
**Captage, transport et stockage
géologique du dioxyde de carbone —
Questions transversales—
Composition du flux de CO₂**

*Carbon dioxide capture, transportation, and geological storage —
Cross Cutting Issues — CO₂ stream composition*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 27921:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-a962d60e937c/iso-tr-27921-2020)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-
a962d60e937c/iso-tr-27921-2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-a962d60e937c/iso-tr-27921-2020)



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TR 27921:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-a962d60e937c/iso-tr-27921-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-a962d60e937c/iso-tr-27921-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office

Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Genève

Tél.: +41 22 749 01 11

E-mail: copyright@iso.org

Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et termes abrégés	2
5 État de l'art de la composition chimique des flux de CO₂	4
5.1 État de l'art.....	4
5.1.1 Types d'impuretés.....	4
5.1.2 Mesures et estimations.....	5
5.1.3 Sources de données.....	5
5.2 Gammes de concentrations en impuretés pour des centrales thermiques au charbon.....	6
5.2.1 Composants gazeux.....	6
5.2.2 Éléments traces.....	9
5.2.3 Matière particulaire.....	10
5.3 Gammes de concentrations en impuretés des émetteurs industriels.....	11
5.3.1 Industrie du ciment.....	11
5.3.2 Industrie sidérurgique.....	12
5.3.3 Production de H ₂	12
5.4 Discussion et interprétation.....	13
5.4.1 Variabilité entre les procédés et les secteurs.....	13
5.4.2 Stabilité de la composition et réactions chimiques potentielles dans les flux de CO ₂	13
6 Impacts des impuretés	14
6.1 Impacts physiques.....	14
6.1.1 État de l'art.....	14
6.1.2 Effet sur le transport (transport par conduite et par bateau).....	15
6.1.3 Effet sur le stockage géologique.....	17
6.2 Impacts chimiques.....	20
6.2.1 Corrosion des matériaux métalliques.....	20
6.2.2 Impacts sur le système de stockage géologique.....	22
6.3 Impacts sur les communautés microbiennes dans le complexe de stockage.....	25
6.4 Effets toxiques et écotoxiques des impuretés en cas de fuite.....	27
6.4.1 Constat général.....	27
6.4.2 Effets toxiques aigus.....	27
6.4.3 Effets chroniques.....	28
7 Paramètres à surveiller et méthodes de mesure	29
7.1 Surveillance et seuils.....	29
7.2 Paramètres pertinents à surveiller et méthodes de mesure.....	29
7.2.1 Échantillonnage du flux de CO ₂	30
7.2.2 Détermination des propriétés physiques et de la phase.....	30
7.2.3 Mesurage du débit.....	30
7.2.4 Mesurages des concentrations en impuretés.....	31
8 Relation entre émissions du flux de CO₂ et quantification	31
9 Problématiques liées à l'intégration	32
9.1 Contraintes concernant la composition du flux de CO ₂	32
9.2 Optimisation de la composition du flux de CO ₂ d'après des évaluations technico-économiques.....	33
9.3 Mélange de flux de CO ₂ avant injection: Défis pour les plus grandes infrastructures CSC.....	34
10 Conclusions	35

Annexe A (informative) Corrosion par le CO₂ en phase dense	36
Annexe B (informative) Composition des flux de CO₂ (Source ISO 27913:2016)	39
Bibliographie	42

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 27921:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-a962d60e937c/iso-tr-27921-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/beed2985-40b5-40d0-9548-a962d60e937c/iso-tr-27921-2020>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 265, *Captage du dioxyde de carbone, transport et stockage géologique*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le comité technique (TC) 265 de l'ISO élabore des normes et des rapports techniques en lien avec le captage, le transport et le stockage géologique (CSC) du dioxyde de carbone. Cette technologie est une solution techniquement viable pour réduire les émissions de CO₂ des importantes sources ponctuelles fixes et ainsi limiter les futures hausses de température de la planète. Un rapport spécial effectué par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2005) a décrit en détail les principales dimensions techniques, scientifiques, environnementales, économiques et sociétales du CSC ainsi que son rôle potentiel dans le choix des mesures d'atténuation des changements climatiques.

En fonction, notamment, des matières premières et des procédés de génération et de captage du CO₂, les flux de CO₂ captés en provenance de sources industrielles ou de centrales électriques contiennent différentes impuretés (c'est-à-dire, des composants du flux autres que le CO₂). Les impuretés varient en termes de concentrations mais aussi en termes de propriétés physiques et chimiques. Par conséquent, la composition du flux de CO₂ initialement capté est un point de départ crucial pour assurer la sécurité et la fiabilité du transport et du stockage géologique du CO₂. Les informations sur la composition peuvent aider les opérateurs à évaluer la nécessité de traiter un flux de CO₂, d'après les options de transport prévues (notamment en mélange avec d'autres flux de CO₂), les options d'utilisation (RAH ou autres) ou le stockage dédié dans les formations géologiques.

Il est également important de connaître la composition du flux de CO₂ pour la viabilité commerciale des activités CSC car la purification supplémentaire du flux de CO₂ augmente les coûts liés au captage de CO₂. De plus, la composition du flux de CO₂ est un intrant important pour quantifier la quantité de CO₂ stocké, en vue de déclarer et confirmer les émissions de gaz à effet de serre. Étant donné que les procédés de captage et de purification sont en constante évolution, il est pertinent d'exposer l'ensemble des impuretés présentes dans les flux de CO₂ et leurs concentrations, en incluant les publications récentes.

Le présent document fournit les derniers éléments à prendre en compte concernant les problèmes de qualité des flux de CO₂ pour les opérateurs, les organismes de réglementation et les parties prenantes, d'après les résultats de recherche et les expériences menées dans le cadre de divers projets CSC à l'échelle pilote ou industrielle. La première partie du présent rapport récapitule les informations existantes en lien avec la composition du flux de CO₂ résultant généralement des procédés de captage particuliers. Le présent rapport décrit ensuite les impacts et effets potentiels des différentes impuretés qui peuvent être présentes dans le flux de CO₂ sur divers éléments en aval d'une chaîne CSC, notamment les aspects opérationnels, les conséquences potentielles sur la santé, la sécurité et l'environnement, ainsi que la quantification des émissions de gaz à effet de serre.

Captage, transport et stockage géologique du dioxyde de carbone — Questions transversales — Composition du flux de CO₂

1 Domaine d'application

L'objectif premier du présent document est de décrire les principales caractéristiques de la composition du flux de CO₂ en aval de l'unité de captage, en tenant compte des options de purification courantes. Par conséquent, le présent document caractérisera les différents types d'impuretés et présentera des exemples de concentrations déterminées au cours des récents projets pilotes de captage et en analysant la littérature. Il identifie les gammes de concentrations, en donnant la priorité aux mesurages réalisés *in situ*, lorsque cela est possible.

Le deuxième objectif du présent document est d'identifier les impacts potentiels des impuretés sur tous les composants de la chaîne CSC, des installations en surface (notamment le transport) jusqu'au complexe de stockage. Par exemple, les impuretés peuvent avoir un effet significatif sur le comportement des phases des flux de CO₂ en fonction de leur concentration. Les effets chimiques incluent également la corrosion des métaux. La composition du flux de CO₂ peut également influencer l'injectivité et la capacité de stockage, en raison des effets physiques (tels que les changements de masse volumique ou de viscosité) et des réactions géochimiques dans le réservoir. En cas de fuite, les effets toxiques et écotoxiques des impuretés contenues dans le flux de CO₂ sortant peuvent également avoir un impact sur l'environnement du complexe de stockage.

Pour un rendement énergétique efficient, le bon fonctionnement de toute la chaîne CSC et pour ne pas perturber l'environnement immédiat, les opérateurs ont pour habitude de limiter les concentrations de certaines impuretés qui peuvent, à leur tour, influencer la conception des équipements de captage et les étapes de purification. Ces limites sont spécifiques à chaque cas et ne peuvent pas être décrites dans le présent rapport; cependant, des exemples de spécifications de flux de CO₂ donnés dans la littérature sont présentés à l'[Annexe A](#).

La pureté requise du flux de CO₂ délivré par l'installation de captage dépendra en grande partie des taux d'impuretés autorisés et traités par les opérations de transport, d'injection et de stockage. Par conséquent, les opérateurs de l'installation de captage devront vraisemblablement purifier le flux de CO₂ pour satisfaire aux spécifications de transport, d'injection, de stockage ou aux exigences réglementaires requises.

La surveillance de la composition du flux de CO₂ joue un rôle important dans la gestion de l'ensemble du procédé CSC. Les méthodes de mesure de la composition du flux de CO₂ et, en particulier, des concentrations en impuretés, sont décrites, et d'autres paramètres pertinents pour la surveillance à différentes étapes de la chaîne CSC sont spécifiés.

L'interaction entre les spécifications définies du flux de CO₂ et l'efficacité de l'ensemble du procédé CSC est également expliquée. Enfin, le mélange de flux de CO₂ provenant de différentes sources entre le transport et le stockage est abordé, et les principaux avantages, risques et contraintes opérationnelles sont présentés.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1 flux de CO₂

flux majoritairement constitué de dioxyde de carbone

Note 1 à l'article: Le flux de CO₂ comprend généralement des impuretés et peut contenir des substances rajoutées afin d'améliorer les performances du CSC et/ou de permettre la détection du CO₂.

[SOURCE: ISO 27917:2017, 3.2.10]

3.2 composition du flux de CO₂

concentration (généralement exprimée en fraction volumique) de chaque composant du *flux de CO₂* (3.1)

Note 1 à l'article: La composition du flux de CO₂ est généralement soumise à des contrôles et des homologations réglementaires. La composition du flux de CO₂ peut également être rapportée en concentration en masse (par exemple, en mg/m³).

3.3 pureté du CO₂

pourcentage volumique de CO₂ en tant que composant du *flux de CO₂* (3.1)

3.4 impuretés

substances hors CO₂ présentes dans le *flux de CO₂* (3.1), captées ou issues des matériaux sources ou du procédé de captage, ou présentes en conséquence d'un mélange pour le transport, ou ajoutées, libérées ou formées conjointement avec le stockage souterrain et/ou des fuites de CO₂

Note 1 à l'article: En tant que sous-ensemble des impuretés, les contaminants sont des substances hors CO₂ dont la présence dans le flux de CO₂ n'est généralement pas souhaitée.

Note 2 à l'article: En tant que sous-ensemble des impuretés, les additifs sont des substances ajoutées au flux dans le but de maîtriser son comportement physique ou chimique (hydrates et inhibiteurs de corrosion, par exemple), pour ou à partir de l'interaction avec les équipements (lubrifiants, par exemple), ou de manière à suivre leur répartition dans le sous-sol après injection (traceurs géochimiques).

[SOURCE: ISO 27917:2017, 3.2.18]

3.5 substances non condensables

substances chimiques qui sont en partie à l'état vapeur aux conditions de fonctionnement de la conduite

Note 1 à l'article: L'O₂, le N₂, l'Ar, le H₂ et le CH₄ appartiennent à cette catégorie.

[SOURCE: ISO 27913:2016, 3.18]

4 Symboles et termes abrégés

Dans le présent rapport, les fractions volumiques sont exprimées en % (10⁻²) ou en ppm (10⁻⁶), afin d'être en conformité avec les publications d'origine et les échanges techniques courants au sein de la communauté du CSC.

AIE	Agence Internationale de l'Énergie
Ar	Argon
As	Arsenic
BOS	Affinage d'acier à l'oxygène pur
BSR	Bactérie sulfato-réductrice
°C	Degré Celsius
CCGI	Cycle combiné à gazéification intégrée
Cd	Cadmium
CH ₄	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COS	Sulfure de carbonyle
CSC	Captage et Stockage du dioxyde de Carbone
DO	Document d'orientation
EPA	Environmental Protection Agency
etc.	Et Cetera (Latin: et ainsi de suite)
ETM	Éléments traces métalliques
ETO	Éléments traces organiques
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
H ₂	Hydrogène
Hg	Mercuré
H ₂ O	Eau
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
i.e.	Id est (Latin: c'est-à-dire)
IEAGHG	Programme technique de collaboration relatif aux gaz à effet de serre de l'Agence Internationale de l'Énergie
K	Potassium
MDEA	Méthyl-diéthanolamine
MEA	Monoéthanolamine
Mn	Manganèse

mg	Milligramme
MPa	Mégapascal
N ₂	Azote
NETL	National Energy Technology Laboratory
NH ₃	Ammoniac
Ni	Nickel
Nm ³	Mètre cube normal à 101,325 kPa et 273 K
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
O ₂	Oxygène
OPS	Office of Pipeline Safety
Pb	Plomb
PM	Matière particulaire
PON	Procédures opérationnelles normalisées
ppm (= ppmv)	Parties par million (= Parties par million en volume) = 10 ⁻⁶
Psia	Pression absolue en livres par pouce carré
RAH	Récupération assistée des hydrocarbures
Se	Sélénium
SO ₂	Dioxyde de soufre
SO _x	Oxydes de soufre
UE	Union européenne

5 État de l'art de la composition chimique des flux de CO₂

5.1 État de l'art

Cet article fournit les informations disponibles sur les impuretés présentes dans les flux de CO₂ et les gammes de concentrations pour différentes sources de CO₂ et technologies de captage. L'accent est mis sur les mesurages réalisés *in situ*.

5.1.1 Types d'impuretés

Étant donné que plusieurs gaz peuvent être présents sous forme d'impuretés dans l'effluent gazeux ou le gaz de procédé (avant captage), ils sont donc potentiellement présents à la fin du procédé de captage. Leurs concentrations varient significativement d'une technologie (ou d'un procédé) de captage à l'autre, en raison des divers schémas réactionnels et des différentes options de conception dédiées au captage et à la purification.

Certains gaz (également appelés «substances non condensables») tels que l'Ar, l'O₂ et le N₂ peuvent atteindre plusieurs pourcents du flux de CO₂ dès la fin du procédé de captage, avant la purification et la compression (IEAGHG, 2011)^[40]. La teneur en H₂O (condensable) peut également atteindre plusieurs pourcents à ce stade. D'autres gaz (NO_x, SO_x, H₂S, CO et d'autres), bien que présents à des concentrations inférieures, peuvent toutefois influencer le comportement du flux de CO₂.

Des impuretés autres que les gaz ont été rapportées à des concentrations faibles, (IEAGHG, 2011)^[40] et, dans le cas d'un procédé de captage en post-combustion, les solvants utilisés dans le procédé (par exemple, amines ou NH₃) et leurs produits de dégradation peuvent être présents dans le flux de CO₂ capté. D'autres impuretés peuvent comprendre la matière particulaire, les éléments traces métalliques (ETM) et les éléments traces organiques (ETO), selon le combustible ou la charge d'alimentation utilisé(e). Les niveaux de toxicité intrinsèque des ETM et des ETO sont souvent élevés, alors que les concentrations sont généralement très faibles.

Lors de la comparaison de données provenant de différents sites, une différence importante entre un site industriel et une installation pilote de captage est que cette dernière peut ne pas comprendre de phase de séchage-compression situé avant le transport. Par conséquent, des différences de concentrations en impuretés peuvent être observées. Lorsque le CO₂ est comprimé, les gaz ont tendance à se dissoudre dans l'eau condensée à chaque stade de compression et sont donc éliminés du flux de CO₂ avant le transport. Voir également la norme ISO 27913:2016^[48] sur les systèmes de transport par conduites.

5.1.2 Mesures et estimations

Il est nécessaire de faire la distinction entre i) les données qui sont des estimations résultant de la modélisation et ii) les mesures du flux de CO₂ capté. Les données publiées, aussi bien mesurées que modélisées, mettent généralement l'accent sur les concentrations en impuretés principales. Ici, l'accent est mis sur les mesures et seules les estimations modélisées sont citées lorsque les mesures ne sont pas disponibles. Cependant, les études de modélisation sont également utiles car les modèles de procédés permettent, entre autres, de représenter différentes combinaisons de concentrations en impuretés. D'autres modèles permettent de prédire les effets possibles sur d'autres parties de la chaîne CSC, comme illustré à l'Article 6, par exemple pour la masse volumique des fluides ou les réactions chimiques.

5.1.3 Sources de données

Les données relatives à la composition du flux de CO₂ ont été compilées à partir de la littérature existante par le groupe d'experts nommé par l'ISO/TC 265 du «GT5-Questions transversales», d'après les rapports d'analyse existants (par exemple, rapports d'organisations internationales ou de consortiums de recherche) et d'après les résultats de projets pilotes, de démonstration ou commerciaux menés en Europe, en Amérique du Nord, en Australie et au Japon.

NOTE Des exemples d'exigences réglementaires en lien avec ces projets sont donnés à l'Annexe B.

La majeure partie des données compilées provenait de plusieurs publications et rapports:

- a) Anheden, et al. (2004)^[7]: compilation des impuretés par procédé de captage (avant les étapes de condensation ou de purification);
- b) IEAGHG (2004, 2011)^{[39][40]}: rapports d'analyse;
- c) Farret, et al., 2012^[32]: revues de l'état de l'art;
- d) Porter, et al., 2015^[81]: analyse complète des concentrations en impuretés dans les centrales électriques et dans l'industrie.

Le présent document s'appuie largement sur les publications ci-dessus car elles contiennent une grande quantité de données et parce qu'elles permettent généralement d'identifier les origines de ces données. Bien entendu, d'autres publications sont également prises en compte, ainsi que d'autres documents de l'ISO, notamment le Tableau A.1 extrait de la norme ISO 27913:2016^[48], élaborée par l'ISO/TC 265, sur les systèmes de transport par conduites (voir Annexe B). Les publications sans la source des données ne

sont pas référencées. Pour les procédés CCGI en précombustion et pour les métaux à l'état de trace, de nombreuses données rencontrées sont de source inconnue.

Les procédés de captage et de purification évoluent et les niveaux de pureté connaissent généralement une augmentation. Certains systèmes réglementaires exigent que le flux de CO₂ soit «majoritairement» composé de CO₂. Cela se traduit souvent par une pureté d'au moins 95 % (voir l'ISO 27913:2016 sur les systèmes de transport par conduites).

Les données sur la composition du flux de CO₂ ne sont pas faciles à obtenir. La littérature n'est pas riche et est particulièrement pauvre en résultats en provenance d'installations récentes ou pilotes. Par conséquent, le comité technique ISO/TC 265 a demandé un transfert de données à ses pays membres et aux opérateurs. Certains fournisseurs technologiques n'ont pas pu répondre au questionnaire pour des raisons de confidentialité. Les données originales de cinq installations de captage pilotes et de démonstration sur les centrales électriques et d'une installation de production d'hydrogène ont été collectées. La plupart d'entre elles sont comparées ci-dessous avec la littérature existante.

5.2 Gammes de concentrations en impuretés pour des centrales thermiques au charbon

5.2.1 Composants gazeux

La composition du flux de CO₂ et donc les concentrations en impuretés varient d'une technologie de captage à l'autre. L'effluent gazeux résultant de l'oxycombustion est enrichi en CO₂, SO_x et autres composants mineurs suite à l'élimination de l'azote de l'air, et ces produits sont ensuite éliminés ou captés en aval dans l'unité de purification du CO₂. L'oxycombustion conduit à des quantités significatives d'azote, d'argon et d'oxygène ainsi qu'aux oxydes de soufre et d'azote (c'est-à-dire NO_x, SO_x) dans le flux de CO₂. Les technologies de captage en post-combustion produisent généralement des flux de CO₂ de haute pureté contenant également des impuretés ayant des propriétés oxydantes, telles que l'O₂, le SO_x et le NO_x. En revanche, le captage en précombustion produit des impuretés ayant des propriétés réductrices, telles que le H₂, le H₂S ou le CO. Cependant, même avec une seule technologie de captage, la variabilité des concentrations en impuretés est élevée (jusqu'à deux ou trois ordres de grandeur; [Figure 1](#)), en fonction du procédé même et des étapes de purification finale (par exemple, équipements de désulfuration). Porter, et al. (2015)^[81] présentent un résumé des gammes d'impuretés résultant des technologies actuelles de captage de CO₂ applicables aux centrales thermiques au charbon. Cette publication référence les principales publications précédentes, notamment les résultats individuels d'installations spécifiques. Dans le [Tableau 1](#) ci-dessous, seules les données se rapportant au flux de CO₂ final (après pré-compression et purification en cas d'oxycombustion) sont répertoriées, pour les technologies de captage courantes.

NOTE Ici, les technologies de captage en post-combustion désignent principalement les technologies d'absorption chimique via un solvant aminé. Il existe d'autres technologies de post-combustion telles que le procédé de séparation du CO₂ sur membranes. La description des technologies de captage ne fait pas partie du domaine d'application du présent document. Pour des informations plus détaillées, voir l'ISO/TR 27912 (2015), Capture du dioxyde de carbone — Systèmes de capture du dioxyde de carbone, technologies et processus^[52].

Tableau 1 — Gammes de technologies courantes de captage du CO₂ pour les centrales thermiques au charbon (données extraites de Porter, et al. 2015^[81])

Impuretés (en ppm, sauf indication contraire)	Oxycombustion avec purification				Pré-combustion		Post-combustion	
	Double détente		Distillation		min	max	min	max
	min	max	min	max				
Ar % vol	0,4	0,61	Trace	0,1	0,000 1	0,15	0,001 1	0,021
As					0,006 65	0,006 65	0,08	0,08
Benzène					0,014	0,014	0,019	0,019
CH ₃ OH					20	200		

NOTE Les valeurs «0» sont rapportées comme dans Porter, et al. (2015); une case vide indique qu'aucune donnée n'est disponible comme indiqué dans Porter, et al. (2015).

Tableau 1 (suite)

Impuretés (en ppm, sauf indication contraire)	Oxycombustion avec purification				Pré-combustion		Post-combustion	
	Double détente		Distillation		min	max	min	max
	min	max	min	max				
CH ₄					0	112		
Cl					17,5	17,5	0,56	0,56
CO			10	50	0	2 000	1,2	10
H ₂					20	30 000		
H ₂ O	0	0	0	100	0,1	600	100	640
H ₂ S/COS					0,2	34 000		
Hg					0,000 584	0,000 584	0,024 9	0,024 9
N ₂ % vol	1,6	2,03	0,01	0,2	0,019 5	1	0,045	0,29
Naphtalène					0,000 8	0,000 8	0,001 2	0,001 2
NH ₃					38	38		
Ni					0,009	0,009	0,002	0,002
NO					400	400		
NO _x	0	150	5	100	400	400	20 (1,5 NO ₂)	38,8
O ₂ % vol	1,05	1,2	0,001	0,4	0	0	0,003 5	0,015
Pb					0,004 5	0,004 5	0,001	0,001
Se					0,013 5	0,013 5	0,31	0,31
SO ₂	0	4 500	0,1	50	25	25	1	67,1

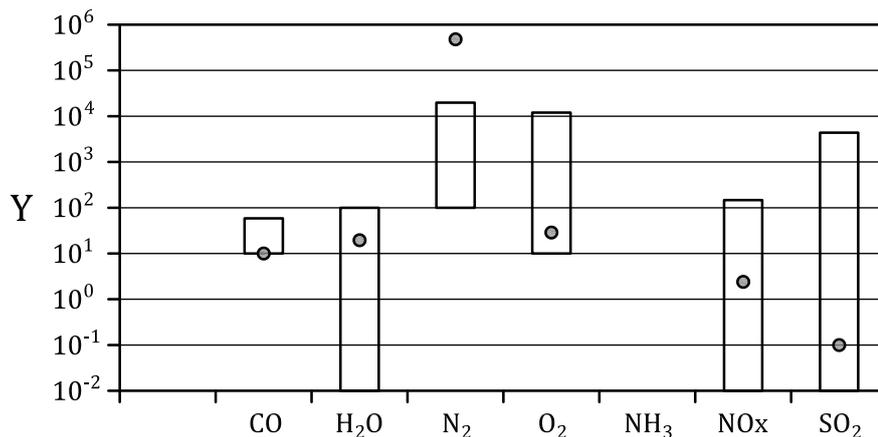
NOTE Les valeurs «0» sont rapportées comme dans Porter, et al. (2015); une case vide indique qu'aucune donnée n'est disponible comme indiqué dans Porter, et al. (2015).

Pour l'oxycombustion, Porter, et al. (2015)^[81] ont intégré de nombreuses références issues de précédents projets industriels et de recherche, notamment les mesurages effectués par le pilote industriel de captage à Schwarze Pumpe (Anheden, et al., 2011^[7]; White, et al., 2013^[111]). Pour l'oxycombustion, Porter, et al.^[81] ont également tenu compte du CO₂ brut/déshumidifié (ces données ne sont pas rapportées à la Figure 1). Pour l'oxycombustion, une étape de pré-compression (15 bar à 30 bar) est généralement effectuée avant ou pendant la purification.

En outre, Porter, et al.^[81] ont compilé des données détaillées sur la composition du flux de CO₂ à différentes étapes du procédé de captage pour l'installation pilote d'oxycombustion basée à Schwarze Pumpe: Avant la purification, la pureté du CO₂ est de 87 % et la teneur en O₂ est de 4 %, tandis qu'après la purification par rectification, la pureté du CO₂ est de 99,9 % et la teneur en O₂ est < 0,001 %. Les concentrations en SO_x ont diminué, passant de moins de 30 ppm avant purification à moins de 1 ppm après purification. De la même manière, la concentration en NO_x est < 350 ppm avant purification et < 10 ppm après purification.

La Figure 1 présente les gammes de concentrations en impuretés pour l'oxycombustion qui sont données dans le Tableau 3 de Porter, et al. (2015)^[81] après purification par double détente ou séparation de phases par distillation. Elles sont comparées avec les dernières valeurs recueillies par l'ISO/TC 265 en 2017 sur l'installation de démonstration Callide.

NOTE Prise en compte également de la publication de Spero, C. Callide Oxyfuel Project — Final Results. Global CCS Institute, April 2018. <http://decarboni.se/sites/default/files/publications/202090/cop-finalresults-publicreport-march2018.pdf>



Légende

- Y teneur en impuretés, en ppm
- gamme (Porter 2015)
- Nouvelles données de l'ISO/TC 265, 2017
- Callide (Spero, 2018)

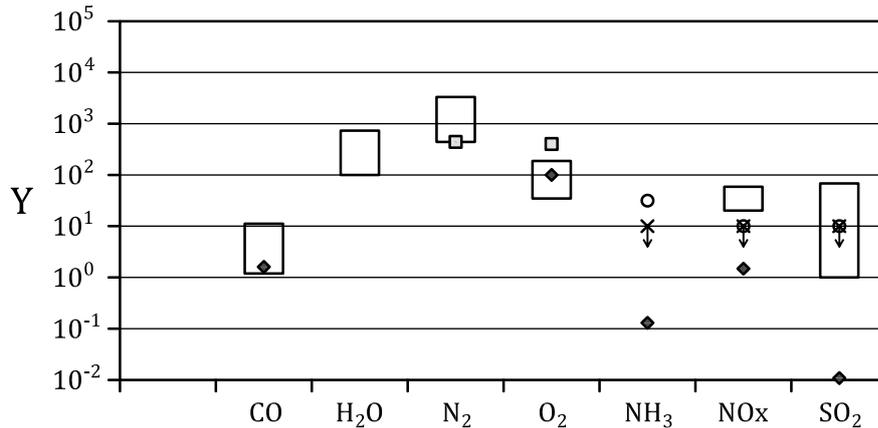
Figure 1 — Flux résultant de la technologie d'oxycombustion d'après Porter, et al., 2015^[81] (barres) et les dernières valeurs recueillies par l'ISO/TC 265 (symboles)

NOTE En ce qui concerne l'installation de démonstration Callide, les données relatives à CO, NO₂ et SO₂ représentent les valeurs maximales car les mesures sont inférieures aux limites de détection pour ce projet spécifique^[15].

Pour le captage en post-combustion, la [Figure 2](#) ci-dessous compare les gammes de concentrations du [Tableau 6](#) dans Porter, et al. (2015)^[81] avec les valeurs recueillies dernièrement par l'ISO/TC 265.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

a962d60e937c/iso-tr-27921-2020



Légende

- Y teneur en impuretés, en ppm
- gamme (Porter 2015)
Nouvelles données de l'ISO/TC 265, 2017
- SECARB
- ◆ Allemagne
- CSIRO Loy Yang
- × CSIRO Tarong

Figure 2 — Concentrations en impuretés pour les flux de CO₂ résultant du captage en post-combustion d'après Porter, et al. 2015^[81] (barres) et les dernières valeurs recueillies par l'ISO/TC 265 (symboles)

ISO/TR 27921:2020

NOTE Les flèches à la [Figure 2](#) représentent les mesures qui sont inférieures aux limites de détection pour ce projet spécifique.

Ces données présentent une importante variabilité des concentrations en impuretés, selon la technologie de captage et les configurations de procédé spécifiques à chaque site. Cette variabilité est décrite plus en détail en [5.4.1](#).

5.2.2 Éléments traces

Les éléments métalliques présents dans le flux de CO₂ proviennent de la charge d'alimentation ou du combustible (par exemple, le charbon). Leur concentration étant très faible, ils sont également appelés éléments traces métalliques ou ETM. L'IEAGHG (2011)^[40] stipule que du mercure (Hg) peut être présent avec les procédés de pré- et post-combustion. Apps (2007)^[9] stipule que seuls du Hg et du Se sont présents à hautes concentrations en phase gazeuse, conformément aux résultats de la modélisation. Les principales valeurs applicables aux concentrations en métaux sont présentées dans le [Tableau 2](#) ci-dessous.

Pour le mercure, seules des estimations ont été trouvées dans la littérature (IEAGHG, 2004^[39]; EC, 2011^[27]; Apps, 2007^[9]; Shah, et al., 2010^[99]). Les valeurs sont très faibles (parfois inférieures aux limites de détection) et présentent une forte variabilité (voir les exemples à la [Figure 3](#) ci-dessous). Étant donné la toxicité du mercure, il est suggéré que les opérateurs tiennent soigneusement compte de ces concentrations rapportées et qu'ils les confirment par des mesurages effectués *in situ*. L'élimination du mercure du flux de CO₂ a vraisemblablement lieu pendant les étapes de compression/séchage, mais des incertitudes demeurent car il pourrait être présent en phase gazeuse (car il est hautement volatil) et en phase particulaire, adsorbé sur les aérosols (EC, 2011^[27]).