



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREMIER MINISTRE

COMMISSARIAT GENERAL A L'INVESTISSEMENT

DOSSIER INSTRUIT PAR LA CHARGÉE DE MISSION  
EVALUATION DES INVESTISSEMENTS PUBLICS, Géraldine DUCOS

Paris, le 17 novembre 2015  
Avis 2015-n° 39

<b>AVIS DU CGI</b>	
<b>Projet MICROCARB</b>	
Etablissement demandeur CNES Autres ministères concernés MENESR, MEDDE	
Date de réception du dossier 9 octobre 2015 Date du rapport de contre-expertise 17 novembre 2015	
<b>PROCEDURE : CONTRE-EXPERTISE DU DOSSIER D'EVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE</b>	
<b>INDICATEURS SOCIO-ECONOMIQUES PRESENTES DANS LE DOSSIER DU CNES</b>	
<b>Montant des investissements</b> <i>dont financement public au sens du décret d'application de l'article 17</i>	<b>174 M€ TTC</b> <b>160 M€ HT<sup>1</sup></b> <b>160 M€ HT</b>
<b>Principaux bénéfiques</b>	<b>Bénéfices directs :</b> Plus grande précision des mesures de flux de CO <sub>2</sub> Continuité des mesures <b>Bénéfices indirects/induits :</b> Bénéfices scientifiques, industriels et politiques
<b>VAN (valeur actuelle nette)</b>	<b>Non disponible</b>
<b>Financement envisagé</b> Contribution française	<b>159 M€</b>
<b>Eléments de calendrier</b>	Démarrage phase B : Avril 2016 (développement instrument et satellite) Lancement : 2020
<b>Projet déclaré à l'inventaire</b>	<b>oui</b>

P.J. :  
- rapport de contre-expertise du 17 novembre 2015

<sup>1</sup> Chiffrage hors phase A. Ce montant comprend : la fabrication du satellite, son lancement, son exploitation pendant 5 ans et des marges pour aléas.

## 1. Présentation du projet

### Contexte

La Commission européenne souhaite la mise en place d'un système opérationnel d'observation du CO<sub>2</sub> qui combinerait des relevés à partir de stations terrestres, des moyens de mesure d'origine spatiale (couverture des océans par exemple) et des modèles de transport du CO<sub>2</sub> à travers l'atmosphère.

Nous en sommes aujourd'hui à l'étape de pré-développement de ce système : compréhension des phénomènes, détermination des performances instrumentales, établissement et validation des modèles de transport du CO<sub>2</sub>.

La composante spatiale de ce système est aujourd'hui assurée par des satellites non européens :

- les Etats Unis ont lancé un satellite en 2014, OCO-2, à la suite de l'échec du lancement du premier OCO-1 pour acquérir une première connaissance de ce dispositif de mesures ;
- les Japonais ont lancé un satellite GOSAT en 2009 avec des ambitions semblables ;
- la Chine prévoit d'envoyer en 2017 un satellite de même nature, avec des performances assez semblables.
- Une troisième mission OCO-3 pilotée par les Etats-Unis doit être lancée en 2017.

L'Europe a pour sa part étudié un satellite dans le cadre du programme Explorer 8, CarbonSat, dont l'ambition était de même nature à horizon 2023, mais qui n'a pas été sélectionné par le comité scientifique réuni par l'ESA. Désormais le choix de CarbonSat est repoussé à 2028.

### Le projet Microcarb

Les objectifs de la mission Microcarb proposée par le CNES sont en premier lieu d'ordre scientifique, à savoir :

- améliorer la précision des mesures des flux globaux de CO<sub>2</sub> de surface et les modèles de transport du CO<sub>2</sub>, et mesurer les émissions de CH<sub>4</sub>,
- assurer la continuité des mesures acquises par les satellites américains et japonais pour mieux comprendre l'évolution du cycle du carbone et des écosystèmes dans le contexte du changement climatique.

Le satellite aura par ailleurs la capacité, sous réserve d'adaptations du segment sol, de mesurer les émissions globales de CO<sub>2</sub> d'une zone à l'échelle de 400 km X 600-1000 km. Il ne permettra en revanche pas de distinguer les émissions anthropiques des émissions naturelles.

Le projet contre-expertisé comprend :

- un instrument de mesure (spectromètre proche-infrarouge passif) basé sur un concept du CNES,
- une plateforme issue de la filière Myriade développée par le CNES,
- le lancement,
- un segment sol qui repose sur les moyens disponibles au CNES,
- des moyens de traitement des données et de contrôle de la qualité des données scientifiques qui seront développés par le CNES et les laboratoires scientifiques.

Il prévoit un lancement du satellite à l'horizon 2020.

## **Dossier d'évaluation socio-économique transmis**

**Périmètre du projet :** le projet comprend la phase de développement, le lancement, ainsi que l'exploitation pour 5 ans (la phase A de pré-développement est exclue).

**Options et variantes examinées :** des éléments ont été apportés sur les projets de satellite d'observation du CO<sub>2</sub> en cours de réflexion en Europe et dans le monde (CarbonSat pour l'UE, OCO-3 pour les US, Tansat pour la Chine).

Le dossier a en outre été complété pour décrire les performances du réseau de mesures au sol existant ainsi que celles d'un scénario d'extension de ce réseau.

**Dimensionnement proposé et calendrier :** Eléments présentés dans le dossier.

### **Indicateurs socio-économiques :**

- le dossier comprend des éléments relativement complets sur le coût du projet (développement, lancement, exploitation pendant 5 ans),
- les bénéfices du projet sont présentés de manière qualitative seulement.

**Indicateurs de performance :** Eléments inexistant

**Cartographie des risques :** Les risques en termes de calendrier et de coûts ainsi que les marges pour aléas ont présentés dans le dossier

**Mode de réalisation :** Commande publique

**Rappel des guides méthodologiques de référence :** Aucun

Le rapport de contre-expertise tente de pallier ce manque en proposant une analyse coût/efficacité et coût/bénéfice du projet.

## 2. Contre-expertise réalisée

### Procédure

Le CGI a préalablement vérifié les curriculum vitae et déclarations d'intérêt des 2 experts sollicités. L'équipe d'experts, validée par le CGI, était constituée de M. Michel COURTOIS (expert dans le domaine spatial) et de M. Vincent MARCUS (économiste).

Le CGI a transmis le 9 octobre 2015 aux experts le dossier constitué par le CNES. Une réunion de lancement par conférence téléphonique le 12 octobre en présence du CNES a permis de préciser la nature et les objectifs du travail attendu, la forme du rapport et le calendrier. Les experts ont ensuite procédé à plusieurs auditions : M. Maurice BORGEAUD de l'ESA le 26 octobre 2015, l'équipe du projet Microcarb du CNES le 29 octobre 2015, Mme Marie JOUFFRET, MM. Richard BRU et Patrick PRUNET de l'entreprise NOVELTIS le 30 octobre 2015, Mme Cathy CLERBAUX et MM. François-Marie BREON et Philippe CIAIS des laboratoires LSCE, IPS et LATMOS le 2 novembre 2015, MM. Sylvain MONDON et Pierre BRENDER du MEDDE le 2 novembre 2015 et le CITEPA le 3 novembre 2015. Des documents complémentaires sont parvenus au CGI les 29 octobre 2015 ainsi que les 2, 3, 5, 9, 11, 13, 14, 15, et 17 novembre 2015 et ont été immédiatement mis à disposition des experts. Une conférence téléphonique entre les experts (12 novembre) a permis d'avancer, puis les experts ont présenté leurs conclusions au Commissaire général à l'investissement le 16 novembre. Enfin, le rapport de contre-expertise a été remis dans sa version définitive le 17 novembre 2015.

### Synthèse du rapport

*« Le projet évalué est un satellite dont l'objectif est la mesure des flux globaux de CO<sub>2</sub> entre les puits et les sources, avec une grande précision (1 ppm) et un très faible biais (0,1 ppm). Ces mesures permettront d'améliorer les modèles d'évaluation des flux de CO<sub>2</sub> moyennés sur une période de 7 jours, par des mesures régulières sur les zones éclairées de l'orbite du satellite. Un modèle de transport du CO<sub>2</sub> permet à partir des mesures de concentration de CO<sub>2</sub> le calcul de ces flux et de leur évolution.*

*Ce satellite constitue un des premiers maillons de la mise en place d'un dispositif opérationnel de suivi de l'évolution de la concentration de CO<sub>2</sub> qui sera mis en place dans un cadre international. Ce dispositif comprendra un réseau de stations sol, à l'état embryonnaire dans les pays du sud, des satellites et des modèles de transport atmosphérique permettant la mesure de la concentration de ce gaz et le contrôle des déclarations des Etats. La composante spatiale de ce dispositif devrait comprendre :*

- *un système d'imagerie pour séparer les flux anthropiques des flux naturels,*
- *un système de suivi de l'évolution des écosystèmes.*

*Microcarb se présente comme une solution astucieuse pour répondre au besoin de suivi de l'évolution des écosystèmes.*

*Ce satellite est un complément de ceux déjà lancés par les US et le Japon suivis par la Chine en 2017. Il doit permettre de continuer les mesures après Gosat 1 et OCO-2, et, dans un second temps, en s'inspirant des exemples du passé (Symphonie et les télécommunications commerciales, Ariane, IASI, Jason, Spot et, dans un domaine différent, Hélios) être relayé par l'ensemble des pays européens.*

*La technologie de l'instrument de mesure est aujourd'hui accessible aux industriels. Le planning de sa production est toutefois très tendu au sein du planning projet. L'adaptation de la plateforme à l'instrument ne présente pas de risque particulier. L'estimation du coût du projet comprend une marge pour aléas suffisante, sauf accident majeur.*

*Au-delà de l'assurance de la continuité des mesures après OCO et GOSAT, le lancement du projet Microcarb conduirait à :*

- la mise en place d'une dynamique et d'une montée en puissance des équipes scientifiques sur la thématique de la mesure du CO<sub>2</sub> ;
- une attractivité accrue des équipes européennes de recherche sur ce sujet (All, UK, NL) ;
- une amélioration de la connaissance de l'évolution des concentrations de CO<sub>2</sub>, et du suivi des comportements des puits et sources naturels ;
- l'acquisition de mesures du CH<sub>4</sub> qui est également possible par cet instrument ;
- la mise en place de capacités industrielles et d'un mode de travail itératif industrie/scientifiques, permettant de préparer, en sachant de quoi on parle, la définition d'un futur système de contrôle international.

*En revanche, si le projet ne se fait pas, on peut pronostiquer un maintien de compétences scientifiques à minima en Europe, pas de franchissement du seuil de connaissances sur cette problématique du changement climatique. Des coopérations seront possibles avec l'accès aux données acquises par des partenaires, essentiellement Japon et Chine, OCO-3 étant placé sur la station Internationale dont l'orbite est assez inadaptée à ce type de mission ; l'industrie ne sera pas bien préparée pour la réalisation des instruments nécessaires à un futur système opérationnel de suivi du CO<sub>2</sub> ; l'Europe sera à la remorque des autres partenaires internationaux, US, Japon, Chine en 2017.*

*L'analyse socio-économique de Microcarb conduit à un bilan globalement positif.*

*Le projet satisfait au critère de coût-efficacité par rapport à l'objectif de gain en précision des mesures de flux de CO<sub>2</sub>. Le projet est astucieux 60 kg/ 135 kg pour l'instrument US ce qui permet de l'embarquer sur un petit satellite (200 kg) de la filière Myriade du CNES.*

*Le gain en précision par rapport à OCO-2 est sans doute moins important, mais l'acquisition de mesures supplémentaires sur la période 2020/2025 est souhaitable pour constituer une série temporelle longue et suivre l'évolution du cycle du carbone et des écosystèmes dans le cadre du changement climatique.*

*Les bénéfices industriels directs et induits à moyen terme avec la récurrence de l'instrument voire du satellite couvrent 50 % environ du projet.*

*Même en supposant une contribution très modeste des connaissances apportées par la mission Microcarb à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (0,01 % des réductions d'émission), les bénéfices induits (pourtant lointains) sont quantitativement importants et de nature à équilibrer le coût du projet.*

*En conclusion, Microcarb se présente comme un projet original permettant de mieux maîtriser les outils de modélisation et d'assimilation des données et de connaissance du comportement des écosystèmes. Il permet en outre d'assurer une continuité avec les mesures du satellite US OCO-2, et offre la possibilité de mettre en place une coopération plus étroite avec nos partenaires UK, D et NL. La conception compacte de l'instrument permet d'envisager de l'utiliser ultérieurement dans le cadre d'un futur système spatial opérationnel de monitoring du CO<sub>2</sub>.*

*Ce projet est la seule occasion pour la France et l'Europe d'être présente dans la mise en place d'un plan de suivi de l'évolution du CO<sub>2</sub> dès 2020, l'horizon pour un projet satellitaire européen semblable étant aujourd'hui reporté au-delà de 2025. Les risques sont maîtrisés et la France apparaît une nouvelle fois comme moteur.*

*Enfin, de par l'importance des bénéfices extra-nationaux du projet, la recherche de financements complémentaires internationaux paraît souhaitable (partenariats bilatéraux européens (Allemagne, Royaume-Uni...), coopération franco-américaine pour une mission post-OCO-2 reprenant le principe instrumental de Microcarb, financements européens ou internationaux au titre des politiques climatiques...) mais serait incompatible avec un lancement en 2020. »*

## Avis du CGI

Le dossier d'évaluation socio-économique du projet Microcarb, un instrument d'observation du CO<sub>2</sub> à partir d'un satellite, a été transmis au CGI par le CNES le 9 octobre 2015. A la demande des experts, le CNES ainsi que les différentes équipes auditionnées ont fourni rapidement tous les documents demandés.

Sans pouvoir le considérer comme un dossier d'évaluation socio-économique complet, le dossier fourni répond en bonne partie au cahier des charges d'un dossier d'évaluation socio-économique. Ce sont en effet les travaux des experts qui ont pallié les manques du dossier : ils ont en effet cerné la pertinence du coût estimé par comparaison à d'autres projets, puis esquissé un chiffrage des bénéfices directs et indirects du projet.

Les experts ont rendu leurs conclusions en 5 semaines, ce qui est un délai extrêmement court, surtout lorsque le cadre de l'évaluation socio-économique d'un projet n'est pas prédéfini. Ce délai a été respecté à la demande du CNES afin de rendre les conclusions disponibles avant l'ouverture de la COP21.

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 CGI considère qu'au vu de la qualité des experts et de leur implication dans la contre-expertise du dossier, le rapport remis constitue une base valable pour éclairer les futures décisions.

Les principales **forces** du projet sont les suivantes :

- une réponse technique pertinente à un prix raisonnable au souhait de continuité des mesures de flux de CO<sub>2</sub> dans un contexte où le projet CarbonSat est repoussé ;
- un recours à des technologies (instrument et plateforme) à un stade de maturité avancé, ce qui limite les risques techniques et de dérapage de coût ;
- une contribution des filières françaises (industrie et scientifiques) dès aujourd'hui au futur système européen de contrôle des émissions de CO<sub>2</sub> ;
- un instrument à usage flexible puisqu'il peut cibler des zones précises.

Les principales **faiblesses** du projet sont les suivantes :

- un apport incertain en termes de précision additionnelle sur les mesures de CO<sub>2</sub> ;
- une continuité des mesures de CO<sub>2</sub> qui ne sera assurée que si le financement est trouvé rapidement pour respecter un calendrier déjà tendu ;
- un instrument qui ne permet pas de distinguer les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine anthropique et qu'il faudrait déployer en plusieurs exemplaires pour réaliser des bilans par pays des flux entre la terre et l'atmosphère (ce qui n'est pas l'objet des inventaires actuels des pays dans le processus onusien).

**Sans pouvoir établir la priorité scientifique de la mesure d'émissions de CO<sub>2</sub> permise par ce projet, l'avis du CGI est favorable à Microcarb sous réserve de lui trouver un financement qui ne saurait être exclusivement français puisque les données produites et mises à disposition bénéficieront à des pays européens, à l'Europe et au Monde.**

  
Sylviane Gastaldo