



Commission économique pour l'Europe**Comité de l'énergie durable****Groupe d'experts des systèmes de production
moins polluante d'électricité****Seizième session**

Genève, 23 et 24 novembre 2020

Point 5 de l'ordre du jour provisoire

Table ronde sur le captage et le stockage du dioxyde de carbone**Note technique : captage, utilisation et stockage
du dioxyde de carbone****Note de l'Équipe spéciale de la neutralité carbone****I. Introduction**

1. Le présent document a été élaboré par l'Équipe spéciale de la neutralité carbone dans le cadre de la mise en œuvre d'un projet financé par des contributions extrabudgétaires intitulé « Mieux comprendre les conséquences et les perspectives liées à la transition des secteurs à forte intensité d'énergie et d'électricité de la région de la CEE vers la neutralité carbone d'ici à 2050 » (Projet de neutralité carbone).
2. La présente note technique sur le captage (l'utilisation) et le stockage du dioxyde de carbone (CSC/CUSC) est la première d'une série de notes techniques qui seront élaborées dans le cadre du volet consacré à l'évaluation de la contribution de certaines technologies à la neutralité carbone au titre de la mise en œuvre du Projet de neutralité carbone.
3. L'objectif de ce document est de présenter la technologie de CSC/CUSC et les possibilités qu'elle offre dans la région de la CEE pour ce qui est d'atteindre la neutralité carbone. La présente version préliminaire sera affinée au cours de l'atelier sur le CSC/CUSC qui se tiendra le 25 septembre 2020. Le document a été établi par l'Équipe spéciale de la neutralité carbone à l'intention du Groupe d'experts des systèmes de production moins polluante d'électricité (le Groupe d'experts).
4. Ce document résume des contributions d'experts et présente une analyse approfondie, qui sera débattue au cours de l'atelier intitulé « Atteindre la neutralité carbone » qui se tiendra dans le cadre de la table ronde de haut niveau sur le captage et le stockage du dioxyde de carbone à la seizième session du Groupe d'experts, le 24 novembre 2020. L'objectif de la table ronde est d'entamer un dialogue sur les mesures à prendre et de préparer le terrain pour l'élaboration de lignes directrices financières pour la modernisation des industries à forte intensité d'énergie et d'électricité. Le Groupe d'experts rendra compte des conclusions de l'atelier au Comité de l'énergie durable à sa vingt-neuvième session, le 25 novembre 2020.



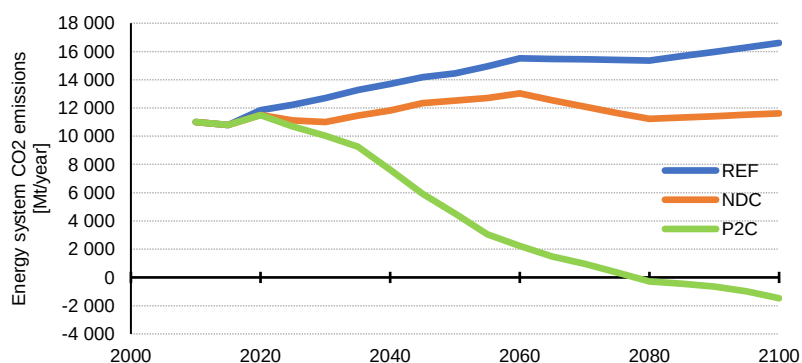
II. Contexte

5. L'énergie est essentielle pour assurer la qualité de vie et sous-tend la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030). Nul n'ignore sa place dans la société moderne, mais un important décalage subsiste entre les objectifs dont les pays sont convenus dans les domaines de l'énergie et du climat et ce qu'ils font effectivement.

6. Les résultats du projet de la CEE intitulé « Renforcement de la capacité des États membres de la CEE d'atteindre les objectifs de développement durable relatifs à l'énergie – Moyens de promouvoir l'énergie durable » (projet Pathways) montrent que les pays de la région de la CEE devront à la fois réduire leur dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles de plus de 80 % aujourd'hui à environ 50 % d'ici à 2050, et parvenir à des émissions de carbone négatives importantes. Les pays de la région de la CEE doivent réduire ou capter au moins 90 Gt d'émissions de CO₂ d'ici à 2050 pour rester en mesure de limiter le réchauffement à 2 °C (voir ECE/ENERGY/GE.5/2020/3).

Figure I

Émissions de CO₂ dans la région de la CEE, par scénario stratégique



7. Comme les combustibles fossiles continueront probablement à jouer un rôle important pour les États membres de la CEE à court et à moyen terme, il faudra, pour parvenir à la neutralité carbone, mettre en service des technologies de CSC/CUSC qui permettent de réduire les émissions de carbone et de les rendre négatives en attendant que soient commercialisées les technologies énergétiques innovantes de nouvelle génération à émission de carbone faible, nulle ou négative (voir ECE/ENERGY/GE.5/2020/8).

III. Technologie

8. Il est largement admis que les technologies de CSC/CUSC sont essentielles pour la décarbonisation à grande échelle de l'électricité produite à partir du charbon et du gaz naturel ainsi que de l'industrie lourde, et que leur coût est en forte baisse.

9. Lorsqu'il est intégré à une centrale électrique au charbon (ou au gaz), un dispositif de CSC peut garantir une production d'énergie souple et efficace avec de faibles émissions de CO₂. Cela peut fournir l'inertie nécessaire pour stabiliser le fonctionnement du réseau électrique lorsque celui-ci reçoit des apports variables d'énergie renouvelable. Pour de nombreux pays de la région de la CEE, compte tenu de l'importance des combustibles fossiles dans leurs structures économiques actuelles et du constat qu'une énergie robuste, fiable et distribuable est essentielle à la réalisation de leurs objectifs stratégiques, la technologie de CSC/CUSC peut jouer un rôle essentiel dans la transition vers un avenir sans émissions nettes de CO₂.

10. D'un point de vue technique, les composantes de dispositifs de CSC/CUSC relatives au captage, au transport et au stockage peuvent être facilement déployées à une échelle commercialement viable et des progrès notables ont été réalisés dans la réduction du coût de ces dispositifs grâce aux premiers projets de démonstration de prototypes commerciaux où l'« apprentissage par la pratique » a permis de réaliser des économies très positives en

vue d'une application future¹. Toutefois, malgré les progrès réalisés à ce jour, des systèmes de CSC/CUSC n'ont été mis en service que dans un nombre relativement faible de pays et, dans la plupart des cas, cela a été fait en comptant sur des recettes issues de la récupération assistée de pétrole. Si les premiers projets pilotes ont démarré, les politiques actuellement en place sont insuffisantes pour faciliter le lancement commercial de ces systèmes.

11. Afin de maximiser l'impact positif de la technologie de CSC/CUSC sur l'obtention de moindre coût de performances fiables du réseau électrique, il faut un déploiement de prototypes à une échelle commercialement viable, et cela ne peut se faire sans une action politique visant à encourager les investissements privés dans ces projets. Il faut pour cela des moteurs puissants liés à l'élaboration des politiques qui peuvent déboucher sur la mise en place par les gouvernements de conditions financières et réglementaires susceptibles de permettre à l'industrie de mobiliser ses meilleures capacités, d'une manière que les marchés financiers seront prêts à soutenir.

IV. Facilitateurs de l'élaboration de politiques

12. À ce jour, les politiques mises en place sont soit inappropriées, soit insuffisantes pour permettre un déploiement à grande échelle des technologies de CSC/CUSC à l'échelle commerciale aux rythmes requis pour atteindre les objectifs climatiques mondiaux. Pour que la mise en service de dispositifs de CSC/CUSC se fasse à l'échelle requise, il faudrait pouvoir compter sur une demande stratégique que soit assuré un captage complet à partir de diverses unités de production d'électricité fonctionnant au charbon (ou au gaz) et probablement d'unités industrielles, soutenue par un réseau de transport de CO₂ organisé autour de pôles de distribution, le CO₂ étant soit utilisé pour des applications de récupération assistée de pétrole, soit neutralisé par un stockage géologique. Dans la plupart des pays, cela nécessite une approche coopérative entre le gouvernement et l'industrie et des mesures visant à :

- a) Mieux faire connaître la technologie de CSC/CUSC et en faire valoir les avantages afin qu'elle soit intégrée de manière positive dans les programmes nationaux ;
- b) Mettre au point des outils destinés aux décideurs qui faciliteront l'établissement de cadres internationaux conduisant à la réduction des émissions de CO₂ grâce à la technologie de CSC/CUSC, faciliteront le déploiement de celle-ci et renforceront les compétences et les capacités régionales ;
- c) Recenser et contrer les obstacles à l'élaboration de politiques propices afin que des conditions-cadres (établies par l'État) incitent les acteurs industriels à investir leurs meilleures capacités, d'une manière que les marchés financiers pourront soutenir. Il importe particulièrement que les politiques budgétaires soient clairement définies si l'on veut encourager le déploiement d'unités supplémentaires de CSC/CUSC à une échelle commerciale.

13. Bien qu'il reste à établir un cadre global pour soutenir le déploiement à grande échelle de la technologie de CSC/CUSC, il existe déjà des mécanismes et des conditions de projet propices. L'Équipe spéciale de la neutralité carbone appelle l'attention sur les mécanismes suivants pouvant favoriser la commercialisation à grande échelle de projets dans ce domaine :

- a) **Financement par le promoteur** – Pour les projets pilotes et les premières usines de démonstration, une partie de l'augmentation des coûts d'exploitation peut être absorbée par le promoteur du projet dans le cadre d'une stratégie commerciale plus large, visant par exemple à améliorer l'image environnementale de l'entreprise, à faciliter

¹ Bruce C., Giannaris S., Jacobs B., Srisang W., Janowczyk D. (2018) Post combustion CO₂ capture retrofit of SaskPower's Shand Power Station : Capital and operating cost reduction of a 2nd generation capture facility, 14th Int Conf on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT-14, Melbourne (Australie), 10 p (octobre 2018).

l'approbation d'un projet particulier par les pouvoirs publics ou à aider à mieux faire connaître une technologie de CUSC propre à l'entreprise² ;

b) **Recettes provenant de projets de récupération assistée de pétrole** – La valeur accordée au captage du CO₂ pour la récupération assistée de pétrole a été le principal mécanisme financier soutenant 14 des 21 projets de démonstration de CSC/CUSC. Les recettes actuelles sont de l'ordre de 10 à 35 dollars des États-Unis par tonne de CO₂ ;

c) **Crédits d'impôt** – Utilisation de crédits d'impôt pour réduire les engagements financiers des parties prenantes, sous réserve que le CO₂ soit capté et stocké conformément aux exigences nationales. Cette option, bien établie dans le contexte de l'atténuation des changements climatiques, a été utilisée pour compléter les recettes des projets de récupération assistée de pétrole et pour inciter au stockage géologique du CO₂. Ces crédits visent à lier directement la rémunération à la quantité de CO₂ stockée et sont un élément majeur des six grandes installations mises en service aux États-Unis depuis 2011 ;

d) **Tarification du carbone** – Des signaux plus positifs sur le prix du carbone favoriseraient la croissance de la technologie de CSC/CUSC. Que le prix du carbone soit évalué sur la base des émissions de CO₂, dans le cadre de systèmes d'échange de droits d'émission ou au moyen de crédits d'impôt sur la quantité de CO₂ stockée, des études effectuées sur des projets de démonstration suggèrent que la valeur devrait approximativement se situer entre 40 et 80 dollars par tonne de CO₂ en 2020, pour passer à une valeur comprise entre 50 et 100 dollars la tonne en 2030³. Cela va toutefois s'avérer difficile car il existe actuellement très peu de régimes de tarification du carbone qui soient compatibles avec ces niveaux. En outre, si la tarification du carbone peut être le moyen le plus efficace de réduire les émissions, elle a des implications socioéconomiques qui font que la mise en œuvre effective de ces mécanismes par les pouvoirs publics peut être plus difficile que prévu ;

e) **Régime d'échange de droits d'émission** – Mécanisme par lequel les émissions de CO₂ sont limitées par l'attribution de permis autorisant le rejet d'une quantité précise de CO₂ sur une période définie. En Europe, la dernière révision du système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne, en 2018, a renforcé la réserve de stabilité du marché (le mécanisme permettant de réduire l'excédent de quotas d'émission) et a accéléré le rythme des réductions d'émissions. Le nombre total de quotas d'émission diminuera à un taux annuel de 2,2 % à partir de 2021, contre 1,74 % actuellement. Cette révision a abouti à un prix du CO₂ plus élevé, qui a fluctué autour de 28 dollars des États-Unis pendant la majeure partie de 2019. Toutefois, pour l'Union européenne, cela ne profitera pas à la technologie de CSC/CUSC puisque, dans le cadre du pacte vert pour l'Europe qui est en cours d'élaboration, l'utilisation du charbon sera réduite dans toutes les applications. Par conséquent, l'inclusion éventuelle de la technologie CUSC est en train d'être abandonnée au sein de cette région ;

f) **Subventions d'équipement** – Comme le développement d'installations de CSC/CUSC nécessite d'importantes dépenses d'équipement, les pouvoirs publics peuvent accorder des subventions pour combler les déficits de financement⁴. Ce type de financement récompense les premiers projets pour les connaissances qu'ils créent, celles-ci pouvant servir aux promoteurs de projets ultérieurs. Cela rend les investissements plus attrayants pour les acteurs du secteur privé en améliorant leur taux de retour et en réduisant le risque financier⁵ ;

² Lockwood T. (2018) Overcoming barriers to carbon capture and storage through international collaboration, CCC/284, Londres, UK IEA Clean Coal Centre, 91 p (mars 2018).

³ Banque mondiale (2019) State and Trends of Carbon Pricing, Disponible à l'adresse : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31755>, Groupe de la Banque mondiale, Washington, 97 p (juin 2019).

⁴ Sloss L. (2019) Technology readiness of advanced coal-based power generation systems, CCC/292, Londres, IEA Clean Coal Centre, 113 p (février 2019).

⁵ CIAB (2019) Learning by doing: The cost reduction potential for CCUS at coal-fired power plants. Disponible à l'adresse : [https://CCUSknowledge.com/pub/CIAB_Report_LessonsByDoing_CCUS_onCoal_Nov2019\(1\).pdf](https://CCUSknowledge.com/pub/CIAB_Report_LessonsByDoing_CCUS_onCoal_Nov2019(1).pdf), Document présenté à l'Agence internationale de l'énergie par le Coal Industry Advisory Board, 43 p (novembre 2019).

g) **Détention par les pouvoirs publics des installations de CUSC** – Soutenir les projets de CSC/CUSC par la propriété publique présente plusieurs avantages, comme un soutien direct au développement de nouvelles industries, l'accès à des taux d'intérêt plus bas qui finissent par faire baisser le coût global des projets et le bénéfice de l'expérience en matière de relations avec des entreprises ayant des caractéristiques naturellement monopolistiques dans les projets d'infrastructure de transport et de stockage.

14. Une telle approche peut donner des signaux plus positifs en matière de tarification du carbone, permettre d'investir dans les infrastructures de transport et de stockage du CO₂ et faciliter l'accès à un financement par emprunt et par actions, tout en réduisant le risque de projet propre aux installations de CSC/CUSC. Il convient de souligner que le déploiement n'aura lieu qu'avec un fort soutien positif des pouvoirs publics en partenariat avec le secteur industriel privé.

V. Financement des projets de CSC/CUSC et réduction des risques

15. La disponibilité de financements par emprunt pour les projets de CSC/CUSC doit augmenter de manière significative et les banques ont un rôle essentiel à jouer. Pour des projets d'investissement à forte intensité de capital tels que la création d'installations de CSC/CUSC, le coût de la dette et des fonds propres peut avoir une forte incidence sur la viabilité financière du projet. Pour pouvoir bénéficier d'un financement par emprunt, les promoteurs de projets devront fournir l'assurance que les principaux risques ont été recensés et que des mesures d'atténuation ont été prises, et que les risques difficiles à gérer sont assumés par les pouvoirs publics à court terme. Le coût de la dette devra être ramené du niveau actuel de 14-15 % à un niveau plus proche de moins de 10 % à moyen terme, à mesure que les projets de CSC/CUSC successifs font la preuve que les risques sont gérables et font baisser la prime de risque correspondante.

16. En ce qui concerne un éventuel regroupement de technologies, il faudrait constituer des pôles et des groupements pour permettre la mise en commun des réseaux de transport et de stockage. Cela peut améliorer la rentabilité des installations de CSC/CUSC grâce aux économies d'échelle et à la réduction globale des risques liés à la responsabilité du stockage et aux risques provenant d'autres maillons de la chaîne⁶.

17. Les centrales électriques à combustibles fossiles équipées de dispositifs de CSC/CUSC pourraient constituer le noyau d'un tel groupement, auquel les industries locales apporteraient le CO₂ qu'elles ont capté. Il est toutefois probable qu'il y ait un obstacle à l'investissement initial dans l'infrastructure partagée des pôles et groupements, parce que le rendement sera insuffisant vis-à-vis du risque pour que le secteur privé s'y lance en premier. Dans ce cas, les pouvoirs publics pourraient envisager d'assumer ce rôle pour donner l'impulsion au développement de pôles et de groupements. Pour tout aspect du stockage qui ne dépend pas d'une installation de CUSC, il faut mettre en place un programme coordonné d'évaluation du stockage du CO₂, très tôt dans le plan de développement du projet.

VI. Dialogue multipartite sur les mesures à prendre et sensibilisation

18. La technologie de CSC/CUSC doit être un élément clé du dispositif qui permettra de parvenir à une empreinte carbone nette de zéro dans la région de la CEE d'ici à 2050. Tout projet majeur de CSC/CUSC doit être soutenu par des défenseurs de haut niveau, à la fois pour garantir que l'appui des pouvoirs publics sera au rendez-vous mais aussi pour

⁶ Zapantis A., Townsend A., Rassool D (2019) Policy Priorities to Incentivise Large Scale Deployment of CCUS, Disponible à l'adresse : <https://www.globalCCUSinstitute.com/wp-content/uploads/2019/04/TL-Report-Policy-priorities-to-incentivise-the-large-scale-deployment-of-CCUS-digital-final-2019-1.pdf>, Global CCUS Institute, Melbourne (Australie), 32 p (avril 2019).

maintenir un élan et l'intérêt du grand public. Ceux qui se font les champions d'un projet de CSC/CUSC, tels que des investisseurs et des organisations non gouvernementales, doivent coordonner leur action pour apporter un soutien énergétique à l'introduction commerciale de la technologie de CSC/CUSC. Ils doivent aussi inclure comme partenaires le Forum sur le leadership en matière de séquestration du carbone et l'Institut mondial de capture et de stockage du carbone, car ces deux organisations internationales très en vue ont mené des campagnes remarquées pour une plus grande action politique en faveur de la mise en service d'installations de CSC/CUSC. Elles se sont attachées à sensibiliser le public et les décideurs afin de maintenir la technologie de CSC/CUSC à l'ordre du jour politique, notamment en la faisant mieux connaître dans des enceintes internationales telles que les conférences des Nations Unies sur les changements climatiques (COP) et le Groupe ministériel sur l'énergie propre. L'important est de présenter une vision convaincante du rôle clé que la technologie de CSC/CUSC doit jouer pour assurer une évolution réussie vers la neutralité carbone. Il s'agit notamment d'élaborer des arguments en faveur de la CSC/CUSC à l'échelle mondiale afin qu'elle soit intégrée de manière positive dans les programmes nationaux et fasse l'objet de mesures. Cela aurait un impact bien supérieur à ce qui a été accompli jusqu'à présent.

19. L'argumentaire en faveur de la technologie de CSC/CUSC comme élément clef d'un avenir énergétique durable ne reçoit pas un écho suffisant dans la région de la CEE en raison du coût encore élevé des installations ainsi que de l'association de cette technologie avec l'utilisation du charbon dans la production d'électricité. Cela a conduit à ce que diverses banques multilatérales de développement ne soutiennent plus de nouveaux projets fondés sur le charbon, ce qui a également eu un effet négatif sur le développement d'installations de CSC/CUSC. Sans accès à des options de financement concurrentielles, il sera difficile d'élaborer des plans de développement viables, même si les pouvoirs publics du pays d'accueil proposent des crédits d'impôt et d'autres incitations.

20. Comme le charbon reste la source d'énergie sur laquelle de nombreux pays de la région de la CEE comptent pour répondre à leurs besoins techniques, financiers et socioéconomiques, il est essentiel de renforcer les capacités pour parvenir à des systèmes d'utilisation du charbon à faible intensité de carbone.

21. Ce n'est pas un message facile à formuler et à diffuser, mais il est essentiel de le faire si on veut faire triompher les arguments en faveur de la technologie de CSC/CUSC. Il faudra pour cela proposer des déclarations de politique générale soigneusement conçues qui pourront être présentées aux responsables gouvernementaux et à d'autres décideurs politiques. De plus, le message passera mieux s'il peut être repris de façon semblable dans les communications avec le public et les autres parties prenantes.

22. Le grand public connaît peu la technologie de CSC/CUSC dans la plupart des régions, mais des enquêtes menées auprès de groupes mieux informés suggèrent qu'elle est mieux acceptée lorsqu'elle est présentée comme un élément d'un bouquet énergétique à faible teneur en carbone. D'après l'expérience acquise dans les premiers projets pilotes et de démonstration, et en s'inspirant des techniques établies de participation du public qui ont été pratiquées dans d'autres industries, on peut dégager plusieurs lignes directrices sur les meilleures pratiques à adopter en matière de communication avec le public sur la technologie de CSC/CUSC, notamment :

- a) Dresser la liste des principaux acteurs locaux et évaluer la situation démographique et les attitudes locales ;
- b) Communiquer le plus tôt possible – dans l'idéal, avant même la sélection définitive du site ;
- c) Solliciter activement les réactions du public et y répondre ;
- d) Adapter les messages clés au public visé et mettre l'accent sur les avantages pour la population locale ;
- e) Faire construire et exploiter des unités de CSC/CUSC au charbon (et au gaz).

23. La mise en service en cours de projets de démonstration de la technologie de CSC/CUSC dans le monde entier contribue déjà à la faire mieux connaître par le public, et

ces exemples de réussite devraient être pleinement exploités par des campagnes de sensibilisation et d'éducation pour dissiper l'impression persistante qu'il s'agit d'une technologie non éprouvée. La communication sur le sujet devrait viser un public plus large et gagnerait en efficacité si les responsables gouvernementaux, les chefs d'entreprise et les chercheurs collaboraient davantage pour formuler un message positif, cohérent et conforme au consensus politique et scientifique.

VII. Prochaines étapes et calendrier

24. Le Groupe d'experts est invité à participer activement aux dialogues sur la technologie de CSC/CUSC et à l'élaboration de supports d'information à ce sujet, et à soutenir l'Équipe spéciale de la neutralité carbone dans la mise en œuvre du projet. Les activités suivantes sont prévues pour la période de novembre 2020 à octobre 2021 :

- a) Octobre 2020-janvier 2021 : vérification des données et des hypothèses sur la technologie CSC/CUSC ;
- b) 23 novembre 2020 : Table ronde sur le captage et le stockage du dioxyde de carbone ;
- c) Décembre 2020-février 2021 : Mise au point définitive de la note technique sur la technologie de CSC/CUSC ;
- d) Janvier-mai 2021 : série d'ateliers sur les résultats de la modélisation et l'affinement des apports concernant la technologie de CSC/CUSC ;
- e) Février-juin 2021 : Atelier sur l'élaboration de lignes directrices financières pour la modernisation des industries à forte intensité d'électricité et d'énergie, et élaboration desdites lignes directrices.
- f) Juillet-août 2021 : Rapport sur le projet et élaboration de supports de sensibilisation ;
- g) Septembre 2021 : Dialogue à la trentième session du Comité de l'énergie durable ;
- h) Octobre 2021 : Dialogue sur les mesures à prendre et présentation du rapport final sur le projet à la dix-septième session du Groupe d'experts des systèmes de production moins polluante d'électricité.
