



Colloque international – 10 et 11 Oct. 2017 – Toulouse

Le climat a besoin d'Espace

VERS UNE CAPACITE OPERATIONNELLE A CONTROLER LES EMISSIONS DE CO2 PROVENANT DES COMBUSTIBLES FOSSILES

Bernard Pinty

Copernicus, EU

Ce colloque me donne l'occasion de faire le point sur une des initiatives de la Commission européenne concernant la mesure du CO₂. Mais outre la partie spatiale, je vais également vous présenter le contexte qui va avec, et qui je crois est largement aussi important. Le système opérationnel comprend une partie infrastructure au sol qui devrait être tout aussi avancée que la partie spatiale.

Le travail que je vais vous présenter résulte de la contribution de beaucoup de monde. L'idée est de s'appuyer sur les forces présentes en Europe, au niveau spatial à travers l'Agence spatiale européenne, au niveau d'Eumetsat, ECMWF et de la Commission. C'est une force de travail, d'expertise énorme sur laquelle nous capitalisons, et à laquelle s'ajoute un grand nombre d'experts venus de différents endroits, y compris hors Europe.

Le cadre des accords de Paris est tout à fait approprié pour ce que nous voulons faire. (cf planche 2) Nous nous plaçons dans ce qui est connu comme étant le « Transparency Framework », avec l'idée de contribuer, d'apporter du support à ce qui concerne le suivi du CO₂ et une vérification du reporting fait par les différents Etats signataires de l'accord. Il faut cependant faire très attention au sens des mots quand on lit les accords de Paris. Le mot anglais « verification », par exemple, est trompeur. Les premières lectures laissent à penser qu'on pourrait utiliser des systèmes, en particulier depuis l'espace, pour vérifier ce que font les gens. Ce n'est pas du tout ça. La notion de « verification » telle qu'elle est prise dans les accords de Paris incite les Etats à eux-mêmes vérifier leurs inventaires et toutes les statistiques afférentes. Il faut avancer prudemment, on n'est pas là pour mettre en place un système visant à contrôler ce que font les gens, ce qu'ils déclarent et ce qu'ils ne déclarent pas. Dans le cadre des accords de Paris, un accord prévoit une évaluation des quantités de CO₂ au niveau global tous les cinq ans, une première évaluation aura lieu en 2023, une autre en 2028. Cela va impacter les plans que je vais vous présenter. Ce système devrait nous permettre d'évaluer l'impact et l'efficacité des stratégies mises en place pour les réductions de CO₂. Les réductions à l'ordre du jour impliquent des ressources importantes et significatives, il importe donc de savoir si ça fonctionne ou pas. C'est en lien avec les fameuses NDC (Nationally Determined Contributions) signées lors des accords de Paris, qui constituent l'engagement pris par les Etats. Il est nécessaire de voir l'efficacité ou non des dispositifs en ce qui concerne les émissions et la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. Avec des moyens satellitaires, on peut essayer de valider peut-être plus que vérifier la façon dont les inventaires sont faits et ce qui est rapporté au niveau de l'UNFCCC. Il y a de nombreux intervenants dans ces systèmes-là, beaucoup d'échéances relatives au reporting ; il nous faut là aussi avancer prudemment pour ne pas brûler les étapes et nous mettre en difficulté.

Voici un petit historique pour mieux comprendre la façon dont les choses ont évolué au sein de la Commission. Certains d'entre vous se rappellent peut-être ce rapport sorti au mois de novembre 2015, avant la Cop 21, faisant suite à une demande d'information de la Commission, alors que nous étions en train de développer un service changement climatique dans le cadre de Copernicus (planche 3). Il s'agissait de savoir si oui ou non il était utile de prévoir une opération spatiale afin de mieux connaître la principale cause du changement climatique, à savoir la concentration des gaz à effet de serre et notamment du CO₂.

Cela se fait dans le cadre de Copernicus, le programme d'observation de l'Union européenne. Des opportunités se présentent, nous devons maintenant décider comment faire évoluer ce programme après 2020, le CO₂ pourrait être une de ces opportunités. Les questions posées dans le rapport de novembre 2015 sont relativement simples : Avons-nous oui ou non besoin de l'outil spatial pour remplir nos objectifs vis-à-vis du CO₂ ? Et si oui, quelles sont les pistes à exploiter, explorer, et quelle est la meilleure façon de procéder ? Nous nous sommes d'emblée placés dans l'optique de réaliser le suivi des émissions de CO₂ à caractère anthropique. Un des intérêts de ce rapport est d'apporter des réponses plutôt positives quant à l'utilisation de l'outil spatial, mais surtout l'emphase sur les systèmes. Il faut avoir une approche holistique ; il ne s'agit pas seulement d'envoyer des satellites pour mesurer une concentration de gaz atmosphérique comme le CO₂, mais de mettre aussi en place toute une infrastructure qui va permettre d'interpréter ces données et vraiment ajouter de la valeur à l'information acquise depuis l'espace. Ce rapport est toujours disponible si vous ne l'avez pas encore lu.

Avec la Cop 21, on a vu qu'on pouvait aller de l'avant. (planche 4) On a alors créé une Task Force, une structure composée de deux sous-ensembles : la Sub-task A et la Sub-task B. La première rassemble un groupe d'experts managé par la Commission et par l'ESA, elle va essentiellement se focaliser sur la partie spatiale, l'instrumentation qu'on va faire voler. Elle doit produire un « Mission Requirements Document » qui spécifie quel genre de mission va voler, ses exigences et les éléments à prendre en compte pour sa réussite. La deuxième est dirigée par la Commission avec le support du JRC, elle est constituée d'un groupe d'experts qui va s'intéresser au système de surveillance (« end-to-end monitoring system ») : Comment mettre en place une infrastructure au sol, de façon à ce que des données prises depuis l'espace, plus tout le reste, permettent d'évaluer les flux anthropiques du CO₂ ? Le premier rapport à remettre (Baseline requirements, model components and functional architecture for an operational Anthropogenic CO₂ Emission Monitoring & Verification Support Capacity) doit étudier les exigences de base, les besoins, la partie modélisation et commencer à définir une architecture fonctionnelle. Cela implique énormément d'interactions entre les deux groupes. Nombre d'experts appartiennent aux deux, sans compter des gens de l'ESA, de la Commission, d'Eumetsat et d'ECMWF ; tout le monde est à bord de manière à ne rien oublier.

Ce prochain rapport propose une façon de concevoir un système de support pour le suivi des émissions anthropiques (Monitoring & Verification Support (MVS)). Il n'y a pas de grosse surprise, on essaie d'identifier les éléments principaux, là où il faut absolument intervenir. Vous voyez sur la planche 5 une série d'informations disponibles.

Il ne s'agit pas de définir un outil spatial qui ferait tout, c'est impossible. Beaucoup d'autres éléments sont nécessaires : l'information préalable, comme c'est souvent le cas quand on définit ces systèmes-là, et un gros module d'intégration dans lequel on va capitaliser sur nos connaissances dans le domaine de l'assimilation. L'idée est de donner des éléments utiles afin que les politiques mises en place tant

au niveau de la Commission qu'au niveau national puissent être aidées et basées sur des choses quantifiées.

Le premier rapport CO2 sorti en 2015, le rapport Bleu, avait une approche un peu conceptuelle des choses en identifiant les compartiments utiles. (planche 6) Nous travaillons sur le deuxième, que j'appelle le Red Report. Il a pris un peu de retard en raison des relectures externes demandés à des collègues extérieurs à l'Europe pour éviter des conflits d'intérêt potentiels. Ce rapport va plus loin en ce qui concerne les besoins utilisateurs et l'architecture fonctionnelle, on entre dans le détail. Il discute aussi des besoins. L'évolution des émissions entre 2007 et 2012 (planche 7) par exemple donne des ordres de grandeur sur ce qu'il faut essayer d'attraper pour être utile aux inventaires. Ordres de grandeur que l'on peut ensuite traduire en termes de précision, de biais ; mais c'est beaucoup plus compliqué que ce que j'avais imaginé au départ. Ce qui est fait sur les inventaires actuels donne une idée de la façon dont les choses peuvent évoluer (focus sur les différentes villes, planche 7). Il y a des zones où les émissions de CO2 ont diminué entre 2012 et 2007 et d'autres où elles ont augmenté. Il y aurait bien des choses à dire sur l'implantation des usines ou des productions de CO2 dans les villes ou à l'extérieur des villes, c'est un problème d'une complexité rare.

Sur la planche 8, un film conçu par des collègues en Suisse, principalement par Dominik Brunner. J'aime bien ce film car il donne une idée de la façon dont les émissions de CO2 se font. Ce que vous voyez c'est l'écart à l'état moyen, le rouge montre les émissions, bien souvent de nature anthropique, le bleu le contraire, les puits de carbone qui viennent du fonctionnement photosynthétique des surfaces. Les panaches rouges qui sortent des différents endroits sont la base des émissions anthropiques, c'est ce qu'on peut essayer de capturer par satellite. Dans ce film les conditions sont idéales puisque les informations disponibles sur la façon dont les émissions sont produites sont couplées avec les champs de vents, sans nuages, atmosphère très sympathique. Evidemment avec des nuages les choses vont être plus compliquées. L'animation démarre au début du printemps, donc à un moment où la biosphère n'est pas très active, puis elle se développe et on commence à voir du bleu se promener, formant de magnifiques panaches, c'est lié au fait que la végétation devient de plus en plus présente et joue un rôle sur les bilans de CO2. On se rend compte des difficultés auxquelles on va avoir affaire.

Sur la planche 9, j'ai résumé les principaux besoins de l'ensemble du système, jusqu'au bout de l'interprétation et pas seulement de la partie spatiale. On travaille d'abord à ce niveau-là pour ensuite émettre des requêtes, lesquelles permettront de définir les besoins au niveau spatial qui aideront l'ensemble du système. Il y a quatre éléments principaux. Tout d'abord la détection des hot-spots (montrés dans le film précédent), des panaches qui viennent des méga-cités ou des usines émettrices partout dans le monde. En Europe ils sont relativement bien connus et identifiés, ça n'est pas vrai partout. On va faire le suivi des émissions pour voir si elles augmentent ou réduisent en fonction du temps et des activités humaines, et donc des décisions politiques des différents pays. On peut observer aussi leur évolution au regard des promesses faites dans le cadre des accords de Paris et enfin, voir comment ces émissions affectent les bilans carbone prévus tous les cinq ans. Sur la gauche de la planche 9 sont indiqués les besoins en précision, plus on descend plus les besoins en précision seront demandeurs ; de l'autre côté, et de bas en haut, on a davantage des problèmes de résolution spatio-temporelle. Vu la façon dont ces hot-spots se manifestent, il faut avoir des capacités de haute résolution, des capacités d'imagerie au niveau satellitaire si possible. Tels sont nos guides pour définir comment les observations satellites pourraient être faites.

Le rapport Rouge, qui compte une centaine de pages (le plan est inscrit sur le planche 10), est une première pierre à l'édifice. Il est assez complet, on va jusqu'à discuter de tous les sous-systèmes (planche 11), tout ce qu'on peut prévoir en tant qu'opérateur, l'ensemble des opérations et sous-modèles qui pourraient intervenir et sur lesquels on va devoir travailler.

En résumé (planche 12), il y a deux sous-groupes, la sub-task B va sortir le rapport Rouge et la sub-task A, le « Mission Requirements Document » qui sera finalisé d'ici décembre.

La planche 13 vous donne une idée de ce vers quoi on tend. Au niveau contenu, produit XCO₂, c'est la colonne de CO₂ qu'on a normalisée, on cherche une précision de l'ordre de 0.5 - 0.7 ppm, un biais systématique < 0.5 ppm, une résolution de l'ordre de 4 km², c'est-à-dire des pixels de 2 x 2 pour aller vite. Avec un balayage d'environ 180 km. Se pose le problème du nombre de satellites à prévoir ; trois permettraient de faire un travail raisonnable. Le détail de ce qui va être mis en place au niveau instrumental est également indiqué, une spectroscopie assez classique. En même temps que le CO₂ on va accrocher le méthane, ce n'est pas beaucoup plus cher et relativement simple à faire.

(planche 14) Un certain nombre de points sont encore en discussion. Va-t-on mettre un capteur ou accompagner un senseur avec un senseur de type NO₂ ou CO ? A priori plutôt de type NO₂, le NO₂ nous permet de connaître des sources anthropiques, c'est utile d'avoir du support là-dessus. Il est difficile d'identifier la nature des émissions sans calcul, informations additionnelles. On s'intéresse également aux perturbations par les aérosols, pour des raisons liées notamment à la physique du ciel, car ils représentent un des problèmes qui entravent les estimations de CO₂, c'est un problème générique à tous les satellites, présents comme futurs. Enfin, outre la question du nombre de satellites, il y a des discussions plus techniques sur le rapport signal sur bruit notamment. L'ESA a lancé des études pour considérer tous ces aspects (voir le tableau du planche 15), elles doivent être finalisées fin 2018 début 2019, le calendrier est très serré.

(planche 16) Donc, de 2017 à 2029 on met en place les Task-forces CO₂. Le rapport Bleu est sorti en 2015, on publie le rapport Rouge, qui parle des besoins utilisateur, des exigences et de l'architecture fonctionnelle, en décembre 2017. On va travailler sur différentes versions sans cesse améliorées du « Mission Requirements Document », appuyé par les études de l'ESA. Dans le même temps on va commencer à travailler sur la partie infrastructure au sol, en surface ; c'est très lourd mais essentiel. Pour ce faire, on a mis en place, à travers des programmes de recherche de la Commission, le programme H2020 notamment, une coordination regroupant pratiquement tous les partenaires européens pertinents, que l'on consolidera en 2019, lors d'un prochain « space call », toujours dans le cadre de H 2020, de manière à avoir progressivement une montée en puissance du système. L'idée est d'absorber et de capitaliser sur n'importe quel type de données in situ mais aussi satellitaires, d'utiliser tout ce que va voler au mieux. Certaines échéances sont très importantes : en 2023, le premier bilan carbone au niveau mondial (Global Stock Take 1), prévu par les accords de Paris ; cinq ans après, en 2028, le deuxième. On doit être prêt pour avoir quelque chose à dire en 2028, c'est un de nos challenges. Etant donné que cette estimation sera basée sur des inventaires, que ces inventaires arriveront en 2026, car ils sont longs à mettre en place, ça serait parfait si on arrivait à voler avec des données utilisables fin 2025 début 2026.

Voilà notre échéancier, mais encore une fois j'insiste : si la partie spatiale est indispensable pour aborder ce qu'on veut faire, la partie infrastructure au sol l'est tout autant.