sont vraisemblablement sous-estimés.

Adaptation au changement climatique : Météo-France développe des modèles couplant les différentes composantes du système Terre (atmosphère, océans, sols, végétations, etc.). Une puissance de calcul supplémentaire permettra de produire des bases scientifiques robustes, utiles à la définition de politiques publiques d'adaptation pertinentes sur le long terme. La **valeur économique et environnementale de ces apports** est estimée à 273 millions pour l'option 1 ; **376 millions pour l'option 2** et 602 millions d'euros pour l'option 3. Les contre experts du Commissariat Général à l'Investissement estiment que ces chiffres sont largement sous-estimés.

Energie et transition énergétique : l'amélioration des prévisions permettra notamment d'optimiser le mix énergétique, d'éviter d'allumer des tranches de centrale nucléaire de façon préventive, de diminuer les importations d'électricité en situation de pic. Elle contribuera à améliorer la compétitivité économique des filières d'énergies renouvelables. Les bénéfiques chiffrés résultent essentiellement des progrès en matière de prévision saisonnière. **100 millions d'euros d'optimisation de production hydroélectrique** sont attendus avec l'option 2 du supercalculateur (33 millions avec l'option 1 et 168 millions avec l'option 3). Les contre experts du Commissariat Général à l'Investissement estiment que ces chiffres sont sous-estimés.

Défense : le ministère de la Défense considère l'information météorologique comme un **prérequis à toute opération extérieure conditionnant la sécurité des militaires comme des civils**. Les projections climatiques sont également une donnée clef pour anticiper les potentiels conflits et déséquilibres géopolitiques. La contre-expertise du Commissariat Général à l'Investissement estime les bénéfiques socio-économiques à 60 millions d'euros avec l'option 1 du supercalculateur, **150 millions d'euros** avec l'option 2 et 250 millions avec l'option 3.

Transports : les bénéficiaires de ce secteur sont les acteurs des transports aériens, maritimes, routiers et ferroviaires, qu'ils soient gestionnaires d'infrastructure, compagnies de transport ou usagers finaux. La plus fine représentation des phénomènes météorologiques comme la neige, le givre, les brouillards et les courants marins en particulier, permet de générer des gains de sécurité des passagers et des marchandises, des gains de temps grâce aux optimisations de trajectoires, des gains financiers résultant par exemple d'opérations de viabilité hivernale à meilleur escient, ainsi qu'une

² Ce chiffre inclut les morts consécutives aux cyclones, tempêtes, canicules, etc.

diminution des émissions de polluants. Dans le seul secteur aérien, l'étude socio-économique a évalué les coûts évités liés aux retards imputables à la météo à 2,5 millions pour l'option 1 ; **20 millions pour l'option 2** ; 25 millions pour l'option 3. Les contre experts du Commissariat Général à l'Investissement estiment que ces chiffres sont fortement sous-estimés.

La santé: l'évaluation socio-économique n'a pas procédé au chiffrage pour ce secteur. Des efforts seront poursuivis (Cf. section 4 de cette note) pour les quantifier, dans la mesure où ce secteur apparaît comme particulièrement sensible, notamment au regard des résultats trouvés par le projet européen Aphekom sur la **qualité de l'air** dans 25 villes européennes. Les chercheurs estiment que le dépassement de la valeur-guide de l'OMS pour les particules fines (PM_{2,5} à 10 µg/m³ en moyenne annuelle) se traduit chaque année par **19 000 décès prématurés**. Au-delà de l'aspect sanitaire, ce type de pollution coûterait entre **1 et 2 milliards d'euros par an au régime de Sécurité Sociale**.

L'agriculture: les prévisions à courte échéance permettront de soutenir une **agriculture plus raisonnée**, évitant les irrigations et les traitements phytosanitaires inutiles, coûteux tant financièrement qu'écologiquement. Les prévisions à plus longue échéance permettront d'optimiser le choix des cultures et de diminuer les coûts liés à la sécheresse. L'étude socio-économique estime à **74 millions d'euros**, le **bénéfice socio-économique pour le secteur agricole** avec l'option 2 du supercalculateur (2 millions avec l'option 1 et 150 millions avec l'option 3).

2.

Résultats agrégés

Le premier tableau récapitule les coûts globaux des différentes options du supercalculateur, en ce compris les coûts d'investissements, de fonctionnement, d'ingénierie et de formation. La dernière ligne de ce tableau rapporte les coûts globaux à un coût annuel sur 6 années.

| | Situation actuelle (option de référence) | Option 1 (puissance x2,5) | Option 2 (puissance x5, adéquation avec les besoins exprimés) | Option 3 (puissance x10, maximum d'exploitation Météo- France) |
|-----------------------|--|-------------------------------------|---|--|
| Coût global | 72 millions | 100 millions | 180 millions | 355 millions |
| Coût annualisé | 12 millions / an | 16,7 millions / an | 30 millions / an | 59,2 millions / an |

Le tableau ci-après rassemble les résultats socio-économiques de l'étude, ainsi que les commentaires principaux fournis par la contre-expertise du Commissariat Général à l'Investissement.

| | Option 1 | Option 2 | Option 3 | Commentaires contre-expertise |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| <i>Coûts socio-économiques</i> | | | | |
| Coûts socio-économiques | -62 M€ | -148 M€ | -345 M€ | |
| <i>Bénéfices socio-économiques</i> | | | | |
| Bénéfices Sécurité des personnes et des biens | 273 M€ | 520 M€ | 830 M€ | bénéfice sous-estimé |
| Bénéfices Climat | 273 M€ | 376 M€ | 602 M€ | bénéfice largement sous-estimé |
| Bénéfices Energie | 33 M€ | 100 M€ | 168 M€ | bénéfice sous-estimé |
| Bénéfices Défense | non chiffré | non chiffré | non chiffré | estimation des bénéfices : 60 millions, 150 millions et 250 millions pour les options 1, 2 et 3 respectivement |
| Bénéfices Aérien | 2,5 M€ | 20 M€ | 25 M€ | bénéfice fortement sous-estimé |
| Bénéfices Santé | non chiffré | non chiffré | non chiffré | bénéfice à chiffrer à l'avenir |
| Bénéfices Agriculture | 2 M€ | 75 M€ | 150 M€ | bénéfice vraisemblablement sous-estimé |
| Bénéfices socio-économiques Totaux | 583,5 M€ | 1 091 M€ | 1 775 M€ | Au global, les bénéfices sont sous-estimés |
| <i>Calcul des indicateurs socio-économiques de référence</i> | | | | |
| Valeur Actualisée Nette socio-économique = Bilan = Coûts - Bénéfices socio-économiques | 521,5 M€ | 943 M€ | 1 430 M€ | Les Valeurs Actualisées nettes recalculées par les contre-experts sont supérieures à celles de l'étude initiale en raison des bénéfices pour la Défense. |
| Taux de Rentabilité Interne socio-économique | 144% | 160% | 119% | Les Taux de Rentabilité Interne de cet investissement sont très élevés par rapport à d'autres investissements publics. |

| | | | | |
|---|-------------|---------------|-------------|--------------------------------------|
| Valeur créée / € d'investissement public | 12 € | 12,8 € | 11 € | Valeurs également exceptionnelles |
|---|-------------|---------------|-------------|--------------------------------------|

On notera sans surprise des différences entre les deux tableaux à propos des coûts. En effet, le coût socio-économique se calcule en différentiel avec l'option de référence. De plus, conformément aux usages et recommandations du Rapport Quinet³, le coût socio-économique tient compte du coût marginal des fonds publics (27%), qui correspond à la charge excédentaire par unité d'argent prélevée. Il tient également compte du taux d'actualisation socio-économique (4,5%). C'est ce même taux d'actualisation qui est utilisé pour rapporter les bénéfices socio-économiques des 6 prochaines années à une valeur actuelle.

Les résultats de l'étude sont sans équivoque et ont été confirmés par les contre experts du Commissariat Général à l'Investissement (CGI) : investir dans la puissance de calcul de Météo-France est socio-économiquement rentable et donc souhaitable car créateur net de richesse.

L'option la plus créatrice de valeur est l'option 3, avec une valeur nette de plus de 1,4 milliards d'euros. Bien que ce soit donc l'option recommandée par le CGI, elle apparaît peu raisonnable à Météo-France en raison de son poids sur les finances publiques.

L'option 1 quant à elle, même si elle est créatrice de valeur domestique nette, générerait un décrochage de la France au sein de la recherche européenne et une vraisemblable impossibilité de participation aux prochains travaux du GIEC.

Ainsi, l'option 2 semble être l'option à privilégier : créant plus d'1 milliard de bénéfices socio-économiques, son bénéfice net s'élève à 943 millions d'euros à minima (et plus de 1 milliard en tenant compte des recommandations du CGI). Chaque euro public supplémentaire d'investissement de l'Etat (CAPEX uniquement) créera une valeur de 12,8€ de plus que le supercalculateur actuel.

³ Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective, Rapport de la mission présidée par Emile Quinet, "L'évaluation socio-économique des Investissements publics", septembre 2013

1.

Démarche de suivi des impacts

L'évaluation socio-économique du projet d'augmentation de puissance du supercalculateur de Météo-France est un premier pas dans un domaine qui n'était pas couvert. Jamais la France ne s'était interrogée sur les bénéfices générés par une infrastructure numérique de météorologie et de projections climatiques.

L'étude démontre avec l'avis du Commissariat Général à l'Investissement la pertinence (i) de la démarche de quantification des impacts et (ii) des résultats de cette démarche : il est socio-économiquement opportun d'investir dans un supercalculateur d'une puissance largement rehaussée.

Toutefois, les résultats doivent être consolidés dans deux directions :

- d'une part en mesurant les impacts pour des secteurs non étudiés, à l'instar du secteur de la santé ou des transports autres qu'aériens
- d'autre part en suivant la réalisation effective de l'ensemble des impacts lorsque l'investissement sera réalisé

C'est dans cette double perspective que Météo-France s'engage à poursuivre ses efforts de mesures, véritables outils de pilotage pour optimiser les retombées pour la collectivité nationale. Ces efforts se feront en partenariat avec les acteurs socio-économiques concernés par les progrès du supercalculateur ainsi qu'avec les acteurs du monde académique. A ce titre, une convention de coopération est en cours de discussion avec l'Ecole d'Economie de Toulouse. Météo-France s'engage ainsi à la transparence et à rendre compte des impacts produits par ses services.