



OECD Environment Working Papers No. 176

Effets à long terme de la
pandémie de COVID-19
et des mesures de relance
sur les pressions
environnementales : Etude
quantitative

**Rob Dellink,
Christine Arriola,
Ruben Bibas,
Elisa Lanzi,
Frank van Tongeren**

<https://dx.doi.org/10.1787/28ebe842-fr>

**EFFETS À LONG TERME DE LA PANDÉMIE DE COVID-19 ET DES
MESURES DE RELANCE SUR LES PRESSIONS ENVIRONNEMENTALES :
ÉTUDE QUANTITATIVE - DOCUMENT DE TRAVAIL SUR
L'ENVIRONNEMENT NO 176**

Rob Dellink (1), Christine Arriola (2), Ruben Bibas (1), Elisa Lanzi (1), Frank van Tongeren (2)

(1) OCDE, Direction de l'environnement

(2) OCDE, Direction des échanges et de l'agriculture

Les documents de travail de l'OCDE ne doivent pas être présentés comme exprimant les vues officielles de l'OCDE ou de ses pays membres. Les opinions exprimées et les arguments employés sont ceux des auteurs.

Publication autorisée par Rodolfo Lacy, Directeur, Direction de l'environnement.

Mots clés : COVID-19, équilibre général, changement climatique, pollution atmosphérique, utilisation de matières, changements d'affectation des terres.

Codes JEL : D58, O44, Q53, Q54.

Les documents de travail sur l'environnement de l'OCDE peuvent être consultés à l'adresse suivante :
www.oecd.org/environment/workingpapers.htm

JT03478071

DOCUMENT DE TRAVAIL SUR L'ENVIRONNEMENT DE L'OCDE

Les documents de travail de l'OCDE ne doivent pas être présentés comme exprimant les vues officielles de l'OCDE ou de ses pays membres. Les opinions exprimées et les arguments employés sont ceux des auteurs.

Les documents de travail exposent des résultats préliminaires ou des travaux de recherche en cours menés par l'auteur/les auteurs et sont publiés pour stimuler le débat sur un large éventail de questions sur lesquelles l'OCDE travaille.

Cette série a été créée dans le but de rendre accessibles à un plus large public certaines études sur les questions d'environnement menées à l'OCDE pour usage interne. Il s'agit le plus souvent d'ouvrages collectifs, mais les noms du principal auteur ou des principaux auteurs sont indiqués. Les documents sont en général disponibles uniquement dans leur langue d'origine – anglais ou français – et présentent un bref résumé dans l'autre langue.

Vos commentaires sur cette série seraient appréciés et peuvent être adressés à l'adresse suivante :
Direction de l'environnement de l'OCDE, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France
ou par courriel à : env.contact@oecd.org

Les documents de travail de l'OCDE sur l'environnement sont publiés sur le site
www.oecd.org/environment/workingpapers.htm

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

© OCDE (2021)

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright.

Les demandes pour usage commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org.

Résumé

La présente synthèse contient une analyse des effets à long terme de la pandémie de COVID-19 et des mesures publiques de relance économique adoptées pour y faire face sur l'environnement. À l'aide de modélisations à grande échelle, il étudie les impacts des chocs sectoriels et régionaux sur l'économie jusqu'en 2040. Elle fait le lien entre des chocs sectoriels et régionaux sur l'économie jusqu'en 2040 et une série de pressions sur l'environnement, dont les émissions de gaz à effet de serre ou de polluants atmosphériques, l'utilisation de matières premières et les changements d'affectation des terres. La réduction à court terme des pressions environnementales est notable : en 2020, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques liées à l'énergie ont baissé de 7 % environ. Les pressions en rapport avec l'agriculture ont enregistré un recul plus modeste cette même année. Le recul de l'utilisation de minerais non métalliques, dont les matériaux de construction, a atteint un pourcentage à deux chiffres. D'après les projections, les émissions remonteront à partir de 2021 et se rapprocheront progressivement des niveaux de référence antérieures au COVID, les taux de croissance rattrapant tout leur retard. Cependant, à long terme, un effet à la baisse - potentiellement permanent - sur le niveau des pressions environnementales est chiffré entre 1 et 3 %.

Mots clés : COVID-19, équilibre général, changement climatique, pollution atmosphérique, utilisation de matières, changements d'affectation des terres.

Codes JEL : D58, O44, Q53, Q54.

Abstract

This paper analyses the long-term effects of the COVID-19 pandemic and associated government responses on the environment. It uses large-scale modelling to investigate the impact of sectoral and regional shocks to the economy until 2040. These detailed economic impacts are linked to a range of environmental pressures, including greenhouse gas emissions, emissions of air pollutants, the use of raw materials and land use change. The short-term reductions in environmental pressures are significant: in 2020, energy-related greenhouse gas and air pollutant emissions dropped by around 7%. Environmental pressures related to agriculture observed a smaller drop in 2020. The reduction in the use of non-metallic minerals, including construction materials, reached double digits. From 2021, emissions are projected to increase again, gradually getting closer to the pre-COVID baseline projection levels as growth rates recover fully. But there is a long-term – potentially permanent – downward impact on the levels of environmental pressures of 1-3%.

Keywords: Covid-19, general equilibrium, climate change, air pollution, materials use, land use change

JEL codes: D58, O44, Q53, Q54.

Remerciements

Ce rapport a été rédigé par Rob Dellink (Direction de l'environnement), avec le concours de Christine Arriola (Direction des échanges et de l'agriculture), Ruben Bibas (Direction de l'environnement), Elisa Lanzi (Direction de l'environnement) et Frank van Tongeren (Direction des échanges et de l'agriculture). Les auteurs remercient les membres du Comité des politiques d'environnement (EPOC), Shardul Agrawala, Grace Alexander, Anthony Cox et Eleonora Mavroeidi (Direction de l'environnement), et Masato Hayashikawa (Cabinet du Secrétaire général), de leur avoir communiqué leurs commentaires et suggestions. Daniel Ostalé Valriberas (Direction de l'environnement) a apporté d'excellentes contributions aux modélisations.

Ce rapport a été établi sous la direction de Shardul Agrawala, Chef de la Division de l'intégration de l'environnement et de l'économie au sein de la Direction de l'environnement de l'OCDE.

Table des matières

Résumé	3
Abstract	3
Remerciements	4
Résumé	6
1. Introduction	8
2. Méthodologie.....	9
2.1. Cadre de modélisation	9
2.2. Scénarios	10
3. Effets sur les pressions environnementales de la pandémie de COVID-19 et des mesures de relance....	11
3.1. Effets sur l'activité économique intérieure	11
3.2. Effets sur les pressions environnementales	16
4. Le scénario de redressement lent	21
5. Analyse	23
Références	24
Annex A. Description des outils de modélisation	26
Modélisation de l'activité économique.....	26
Établissement d'un lien entre l'activité économique et les pressions environnementales	29
Annex B. Description détaillée du scénario tenant compte de la pandémie de COVID-19 et des mesures de relance	32
Annex C. Résultats régionaux du scénario de redressement lent.....	34

Tableaux

Tableau 1. Récapitulatif des hypothèses des scénarios	11
Tableau A.1. Agrégation sectorielle du modèle ENV-Linkages	26
Tableau A.2. Régions du modèle ENV-Linkages	27
Tableau A.3. Vue d'ensemble des matières prises en compte dans le modèle	31

Graphiques

Graphique 1. Effets du scénario COVID sur le PIB mondial	12
Graphique 2. Effets du scénario COVID sur le PIB régional	13
Graphique 3. Effets du scénario COVID sur la production mondiale de certains secteurs	15
Graphique 4. Effets du scénario COVID sur les balances commerciales régionales à l'horizon 2040	16
Graphique 5. Effets du scénario COVID sur les pressions mondiales sur l'environnement	18
Graphique 6. Effets du scénario COVID sur certaines pressions environnementales régionales	20
Graphique 7. Effets du scénario de redressement lent sur le PIB mondial	21
Graphique 8. Effets du scénario de redressement lent sur les pressions mondiales sur l'environnement	22
Graphique C.1. Effets du scénario de redressement lent sur les pressions régionales sur l'environnement	34

Résumé

La pandémie de COVID-19 et les restrictions imposées pour y faire face, notamment les mesures de confinement, ont eu de graves conséquences économiques et ont entraîné un net recul de l'activité économique. Le redressement prendra du temps et l'activité économique ne sortira vraisemblablement pas indemne de cet épisode, même une fois la crise sanitaire passée. Par voie de conséquence, les pressions environnementales exercées par l'activité économique s'en trouveront elles aussi altérées.

Le présent rapport propose une première évaluation chiffrée des effets de la pandémie de COVID-19 sur les pressions environnementales à moyen et long terme. À l'aide de l'outil de modélisation à grande échelle ENV-Linkages, à la pointe de la recherche, il étudie l'impact des chocs sectoriels et régionaux sur l'économie jusqu'en 2040. Grâce aux caractéristiques uniques du modèle, il établit en outre un lien entre ces impacts spécifiques sur l'activité économique et diverses pressions sur l'environnement, dont les émissions de gaz à effet de serre ou de polluants atmosphériques, ou encore l'utilisation de matières premières et l'utilisation des terres.

L'analyse de modélisation révèle des impacts économiques sensiblement différents d'une région à l'autre, ce qui s'explique notamment par la gravité relative de la pandémie dans chaque région et la rigueur et la durée des confinements, mais aussi par les différences structurelles entre les économies, de même que par l'évolution du profil des échanges internationaux. Le paysage sectoriel est très contrasté. Ainsi, tandis que les activités de transport et certains secteurs de services sont considérablement affaiblis en 2020, les industries pharmaceutiques intensifieront probablement leur production à court terme. Après 2020, la diminution de la croissance économique à court terme et du volume des investissements commence à peser sur l'ensemble des secteurs. À plus long terme, les plus touchés sont les secteurs à forte intensité capitalistique — en raison d'une décélération de la constitution du stock de capital fixe — tandis que les services, mais aussi et surtout l'agriculture, se rapprochent plus rapidement des niveaux du scénario de référence pré-COVID.

Les mesures d'urgence adoptées pour faire face à la pandémie, comme les confinements ou la distanciation sociale, ont considérablement allégé les pressions environnementales à court terme : en une seule année, les émissions de gaz à effet de serre et de certains grands polluants atmosphériques ont diminué d'environ 7 % par rapport au niveau du scénario de référence pré-COVID. D'autres polluants atmosphériques, comme ceux plus étroitement liés à l'agriculture, enregistrent un recul plus modeste en 2020. L'utilisation de matières diminue dans des proportions variables selon le type matière : elle n'est que de 2 % dans le cas des ressources biotiques, alors qu'elle devrait atteindre 11 % pour ce qui est des produits minéraux non métalliques, au nombre desquels on compte les matériaux de construction.

Après 2020, les émissions devraient repartir à la hausse pour se rapprocher progressivement des niveaux du scénario de référence pré-COVID, à mesure que l'activité économique reprend et que la vaccination se déploie. Cependant, on observe à long terme une baisse des pressions environnementales de l'ordre de 1 % à 3 % selon l'indicateur. Cette baisse, qui pourrait même se révéler permanente, se situe aux alentours de 2 % pour les émissions et l'utilisation de matières associées à la consommation d'énergie et à l'industrie, et à moins de 1 % pour les changements d'affectation des terres, les émissions et l'utilisation de matières plus étroitement liées à l'agriculture. Les taux de croissance se rétablissent totalement.

1. Introduction

La pandémie de COVID-19 et les mesures de confinement instaurées pour faire face à la crise sanitaire ont de graves répercussions sur l'économie et entraînent notamment une forte baisse de l'activité économique. Le redressement prendra du temps et l'activité économique ne sortira vraisemblablement pas indemne de cet épisode, même une fois la crise sanitaire passée. Les variations de l'activité économique auront à leur tour des répercussions sur les pressions environnementales telles que les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, ainsi que sur l'utilisation de matières premières. À titre d'exemple, les mesures de confinement ont amélioré pour un temps la qualité de l'air à l'échelle locale (Berman et Ebisu, 2020_[1] ; Granella et al., 2020_[2] ; Pei et al., 2020_[3]). Les premières analyses des effets des confinements et d'autres mesures de lutte contre le COVID-19 sur l'activité économique et sur les pressions environnementales ont mis en évidence un large éventail de résultats possibles, tant les hypothèses sur les conséquences de la pandémie échauffées par les équipes chargées des modélisations devaient être audacieuses (voir par exemple le numéro spécial de *Environmental and Resource Economics* (EaRE, 2020_[4] ; Lahcen et al., 2020_[5]). La lumière se fait toutefois peu à peu sur les principaux mécanismes par lesquels les confinements et les programmes d'aide et de relance agissent sur l'activité économique et les pressions environnementales.

Les travaux menés récemment par l'OCDE s'intéressent pour la plupart aux impacts à court terme de la pandémie de COVID-19. Il s'agit notamment de projections économiques à court terme concernant le PIB (OCDE, 2020_[6]) et l'impact de la pandémie sur les chaînes d'approvisionnement mondiales (OECD, 2021_[7]). L'étude des répercussions de la pandémie sur l'environnement porte sur les liens entre la reprise économique et l'atténuation du changement climatique (Buckle et al., 2020_[8]) et la prise en compte de mesures vertes dans la riposte à la pandémie et la relance (Agrawala, Dussaux et Monti, 2020_[9]). La Direction des échanges et de l'agriculture de l'OCDE a mené des travaux quantitatifs sur les conséquences de la crise sur l'activité économique, les échanges et la résilience (OECD, 2020_[10]), ainsi que sur les marchés agricoles et sur les émissions de gaz à effet de serre qui leur sont liées (OECD, 2020_[11]). Ces travaux concourent certes à l'analyse des impacts économiques et environnementaux de la pandémie, mais il n'en reste pas moins nécessaire d'étudier les impacts à long terme de la crise.

Le présent rapport apporte une contribution à ce tout jeune ensemble de travaux sur les effets de la pandémie et des mesures de relance sur les pressions environnementales. À l'aide d'un outil de modélisation à grande échelle à la pointe de la recherche, il recense les chocs sectoriels et régionaux subis par l'économie du fait de la pandémie et des confinements et programmes de relance mis en place pour y faire face. Il s'attache à établir des liens entre l'activité économique et les pressions sur l'environnement pour prévoir les impacts à moyen et long terme sur les émissions de gaz à effet de serre, la pollution atmosphérique, l'utilisation de matières et les changements d'affectation des terres. Ces liens sont établis en associant les pressions environnementales aux intrants spécifiques utilisés dans les processus de production et de consommation. Par exemple, les émissions de CO₂ sont associées à la consommation d'énergies fossiles, tandis que l'utilisation de métaux est liée à l'utilisation de produits miniers (minerais métalliques) dans la production (voir l'annexe A).

Les conséquences de la pandémie et des efforts déployés pour la combattre sont déterminées en comparant un scénario de référence contrefactuel pré-COVID à un scénario tenant compte des chocs liés au COVID. Ces chocs reposent sur une évaluation, à la date d'avril 2021, des répercussions de la pandémie sur le PIB, le chômage, la productivité du

travail, les obstacles commerciaux, les programmes d'aide destinés aux entreprises et aux ménages, ainsi que sur la demande finale. Ils se sont produits à compter de 2020 et ils sont supposés s'estomper au fil du temps. Le rythme du redressement étant très incertain, un autre scénario caractérisé par une reprise plus lente de l'activité est étudié dans le but de montrer à quel point les effets sur les pressions environnementales dépendent du choc initial et du rythme de la reprise.

De grandes incertitudes entourent les résultats présentés dans ce rapport. En premier lieu, l'analyse ne rend pas compte des effets des programmes de relance verte. On ignore encore dans quelle mesure le soutien public jouera sur les secteurs importants du point de vue de l'environnement et de nouvelles recherches sur cette question sont nécessaires. Par ailleurs, l'analyse des conséquences environnementales (variation des concentrations de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, ou évolution des services écosystémiques dues aux changements d'affectation des terres, etc.) ou des répercussions sanitaires (variation de la mortalité liée à la pollution atmosphérique, etc.) induites par l'évolution des pressions sur l'environnement sort du cadre du présent rapport. Malgré ces réserves, ce rapport éclaire la manière dont les conséquences économiques de la pandémie de COVID-19 et des mesures publiques de relance influent sur les pressions environnementales à moyen et long terme.

2. Méthodologie

2.1. Cadre de modélisation

L'analyse repose sur ENV-Linkages, un modèle d'équilibre général calculable (EGC) (Château, Dellink et Lanzi, 2014^[12]) qui décrit les activités économiques de différents secteurs et différentes régions ainsi que leurs interactions. Ce modèle s'appuie sur une série de données cohérente (la base de données du GTAP) qui décrit le comportement des secteurs de production et des consommateurs dans les différentes régions en mettant l'accent sur l'énergie et sur les échanges internationaux.

La structure régionale et sectorielle du modèle ENV-Linkages, l'utilisation de fonctions de production complètes, ainsi que la représentation détaillée du système énergétique sont mises à profit pour établir des projections des pressions environnementales liées à certaines composantes de l'activité économique (voir l'annexe A).

Une relation directe est établie entre les émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie fossile et la consommation de différents combustibles dans le cadre de la production. Les autres émissions de gaz à effet de serre (GES), dont celles de CO₂ inhérentes aux procédés et celles des autres GES tels que le méthane (CH₄) et l'hémioxyde d'azote (N₂O), sont établies d'après la production sectorielle. Pour plus de précisions, voir (OCDE, 2016^[13]).

Les émissions de polluants atmosphériques ont été prises en compte dans ENV-Linkages en les reliant aux activités de production de différents secteurs clés. Leurs principales sources sont similaires à celles des émissions de GES. Le modèle permet de suivre l'évolution des polluants atmosphériques ci-après : dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x), carbone noir (CN), carbone organique (OC), monoxyde de carbone (CO), composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et ammoniac (NH₃). Pour plus de précisions, voir (OCDE, 2016^[14]).

Les flux de matières, qui couvrent 60 matières différentes, dont les ressources biotiques (de l'agriculture, la pêche, l'aquaculture et la sylviculture), les combustibles fossiles, les

métaux et les minéraux non métalliques, sont liés aux flux économiques recensés au niveau sectoriel détaillé. Voir (OECD, 2019_[15]) pour plus de précisions.

Les changements d'affectation des terres sont indiqués au moyen de la superficie des terres arables cultivées et de la production du secteur forestier. Ces deux facteurs ont une incidence déterminante sur les changements d'affectation des terres (OECD, 2017_[16]) et sont les plus susceptibles d'être influencés par la pandémie de COVID-19 et les mesures qu'elle suscite.

2.2. Scénarios

Un scénario contrefactuel pré-COVID, dans lequel l'économie suit les tendances antérieures, a été retenu comme point de référence pour évaluer les effets sur l'activité économique et sur les pressions environnementales imputables à la pandémie et aux mesures de relance. Ce scénario hypothétique reprend les projections de l'activité économique et des pressions sur l'environnement exposées dans le rapport *Global Material Resources Outlook* de 2019 ((OECD, 2019_[15])).

Le scénario prenant en considération la pandémie de COVID-19 et les mesures de relance (ci-après appelé « scénario COVID » ci-après) intègre une évaluation détaillée, à la date de janvier 2021, des chocs causés par la pandémie, des mesures de confinement et des plans de relance publics sur le PIB, le chômage, la productivité du travail, les obstacles commerciaux, les taxes sur la production des entreprises et le revenu des ménages et la demande finale. Les impacts macroéconomiques de ces chocs en 2020 et 2021 sont ceux décrits dans le rapport de l'OCDE (2020_[6] ; 2021_[17]) pour les pays membres et certaines économies émergentes, et ceux retenus dans le rapport du FMI (2020_[18]) pour les autres pays non membres de l'OCDE ; les chocs sectoriels sont empruntés à Arriola et Van Tongeren (forthcoming_[19]). L'annexe B offre davantage de précisions sur les chocs pris en compte et sur la manière dont ils ont été utilisés dans l'analyse.

L'analyse postule que tous les chocs s'estompent progressivement après 2020, le rythme du redressement dans les différentes régions étant déterminé sur la base des prévisions macroéconomiques à court terme de l'OCDE et du FMI précédemment citées. Cependant, l'activité économique à long terme — et les pressions environnementales connexes — ne renouent pas nécessairement avec les niveaux projetés dans le scénario de référence faisant abstraction des chocs dus à la pandémie, ce qui s'explique essentiellement par le fait que les chocs altèrent les comportements d'épargne et d'investissement et donc la croissance économique et les pressions environnementales à long terme.

Dans une évaluation plus pessimiste de la reprise, le scénario de « redressement lent » pose l'hypothèse d'une reprise environ deux fois moins rapide de l'économie que dans le scénario de base après le choc initial subi en 2020. Le choc pris en compte en 2020 correspond à celui du scénario COVID.

Tableau 1. Récapitulatif des hypothèses des scénarios

	Hypothèses pour l'année 2020	Hypothèses pour la période 2021-2040
Référence pré-COVID	Projections de croissance économique pré-COVID, d'après OCDE (2019 _[15])	Projections de croissance économique pré-COVID, d'après OCDE (2019 _[15])
Scénario COVID	Ensemble de chocs, cf. détails à l'annexe B	Reprise modérée, d'après OCDE (2020 _[6] ; 2021 _[17]) et FMI (2020 _[18])
Scénario de redressement lent	Identiques à celles du scénario COVID	Redressement deux fois plus lent que dans le scénario COVID

3. Effets sur les pressions environnementales de la pandémie de COVID-19 et des mesures de relance

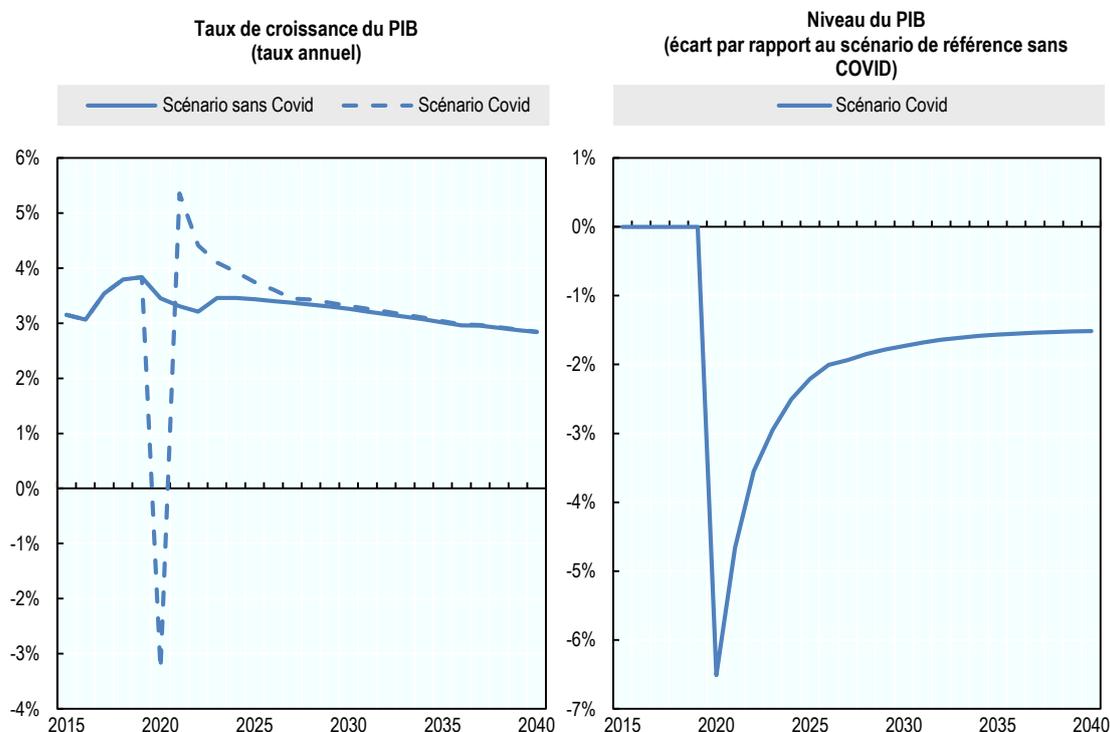
3.1. Effets sur l'activité économique intérieure

Comme précédemment mentionné, les effets sur les pressions environnementales de la pandémie de COVID-19 et des mesures de relance sont déterminés par les variations de l'activité économique. L'augmentation du chômage, la diminution de la productivité du travail, l'effondrement de la demande de certains produits et l'augmentation des coûts des échanges sont autant de facteurs qui dépriment l'activité économique. Leur impact n'est que partiellement compensé par le soutien public accordé aux entreprises et aux ménages. Il s'ensuit une importante contraction du PIB mondial en 2020, dont la croissance annuelle tombe à environ -3.5 %, contre +4 % en 2019 (Graphique 1)¹.

¹ Le rapport de l'OCDE (2020_[6]) offre un examen plus détaillé des conséquences macroéconomiques de la pandémie. Les chiffres mondiaux présentés ici s'écartent légèrement des projections officielles de l'OCDE, car les prévisions du FMI sont prises en compte dans le cas des pays non compris dans la base de données de l'Organisation.

Graphique 1. Effets du scénario COVID sur le PIB mondial

Taux de croissance annuel (partie gauche) ; écart par rapport aux projections de référence du scénario pré-COVID (partie droite)



Source : modèle ENV-Linkages.

Les projections du PIB mondial en 2021 reprennent les prévisions à court terme du Département des affaires économiques pour les pays de l'OCDE et certaines économies émergentes et celles du Fonds monétaire international (FMI) pour les autres pays non membres de l'OCDE ; celles-ci sont plus optimistes. Bien que les taux de chômage attendus ne quittent pas les sommets de 2020, la demande et la productivité reprennent au moins quelques couleurs, ce qui entraîne un effet de rattrapage à l'origine d'un pic temporaire du taux de croissance du PIB mondial (environ +5 % en 2021 et plus de 4% en 2022). Ce regain de croissance part toutefois d'un niveau fort bas et, comme le montre la partie droite, les taux de croissance du PIB demeurent pendant plusieurs décennies bien inférieurs à ceux du scénario de référence contrefactuel pré-COVID.

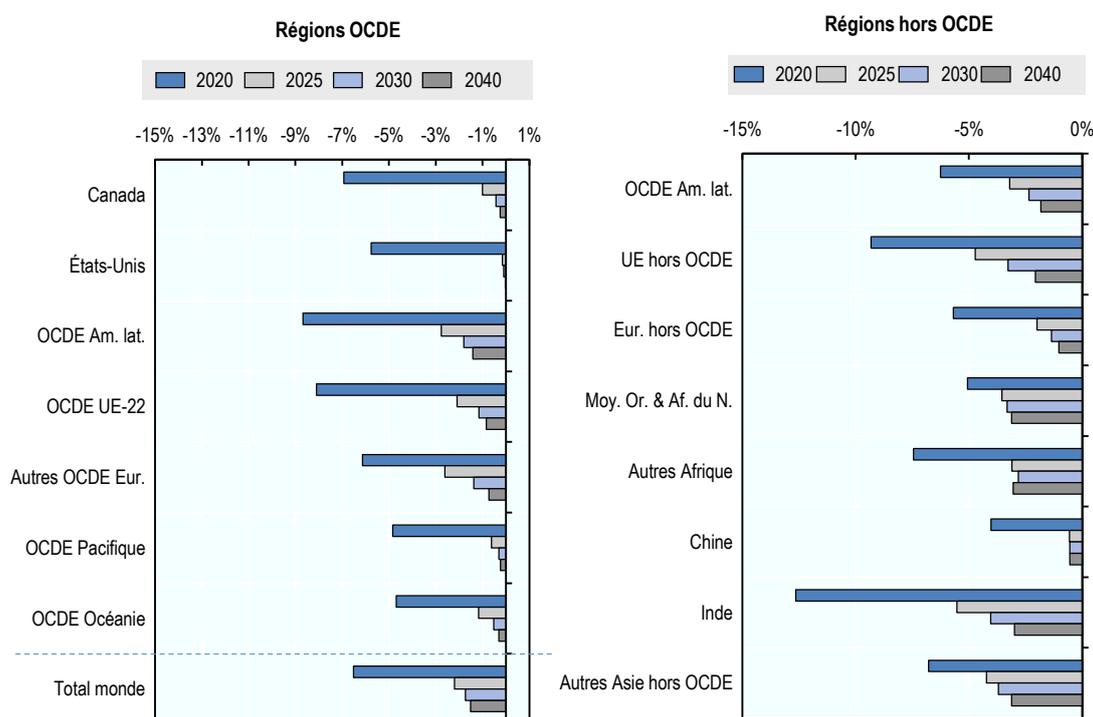
Avec le temps, la *croissance* du PIB devrait renouer avec les niveaux antérieurs à la pandémie. Les niveaux de PIB ne sortent néanmoins pas indemnes à long terme et sont de presque 2 % inférieurs à ceux du scénario de référence pré-COVID. C'est là une conséquence des effets des chocs à court terme sur l'épargne et sur l'investissement, qui entraînent un ralentissement de la croissance à long terme du capital.

Les effets du COVID-19 sur le PIB diffèrent considérablement d'une région à l'autre, bien qu'ils soient importants dans chacune d'elles (Graphique 2) et que la trajectoire générale de la reprise — à défaut de son rythme — soit similaire dans tous les pays. La pandémie est réellement mondiale et affecte directement toutes les économies. De surcroît, l'intégration économique est telle que les effets économiques régionaux se propagent à toutes les économies. La plupart des économies de l'OCDE devraient mettre environ une

décennie à retrouver l'essentiel de leur allant, mais les effets à long terme sont plus marqués dans des parties de l'Afrique et de l'Asie, notamment en Inde, où la pandémie a transformé un taux de croissance escompté de +8 % en 2020 en contraction de 6 %². Il ressort des projections qu'en Afrique, la croissance du PIB à long terme devrait dépasser celle qui est observée dans les économies actuellement émergentes, grâce à l'intégration accrue de l'économie mondiale, à telle enseigne que le continent a davantage à perdre des effets à longue échéance de la contraction de l'économie à l'échelle planétaire.

Graphique 2. Effets du scénario COVID sur le PIB régional

Écarts par rapport aux projections de référence pré-COVID



Note : pour une explication de l'agrégation régionale, voir l'annexe A.

Source : modèle ENV-Linkages.

La structure de l'économie détermine en grande partie la variation des pressions environnementales due aux effets économiques de la pandémie. Les secteurs des services, qui figurent parmi les plus gravement touchés par la pandémie (Graphique 3), se caractérisent par une intensité d'émissions et d'utilisation de matières bien moins forte que celle des secteurs industriels, ce qui donne à penser que la diminution globale des pressions environnementales observée à court terme pourrait être plus faible que la baisse du PIB. Pour les secteurs énergétiques, qui sont liés à de nombreuses sources de GES et de polluants atmosphériques, les effets sont contrastés : la demande de combustibles fossiles baisse

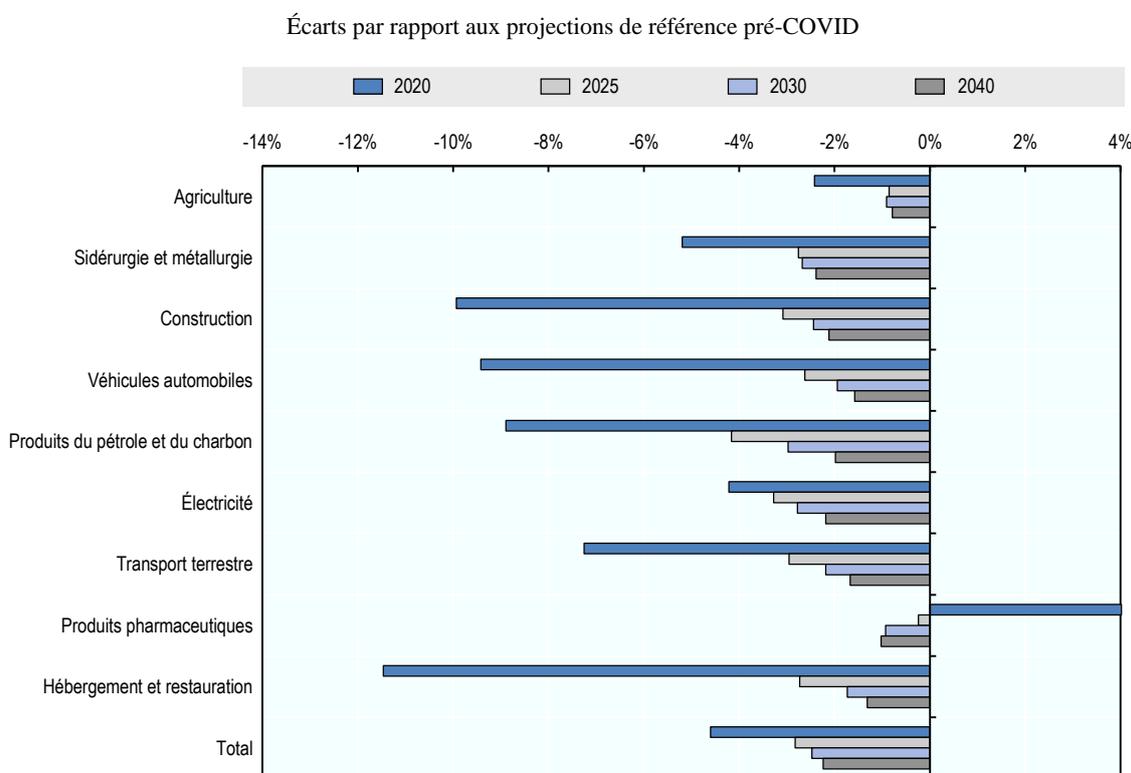
² Les prévisions de l'OCDE et du FMI pour l'Inde sont conformes à celles établies par la *Reserve Bank of India* pour l'exercice budgétaire, qui s'étend d'avril à avril. La forte contraction est suivie d'un net rebond, les prévisions faisant état d'une croissance du PIB indien supérieure à 10 % en 2021. Cette prévision pourrait devoir être revue, car l'Inde est actuellement (en avril 2021) aux prises avec la pire flambée de COVID-19 dans le monde.

considérablement, essentiellement du fait des mesures de confinement et de leurs répercussions sur les transports. La demande d'électricité diminue également, en particulier dans les processus de production, du fait de la fermeture temporaire des entreprises, mais dans une moindre mesure que la consommation de combustibles. Les activités de construction figurent parmi les plus durement touchées à court terme, tandis que les secteurs métallurgiques sont pour l'essentiel affectés de manière indirecte, principalement par les effets négatifs sur la construction et sur les véhicules automobiles. Ces effets indirects n'en sont pas moins importants : en 2020, la production de fer et d'acier devrait diminuer de 5 % par rapport au scénario de référence pré-COVID. Un seul secteur enregistrera probablement une augmentation à court terme de sa production : celui des produits pharmaceutiques (de même que certains sous-secteurs qui sont regroupés dans des secteurs plus larges dans le cadre de la modélisation, tels que la vente au détail en ligne)³. Cette embellie est toutefois temporaire, l'effondrement généralisé de la croissance économique ayant également pour effet de ramener l'augmentation de la production de ce secteur vers des niveaux inférieurs à ceux du scénario de référence pré-COVID après 2024 (bien que le secteur puisse néanmoins croître en termes absolus) ; d'après les projections, il devrait tout de même continuer de faire mieux que les autres secteurs manufacturiers⁴. À plus long terme, les secteurs agricole et des services devraient connaître un redressement plus rapide et plus complet que les industries manufacturières. Cela tient directement à l'intensité capitalistique de ces secteurs (et au fait que les aliments soient des produits de base) : d'après les simulations du modèle ENV-Linkages, à court terme, les effets négatifs les plus importants sont observés dans les secteurs à forte intensité de main-d'œuvre (étant donné que la productivité du travail est directement touchée), tandis qu'à longue échéance la situation s'inverse (puisque l'accroissement du capital se trouve affecté).

Ces effets sectoriels peuvent être sensiblement modifiés par les programmes de relance actuellement mis en œuvre ou envisagés ; l'analyse présentée ici prend en considération les programmes à court terme déjà en vigueur, mais aucun programme de relance à plus long terme.

³ Le secteur pharmaceutique représente environ 0.7 % de la production économique mondiale totale, une part qui s'élève à plus de 1 % dans les pays européens membres de l'OCDE (en moyenne).

⁴ D'après les simulations, le secteur de la santé est celui qui devrait enregistrer les meilleurs résultats à long terme.

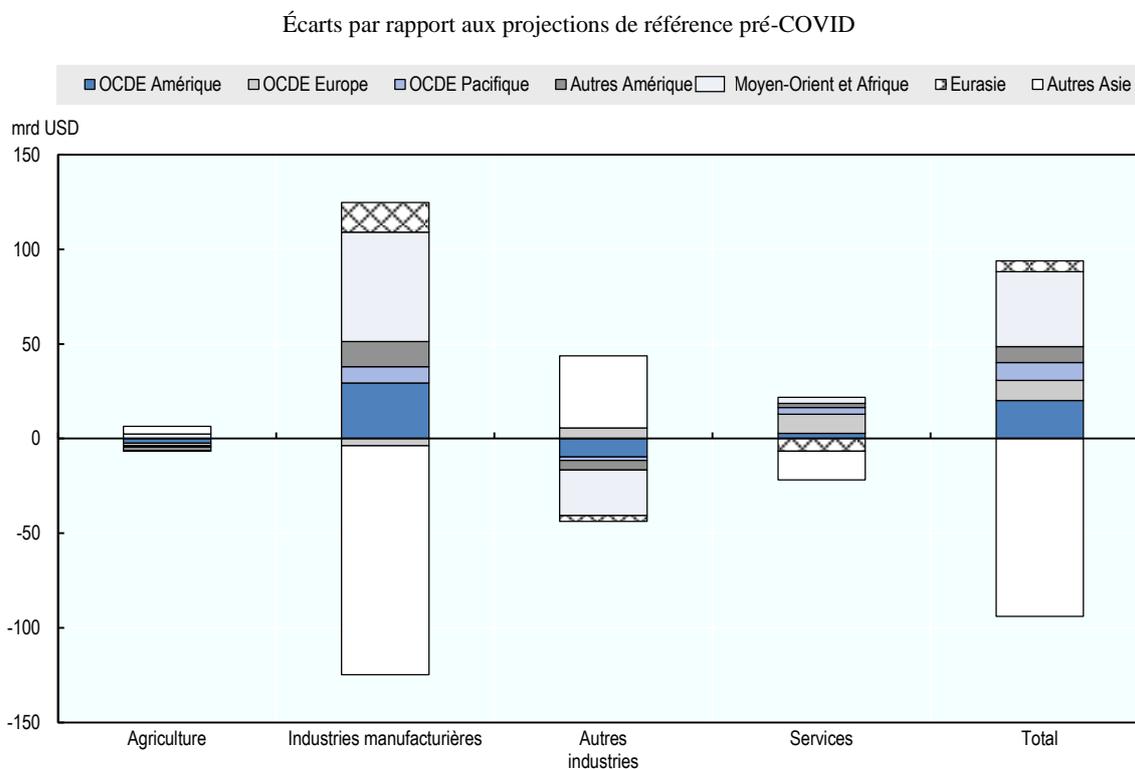
Graphique 3. Effets du scénario COVID sur la production mondiale de certains secteurs

Source : modèle ENV-Linkages.

Pour finir, étant donné que les effets économiques divergent d'un secteur et d'une région à l'autre, et que les obstacles commerciaux s'accroissent dans une plus large mesure pour certains produits que pour d'autres, les balances commerciales évoluent également (Graphique 4). Ce phénomène s'explique par les modifications sectorielles et régionales de la compétitivité. Dans l'ensemble, en 2020, les économies asiatiques ont été plus durement frappées par la pandémie en 2020 que les économies africaines, et leur rythme de redressement escompté y est plus lent (sauf en Chine). De ce fait, d'après les projections, le solde de la balance commerciale africaine des biens manufacturés devrait augmenter, au détriment des concurrents asiatiques. La balance commerciale des autres secteurs (énergie, construction et services d'utilité publique) évolue en sens inverse⁵. Le fait que l'intensité d'émission varie d'une région à l'autre, même pour des produits identiques, a des répercussions sur les pressions exercées sur l'environnement, puisque la composition régionale de ces pressions change.

⁵ Ces évolutions dépendent pour l'essentiel du cadre de modélisation et des hypothèses concernant, par exemple, le rythme du redressement. De légères perturbations des impacts régionaux et sectoriels peuvent avoir des effets notables sur la compétitivité relative et donc aboutir à des résultats sensiblement différents du point de vue de l'évolution des courants d'échanges. Les résultats présentés ici ne donnent par conséquent qu'un aperçu d'une projection possible et s'inscrivent dans un contexte empreint de grandes incertitudes.

Graphique 4. Effets du scénario COVID sur les balances commerciales régionales à l'horizon 2040



Note : à titre de comparaison, la balance commerciale totale des pays de l'OCDE avec les non-membres devrait s'établir en 2040 à -2 000 milliards USD, les pays de l'OCDE étant donc importateurs nets.

Source : modèle ENV-Linkages.

3.2. Effets sur les pressions environnementales

Les réductions de l'activité économique provoquées par la pandémie de COVID-19 ont entraîné une diminution des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions de CO₂ imputables à la combustion de combustibles fossiles ont baissé de plus de 7 % par rapport aux niveaux du scénario de référence en 2020 (Graphique 5 ; diagramme supérieur de gauche). Ce recul est conforme aux projections de l'édition 2020 des perspectives énergétiques mondiales (IEA, 2020₍₂₀₎), puisque ces effets sur les émissions suivent directement la diminution supposée de la demande d'énergie en phase avec les perspectives en question. Les émissions des autres gaz à effet de serre devraient moins diminuer : -4.6 % pour le méthane (CH₄) et -2.3 % pour l'hémioxyde d'azote (N₂O). Jusqu'en 2040, les émissions mondiales de GES affichent un retrait de plus de 2 % par rapport aux niveaux de référence (alors que le PIB mondial réduit l'écart à moins de 2 % par rapport au niveau de référence pré-COVID dès 2026, voir Graphique 1). Cela indique que la restructuration à long terme de l'économie mondiale décrite à la section 3.1 — dans laquelle les niveaux d'activité des industries manufacturières sont plus sensiblement inférieurs aux niveaux de référence que ceux de l'agriculture et des services — aboutit à une réduction légère mais peut-être permanente de l'intensité d'émission de l'économie mondiale.

Les émissions de polluants atmosphériques suivent une évolution similaire à celle des émissions de GES (Graphique 5 ; diagramme du milieu à droite), surtout dans le cas des

gaz les plus étroitement liés à la consommation d'énergie, à savoir les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO_2). Les autres gaz, dont les sources d'émission sont différentes, tendent à être moins touchés et à se rapprocher plus rapidement des niveaux de référence. L'ammoniac (NH_3) est le moins affecté d'entre eux (au moins jusqu'en 2030), étant donné que ce gaz est plus étroitement lié à l'activité agricole, et que, dans la mesure où les denrées alimentaires constituent un bien essentiel, l'agriculture est moins pénalisée que la plupart des secteurs (voir Graphique 3). Les émissions de particules ($\text{PM}_{2.5}$), qui comprennent le carbone noir et le carbone organique, se situent entre les deux⁶.

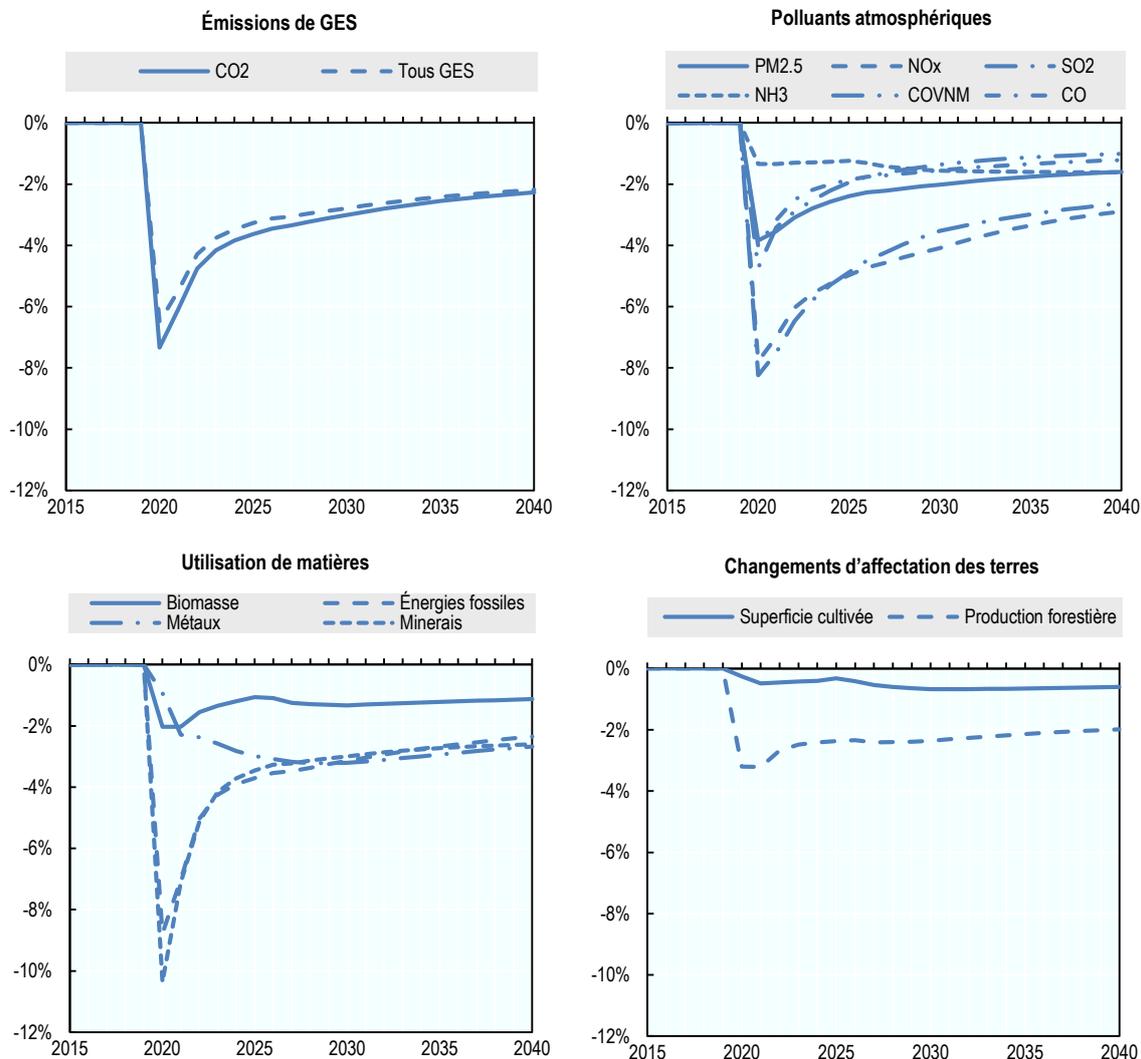
Les déterminants de l'utilisation de matières sont différents de ceux des émissions de GES ou de polluants atmosphériques, sauf pour ce qui est de l'utilisation de combustibles fossiles. Il existe des différences notables entre les matières biotiques (agricoles) et les métaux d'une part, et les minéraux non métalliques et les combustibles fossiles d'autre part (Graphique 5 ; diagramme inférieur de gauche). Les deux premiers sont liés respectivement à l'agriculture et aux activités industrielles, deux secteurs moins durement touchés à court terme. Cette tendance est particulièrement manifeste dans le cas de l'utilisation de métaux, qui n'accuse qu'une très légère baisse par rapport aux niveaux de référence dans les premiers temps, avant de creuser progressivement l'écart dans les années suivantes sous l'effet du ralentissement de la production manufacturière. Dans le cas des minéraux non métalliques, les effets sont liés au fort recul des activités de construction en 2020. Les effets permanents les plus marqués qui s'exercent sur les secteurs énergétique et manufacturier ont également des répercussions sur l'utilisation connexe de matières, laquelle demeure environ 2,5% en deçà des niveaux de référence jusqu'en 2035, alors que celle des ressources biotiques rebondit rapidement à environ -1% par rapport au scénario de référence.

Enfin, si les effets de la pandémie et des réactions gouvernementales qu'elle suscite sur la biodiversité et les services écosystémiques ne peuvent pas être mesurés dans ce cadre de modélisation, les incidences en matière de changements d'affectation des terres peuvent quant à elles être évaluées. Le ralentissement de l'activité économique peut entraîner une modeste réduction des changements d'affectation des terres, mais cet effet est presque négligeable (Graphique 5 ; diagramme inférieur de droite). À court terme, les surfaces consacrées aux cultures (superficie cultivée) sont plus ou moins fixes, et du fait du rebond relativement rapide de la demande alimentaire, les changements d'affectation des terres restent très proches des niveaux de référence. Les effets sur la production du secteur forestier, qui sont le deuxième indicateur des changements d'affectation des terres, sont un peu plus prononcés, mais cet indicateur mesure l'activité économique, et les répercussions qui en découlent sur le boisement et la déforestation seront probablement minimales.

⁶ Les émissions de $\text{PM}_{2.5}$ correspondent aux émissions primaires et ne comprennent pas les particules secondaires qui se forment dans l'atmosphère.

Graphique 5. Effets du scénario COVID sur les pressions mondiales sur l'environnement

Écart par rapport aux projections de référence pré-COVID



Source : modèle ENV-Linkages.

Les effets sur les pressions environnementales varient considérablement d'une région à l'autre (Graphique 6). Pour ce qui est du changement climatique, cela n'a guère d'importance : les émissions de GES se mélangent uniformément dans l'atmosphère, si bien que l'origine des émissions est indifférente. En revanche, du point de vue de la pollution atmosphérique, les différences régionales ont des effets notables sur la qualité de l'air à l'échelle locale. L'Inde figure parmi les pays caractérisés par des niveaux de concentration très élevés de particules (PM2.5), aussi la baisse relativement importante des

émissions de polluants atmosphériques dans le pays peut-elle réduire le nombre des décès prématurés imputables à la pollution de l'air⁷.

L'évolution des pressions environnementales à l'échelle régionale n'est qu'en partie due à ce qui arrive au niveau macroéconomique à cette même échelle. À court terme (2025, comme indiqué dans la partie A), la pandémie et les mesures de reprise économique entraînent une réduction des pressions sur l'environnement, ou au moins des émissions de GES et de l'utilisation de matières, plus franche que le recul de l'activité économique dans presque toutes les régions, en l'occurrence bon nombre de celles qui sont le plus durement touchées sur le plan économique⁸. En ce qui concerne les PM2.5, la baisse des émissions est plus prononcée que le déclin du PIB dans sept régions, tandis que dans le cas des superficies cultivées, on ne constate une relation similaire dans aucune. En grande partie due aux effets sur le système énergétique régional, la forte diminution des émissions de GES et de l'utilisation de matières en Inde est frappante.

D'ici 2040, aussi bien les pertes économiques que la réduction des pressions exercées sur l'environnement s'estompent partiellement partout, mais dans la plupart des régions, une petite diminution de l'intensité des émissions de carbone et de l'intensité matérielle de l'économie persiste. La baisse des pressions est inférieure à la moyenne mondiale dans toutes les régions de l'OCDE, ce qui signifie que les gains environnementaux nets bénéficient principalement aux pays situés en dehors de la zone de l'OCDE.

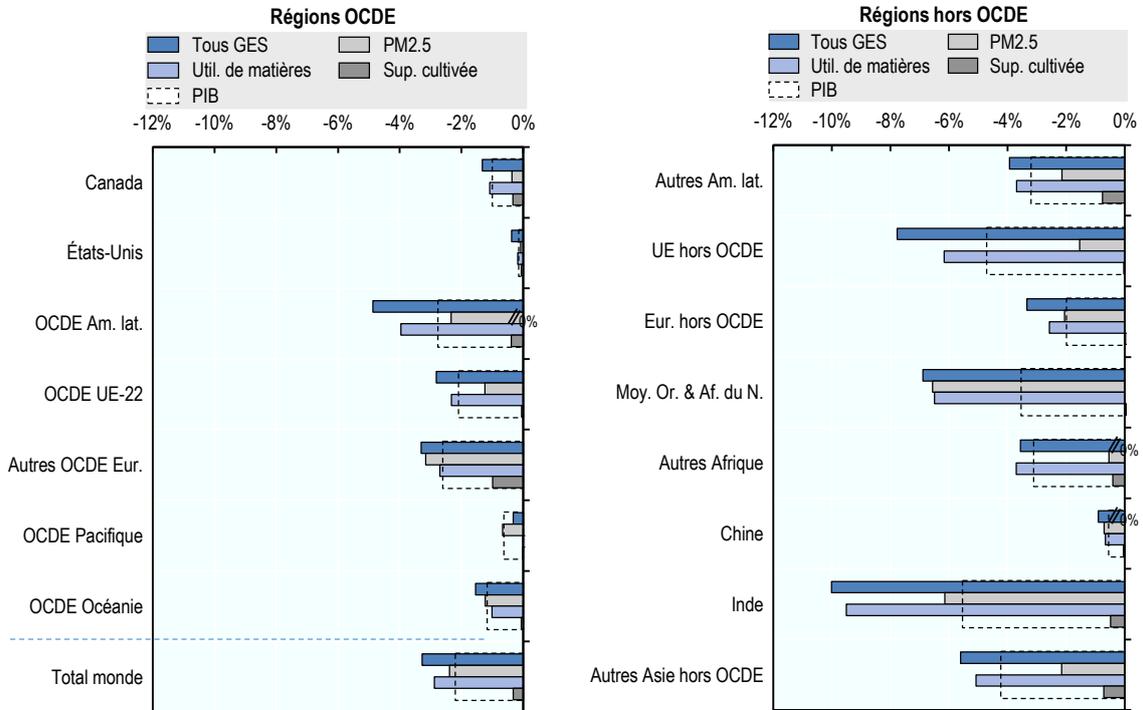
⁷ Bien entendu, cet effet positif n'est pas dû à la mise en œuvre d'une mesure au rapport coût-efficacité satisfaisant. Le coût économique associé à ce bénéfice environnemental est colossal et résulte d'un choc externe, et non d'une action délibérée des pouvoirs publics.

⁸ Ici, le point de vue est celui de l'économie ; d'autres pays peuvent être plus gravement touchés du point de vue de la mortalité ou des effets sanitaires en général.

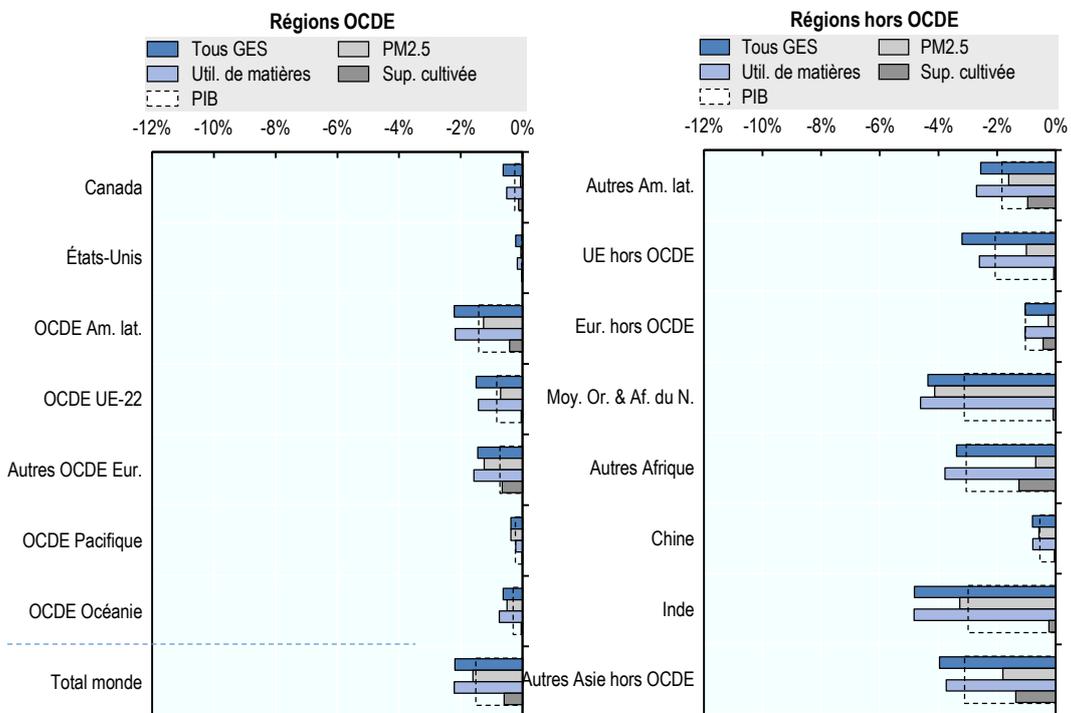
Graphique 6. Effets du scénario COVID sur certaines pressions environnementales régionales

Écarts par rapport aux projections de référence pré-COVID

Partie A. Résultats pour 2025



Partie B. Résultats pour 2040

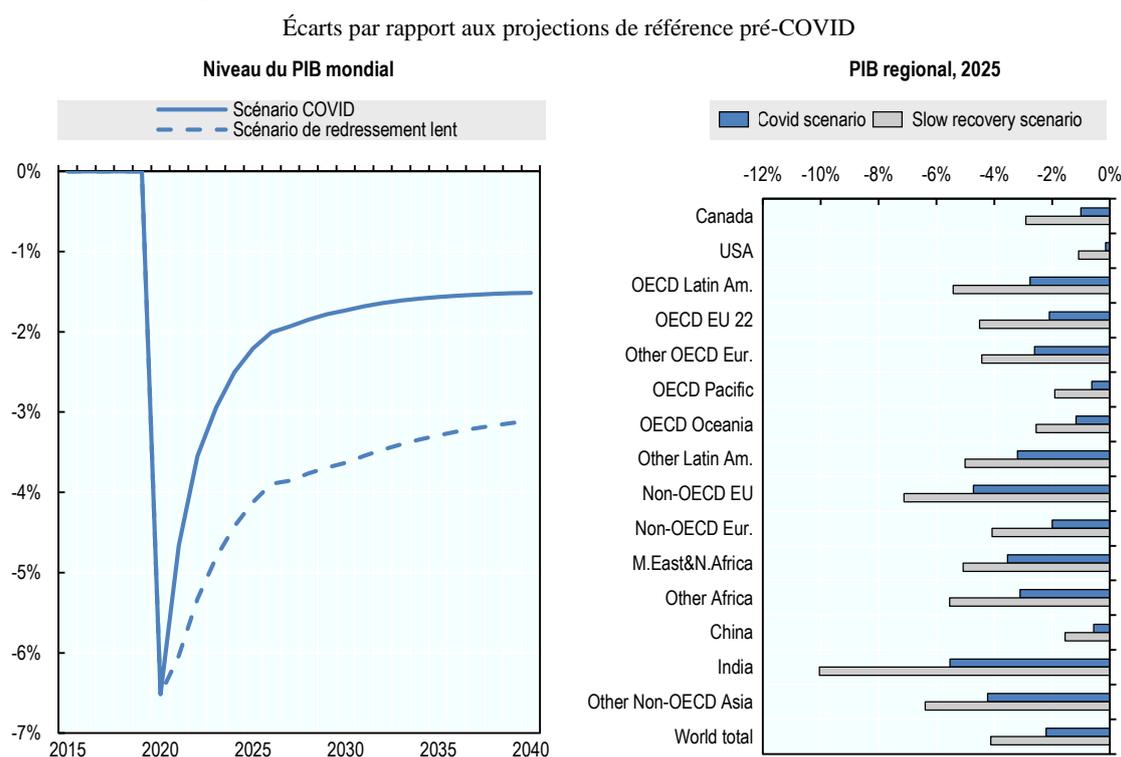


Note : pour une explication de l'agrégation régionale, voir l'annexe A.
 Source : modèle ENV-Linkages.

4. Le scénario de redressement lent

La vitesse à laquelle l'économie mondiale se remettra de la pandémie est très incertaine, tout comme les effets à moyen terme⁹. Un autre scénario est donc brièvement étudié, pour mettre en lumière les conséquences d'un redressement plus lent.¹⁰ Dans ce scénario, le rebond du PIB est plus lent et, en 2040, l'activité économique reste beaucoup moins dynamique, par rapport au scénario de référence contrefactuel pré-COVID, que dans le cas du scénario COVID (Graphique 7). Les chocs simulés dans le modèle sont censés diminuer deux fois moins vite que dans le scénario COVID, mais l'effet sur l'activité est beaucoup plus durable et il demeure à peu près deux fois plus intense que dans ce scénario pendant les deux décennies à venir au moins. Au niveau régional, les différences en 2025 (diagramme de droite) sont relativement prononcées dans le cas des pays censés se rétablir rapidement dans le scénario COVID principal et connaître un effet de rebond en 2021. En valeur absolue, une reprise lente suppose que le manque à gagner reste massif en Inde, puisque le PIB s'y établit à 10 % en dessous de la projection de référence pré-COVID (soit un léger gain par rapport au recul de 12.6 % enregistré en 2020). La principale raison en est que l'économie mondiale demeure plus lourdement touchée et que les grands exportateurs comme l'Inde et la Chine en pâtissent tout particulièrement.

Graphique 7. Effets du scénario de redressement lent sur le PIB mondial



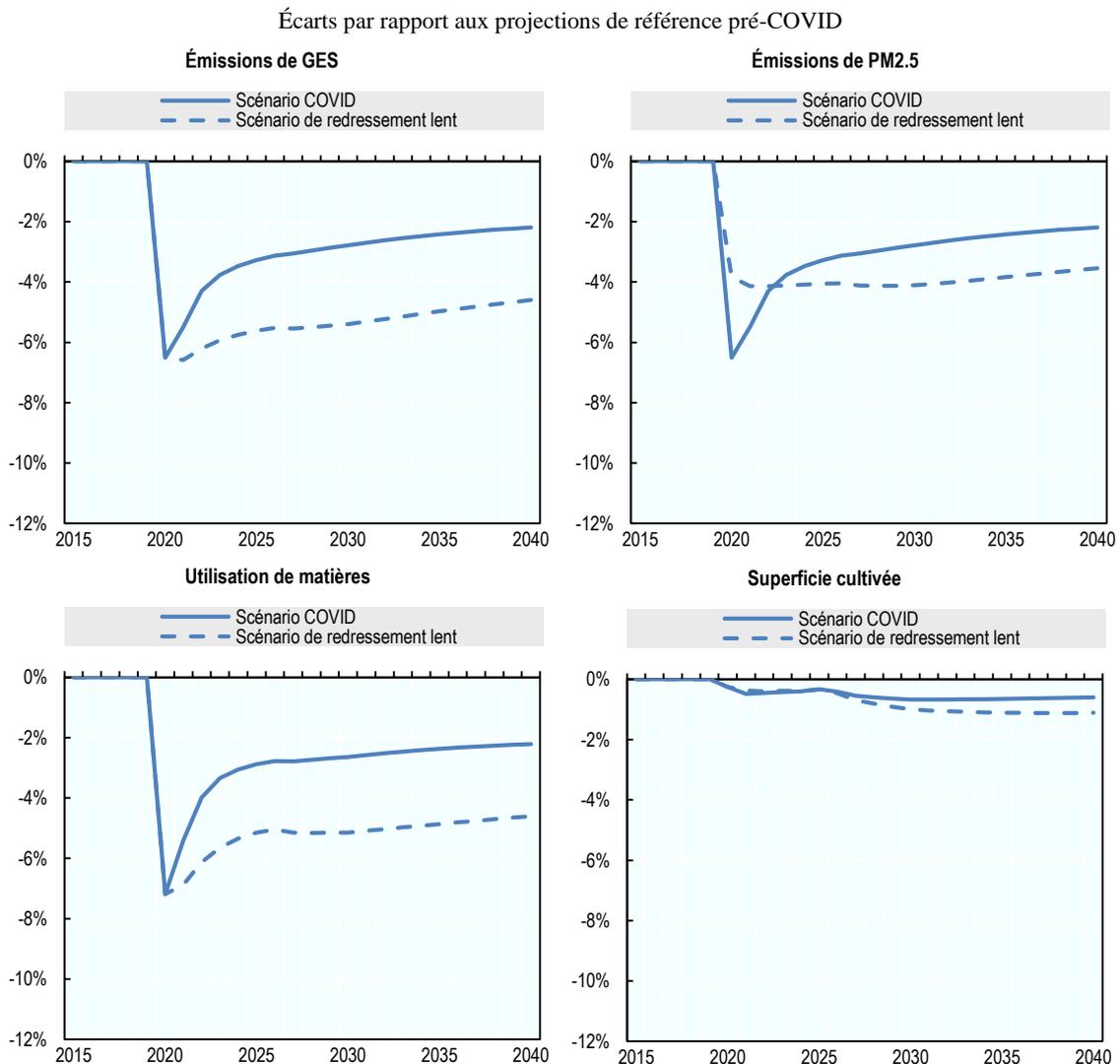
Source : modèle ENV-Linkages.

⁹ Comme précédemment indiqué, les programmes axés spécifiquement sur la relance verte ne sont pas pris en considération dans cette analyse.

¹⁰ Dans le scénario de redressement lent, l'effet de rebond en 2021 n'est pas pris en compte et les taux de reprise sont divisés par deux tous chocs confondus.

Parallèlement, la diminution des pressions environnementales devrait également durer plus longtemps (Graphique 8). Ce redressement plus lent creuse par ailleurs l'écart entre les secteurs s'agissant des effets sur les niveaux de production. Les conséquences sur les pressions environnementales liées aux secteurs à forte intensité capitaliste, notamment l'énergie et les industries manufacturières, persistent par conséquent plus longtemps que celles associées par exemple à l'agriculture. Les autres polluants, qui n'apparaissent pas dans le graphique, suivent des évolutions similaires en fonction de leurs principales sources d'émission. Le rythme du redressement n'étant pas le même dans toutes les régions, ces tendances mondiales n'indiquent qu'en partie les incidences au niveau régional. Par exemple, les différences entre les deux scénarios sont, de manière générale, moins grandes là où le scénario COVID table sur une reprise plus rapide, mais plus prononcées dans les régions où les prévisions de PTB prévoient un effet de rebond en 2021 ; de même, l'écart est plus petit dans les régions où les conséquences sur les pressions environnementales sont plus limitées, comme la zone Pacifique de l'OCDE (Annex C).

Graphique 8. Effets du scénario de redressement lent sur les pressions mondiales sur l'environnement



Source : modèle ENV-Linkages.

5. Analyse

Les résultats présentés dans ce rapport sont empreints de grandes incertitudes. Les impacts de la pandémie sur l'activité économique des différents secteurs ne sont pas encore clairement établis. Par ailleurs, de nombreux pays n'ont pas encore formalisé leurs programmes de relance. De surcroît, bien que le début des campagnes de vaccination diminue le risque d'une pandémie prolongée, on ignore encore à quelle vitesse se produira le « retour à la vie normale ».

Les projections relatives aux pressions environnementales présentent elles aussi des incertitudes. La modélisation ci-dessus n'examine que les déterminants économiques de ces pressions, sans tenir compte des éventuels changements de composition de l'activité économique *au sein des secteurs* au bénéfice d'activités plus polluantes ou au contraire moins polluantes. En réalité, la composition du secteur des plastiques, par exemple, pourrait avoir évolué du fait de la demande accrue d'équipements de protection.

Bien que de nombreux pays aient annoncé qu'ils mettraient en œuvre des programmes de relance « verts », le modèle ne prend pas en considération le soutien spécifique aux biens et services environnementaux. De fait, il conviendrait d'étudier plus avant la mesure dans laquelle les programmes de relance orientent le soutien public vers certains secteurs importants pour l'environnement.

Enfin, ce document porte sur les incidences des chocs dus au COVID-19 sur les pressions environnementales. L'évaluation des conséquences sur la qualité de l'environnement à l'aide d'indicateurs allant des concentrations de GES et de particules à la montée du niveau des mers, en passant par la mortalité liée à la pollution atmosphérique, la biodiversité et les services écosystémiques, n'entre pas dans le champ du présent rapport.

Références

- Agrawala, S., D. Dussaux et N. Monti (2020), « What policies for greening the crisis response and economic recovery? : Lessons learned from past green stimulus measures and implications for the COVID-19 crisis », *OECD Environment Working Papers*, n° 164, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/c50f186f-en>. [9]
- Amann, M., Z. Klimont et F. Wagner (2013), « Regional and Global Emissions of Air Pollutants: Recent Trends and Future Scenarios », *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 38/1, pp. 31-55, <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-052912-173303>. [25]
- Arriola, C., P. Kowalski et F. Van Tongeren (forthcoming), *Assessment of the Covid-19 pandemic: insights from the METRO model*. [19]
- Berman, J. et K. Ebisu (2020), « Changes in U.S. air pollution during the COVID-19 pandemic », *Science of the Total Environment*, vol. 739, p. 139864, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139864>. [1]
- Buckle, S. et al. (2020), « Addressing the COVID-19 and climate crises : Potential economic recovery pathways and their implications for climate change mitigation, NDCs and broader socio-economic goals », *OECD/IEA Climate Change Expert Group Papers*, n° 2020/04, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/50abd39c-en>. [8]
- Château, J., R. Dellink et E. Lanzi (2014), « An Overview of the OECD ENV-Linkages Model : Version 3 », *OECD Environment Working Papers*, n° 65, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/5jz2qck2b2vd-en>. [12]
- Chateau, J. et E. Mavroeidi (2020), *The jobs potential of a transition towards a resource efficient and circular economy*. [22]
- Dellink, R. (2020), « The consequences of a more resource efficient and circular economy for international trade patterns : A modelling assessment », *OECD Environment Working Papers*, n° 165, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/fa01b672-en>. [23]
- EaRE (2020), « Perspectives on the Economics of the Environment in the Shadow of Coronavirus », *Environmental and Resource Economics*, vol. 76/4, pp. 447-517, <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-020-00493-2>. [4]
- Granello, F. et al. (2020), « COVID-19 lockdown only partially alleviates health impacts of air pollution in Northern Italy », *Environmental Research Letters*, <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/abd3d2>. [2]
- Hyman, R. et al. (2003), « Modeling non-CO2 Greenhouse Gas Abatement », *Environmental Modeling and Assessment*, vol. 8/3, pp. 175-186, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025576926029>. [24]
- IEA (2020), *World Energy Outlook 2020*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/557a761b-en>. [20]
- IMF (2020), *World Economic Outlook, October 2020: A Long and Difficult Ascent*, International Monetary Fund, Washington, D.C., <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020> (consulté le 22 janvier 2021). [18]

- Lahcen, B. et al. (2020), « Green Recovery Policies for the COVID-19 Crisis: Modelling the Impact on the Economy and Greenhouse Gas Emissions », *Environmental and Resource Economics*, vol. 76/4, pp. 731-750, <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-020-00454-9>. [5]
- OCDE (2021), *Perspectives économiques de l'OCDE, Rapport intermédiaire, mars 2021*, Éditions OCDE, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/01954fa3-fr>. [17]
- OCDE (2020), *Perspectives économiques de l'OCDE, Volume 2020 Numéro 2*, Éditions OCDE, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/8dd1f965-fr>. [6]
- OCDE (2016), *Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur*, Éditions OCDE, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264262294-fr>. [14]
- OCDE (2016), *Les conséquences économiques du changement climatique*, Éditions OCDE, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264261082-fr>. [13]
- OECD (2021), « Global value chains: efficiency and risks in the context of COVID-19 », *OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19)*, OECD Publishing, Paris. [7]
- OECD (2020), *Biodiversity and the economic response to COVID-19: Ensuring a green and resilient recovery*, OECD, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=136_136726-x5msnju6xg&title=Biodiversity-and-the-economic-response-to-COVID-19-Ensuring-a-green-and-resilient-recovery (consulté le 4 mars 2021). [28]
- OECD (2020), *OECD iLibrary | The impact of COVID-19 on agricultural markets and GHG emissions*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/57e5eb53-en> (consulté le 21 janvier 2021). [11]
- OECD (2020), *Policy scenarios for a transition to more resource efficient and circular economy*, ENV/EPOC/WPIEEP(2019)11/FINAL, OECD Publishing, Paris. [21]
- OECD (2020), *Shocks, risks and global value chains: insights from the OECD METRO model*. [10]
- OECD (2019), *Global Material Resources Outlook to 2060 : Economic Drivers and Environmental Consequences*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264307452-en>. [15]
- OECD (2017), *The Land-Water-Energy Nexus : Biophysical and Economic Consequences*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264279360-en>. [16]
- Pei, Z. et al. (2020), « Response of major air pollutants to COVID-19 lockdowns in China », *Science of the Total Environment*, vol. 743, p. 140879, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140879>. [3]
- Robinson, S. et al. (2015), « The International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model description for version 3 », *Discussion Paper*, n° 01483, IFPRI, Washington D.C., <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/129825> (consulté le 15 janvier 2018). [27]
- Wagner, F., M. Amann et W. Schoepp (2007), *The GAINS Optimization Module as of 1 February 2007*, IIASA, <http://pure.iiasa.ac.at/8451/1/IR-07-004.pdf> (consulté le 10 janvier 2018). [26]

Annex A. Description des outils de modélisation

Modélisation de l'activité économique

Le modèle ENV-Linkages de l'OCDE est un modèle d'équilibre général calculable (EGC) fondé sur la base de données de comptabilité nationale du GTAP (Château, Dellink et Lanzi, 2014_[12]). Il décrit les activités économiques de différents secteurs et différentes régions ainsi que leurs interactions. Il s'agit également d'un modèle économique mondial dans lequel figurent toutes les grandes régions et les grands pays du monde. Ce modèle s'appuie sur une série de données cohérente qui décrit le comportement des secteurs de production et des consommateurs dans les différentes régions en mettant l'accent sur l'énergie et sur les échanges internationaux. Les agrégations sectorielle et régionale du modèle sont indiquées au Tableau A.1 et au Tableau A.2, respectivement.

Tableau A.1. Agrégation sectorielle du modèle ENV-Linkages

Agriculture, pêche et sylviculture	Industries manufacturières
Riz paddy	Produits alimentaires
Blé et méteil	Textiles
Autres céréales	Produits du bois
Légumes et fruits	Produits chimiques
Oléagineux	Produits pharmaceutiques de base
Canne à sucre et betterave sucrière	Produits en caoutchouc et en matière plastique
Plantes à fibres	Pâtes, papiers et produits de l'édition
Autres cultures	Minéraux non métalliques
Bétail et lait cru	Produits métalliques ouvrés
Autres produits animaux	Électronique
Pêche	Équipement électrique
Sylviculture	Véhicules automobiles
Industries non manufacturières	Autre matériel de transport
Extraction de charbon	Autres machines et outillage
Extraction de pétrole brut	Autres activités manufacturières, recyclage inclus
Extraction de gaz naturel	Sidérurgie et métallurgie
Autres industries extractives	Métaux non ferreux
Produits du pétrole et du charbon	Services
Distribution de gaz	Transport terrestre
Captage et distribution d'eau	Transport aérien
Construction	Transport par voie navigable
Transport et distribution d'électricité	Assurances
Production d'électricité (8 technologies)	Services marchands
<i>Production d'électricité : nucléaire ; hydroélectrique (et géothermique) ; solaire ; éolienne ; issue de centrales au charbon ; issue de centrales au gaz ; issue de centrales au pétrole ; autre (combustibles renouvelables, déchets, etc.).</i>	Services aux entreprises n.d.a.
	Activités immobilières
	Activités d'hébergement et de restauration
	Administration publique et défense
	Éducation
	Santé et action sociale

Tableau A.2. Régions du modèle ENV-Linkages

Macrorégions	Pays et régions du modèle ENV-Linkages	Principaux pays et territoires inclus
OCDE	Canada	Canada
	OCDE Amérique	États-Unis
		Autres OCDE Amérique
	OCDE Europe	OCDE UE-22
		Autres OCDE Europe
	OCDE Pacifique	Australie et Nouvelle-Zélande
Non OCDE	Autres Amérique	Autres Amérique latine
		Autres UE
	Eurasie	Autres Europe et région caspienne
	Moyen-Orient et Afrique	Moyen-Orient et Afrique du Nord
		Autres Afrique
	Autres Asie	Chine
		Inde
		Autres pays d'Asie non membres de l'OCDE

Note :

¹ Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

² Note de la Turquie : Les informations figurant dans ce document qui font référence à « Chypre » concernent la partie méridionale de l'Île. Il n'y a pas d'autorité unique représentant à la fois les Chypriotes turcs et grecs sur l'Île. La Turquie reconnaît la République Turque de Chypre Nord (RTCN). Jusqu'à ce qu'une solution durable et équitable soit trouvée dans le cadre des Nations Unies, la Turquie maintiendra sa position sur la « question chypriote ».

Note : La République de Chypre est reconnue par tous les membres des Nations Unies sauf la Turquie. Les informations figurant dans ce document concernent la zone sous le contrôle effectif du gouvernement de la République de Chypre.

L'un des grands points forts du modèle tient au fait qu'il établit un lien entre l'activité économique et les pressions sur l'environnement, telles que les émissions de gaz à effet de serre (GES) (OCDE, 2016_[13]), celles de polluants atmosphériques (OCDE, 2016_[14]), ou encore les impacts sur l'environnement liés à l'utilisation de matières (OECD, 2019_[15]). La plus récente amélioration du modèle consiste en un calcul détaillé de la production, de la consommation et des déchets de plastique, différenciés par polymère et par application. Le modèle ENV-Linkages peut également éclairer l'impact à moyen et long terme des politiques environnementales, telles que celles axées sur l'efficacité d'utilisation des ressources ou sur l'économie circulaire (OECD, 2020_[21] ; Chateau et Mavroeidi, 2020_[22] ; Dellink, 2020_[23]).

ENV-Linkages est un modèle EGC dynamique calibré avec soin, ce qui en fait un outil idéal pour mieux comprendre les déterminants des pressions environnementales. Ses composantes sectorielles et régionales peuvent permettre d'évaluer les effets bénéfiques de l'action publique en tenant compte des variations de la production et des échanges sectoriels induits par la politique mise en œuvre. La production s'inscrit par hypothèse dans un contexte de réduction au minimum des coûts, de marchés parfaits et de technologies à rendements d'échelle constants.

Dans ce modèle, les technologies font l'objet d'une spécification *putty/semi-putty*, ce qui signifie que les possibilités de substitution entre les facteurs sont censées être plus fortes avec le nouveau capital qu'avec l'ancien. À court terme, cela confère une inertie au système économique, avec peu de possibilités de substitution des intrants les plus onéreux, mais permet à plus longue échéance un ajustement relativement souple des quantités aux variations de prix. L'accumulation de capital est modélisée comme dans le modèle traditionnel de croissance néoclassique de type Solow-Swan.

Le bloc énergie est particulièrement intéressant pour l'analyse des questions environnementales. L'énergie est un composite de combustibles fossiles et d'électricité. Les combustibles fossiles sont eux-mêmes un composite de charbon et de l'ensemble « autres combustibles fossiles ». Au plus bas niveau d'imbrication, le composite « autres combustibles fossiles » comprend le pétrole brut, les produits pétroliers raffinés et le gaz naturel. La valeur des élasticités de substitution est choisie de manière à impliquer un degré de substitution plus élevé entre les autres combustibles qu'avec l'électricité et le charbon.

La demande de consommation des ménages est le résultat d'un comportement de maximisation statique formalisé par un « système linéaire de dépenses étendu ». Un consommateur représentatif de chaque région — qui considère les prix comme donnés — répartit de manière optimale son revenu disponible sur tout l'éventail des produits de consommation et d'épargne. L'épargne est considérée comme un bien ordinaire dans la fonction d'utilité et ne dépend donc pas de l'adoption d'un comportement prospectif par le consommateur. Dans chaque région, les administrations perçoivent différents types d'impôts pour financer les dépenses publiques. Dans l'hypothèse d'une épargne publique (ou d'un déficit public) fixe, le budget de l'État est équilibré par ajustement de l'impôt sur le revenu auquel les consommateurs sont assujettis. À chaque période, l'investissement, net de l'amortissement économique, est égal à la somme de l'épargne publique, de l'épargne des consommateurs et des flux nets de capitaux en provenance de l'étranger.

Les échanges internationaux se composent d'un ensemble de flux bilatéraux régionaux. Le modèle adopte la spécification d'Armington, en supposant que les produits nationaux et les produits importés ne sont pas parfaitement substituables. En outre, les produits importés de régions différentes sont aussi imparfaitement substituables. L'équilibre des marchés suppose que, d'une part, la production totale de tout bien ou service soit égale à la demande auprès des producteurs locaux augmentée des exportations et que, d'autre part, la demande totale soit répartie entre les demandes (finale et intermédiaire) adressées aux producteurs locaux et la demande d'importations.

L'équilibre des marchés suppose que, d'une part, la production totale de tout bien ou service soit égale à la demande auprès des producteurs locaux augmentée des exportations et que, d'autre part, la demande totale soit répartie entre les demandes (finale et intermédiaire) adressées aux producteurs locaux et la demande d'importations.

Le modèle ENV-Linkages est totalement homogène du point de vue des prix et seuls comptent les prix relatifs. Tous les prix sont exprimés dans l'unité de compte du système

de prix qui a été arbitrairement choisie : l'indice OCDE des prix à l'exportation des produits manufacturés. Chaque région dispose d'une balance des opérations courantes établie dans cette unité de compte. Dans le contexte de ce rapport, cette hypothèse a pour conséquence importante que les taux de change réels s'ajustent immédiatement pour rétablir l'équilibre de la balance des opérations courantes lorsque les pays commencent à exporter ou à importer des permis d'émission.

ENV-Linkages étant un modèle récursif dynamique qui n'intègre pas de comportement prospectif, les variations des modes d'innovation induites par les prix ne s'y trouvent pas représentées. En revanche, le modèle tient compte du progrès technologique par le biais d'un ajustement annuel des différents paramètres de productivité, y compris, par exemple, l'amélioration autonome de l'efficacité énergétique et de la productivité du travail. En outre, vu que le choix des intrants est relativement plus flexible dans le cas de la production réalisée avec du nouveau capital, les technologies existantes peuvent se propager à d'autres entreprises. En conséquence, dans le cadre de modélisation EGC, les entreprises choisissent la combinaison d'intrants la moins coûteuse, compte tenu de l'état actuel de la technologie. La différenciation du capital en fonction de son ancienneté permet que cette flexibilité soit plus grande à long terme qu'à brève échéance.

Établissement d'un lien entre l'activité économique et les pressions environnementales

La structure régionale et sectorielle du modèle ENV-Linkages, l'utilisation de fonctions de production complètes, ainsi que la représentation détaillée du système énergétique peuvent être mises à profit pour établir des projections des pressions environnementales : ces dernières sont liées à certaines composantes de l'activité économique. Les émissions de CO₂ dues à la combustion de sources d'énergie sont directement liées à la consommation de différents combustibles dans le cadre de la production. Les autres émissions de GES sont liées à la production d'une manière similaire à celle décrite dans Hyman et al. (2003_[24]). Les sources d'émissions suivantes hors CO₂ sont prises en compte : i) émissions de méthane provenant de la culture du riz et de l'élevage (fermentation entérique et gestion des effluents) et émissions fugitives de méthane dues à l'extraction de charbon et de pétrole brut, au gaz naturel et aux services (décharges et eaux usées) ; ii) émissions d'hémioxyde d'azote provenant des cultures (engrais azotés), de l'élevage (gestion des effluents), des produits chimiques (procédés industriels sans combustion) et des services (décharges) ; et iii) émissions de gaz industriels (SF₆, PFC et HFC) dues à l'industrie chimique (mousses, acide adipique, solvants) et à la production d'aluminium, de magnésium et de semi-conducteurs. Au fil du temps, toutefois, on constate un découplage relatif entre les émissions et l'activité économique sous-jacente grâce à des avancées techniques autonomes, ce qui implique que les émissions croissent moins vite que l'activité économique (OCDE, 2016_[13]).

Les émissions de polluants atmosphériques ont été prises en compte dans ENV-Linkages en les reliant aux activités de production de différents secteurs clés. Les principales sources d'émission sont similaires à celles correspondant aux émissions de GES : production d'électricité et consommation d'énergie du secteur industriel, du fait de la combustion des énergies fossiles ; production agricole, du fait de l'utilisation d'engrais ; transports, du fait en particulier de la consommation de carburants fossiles par le transport routier ; et secteurs résidentiel et commercial. Le modèle permet de suivre l'évolution des polluants atmosphériques ci-après : dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x), carbone noir (CN), carbone organique (OC), monoxyde de carbone (CO), composés organiques volatils

(COV) et ammoniac (NH₃). Cette liste ne couvre certes pas tous les polluants atmosphériques, mais elle contient les principaux précurseurs des particules et de l'ozone troposphérique (O₃), dont les niveaux de concentration sont à l'origine des impacts sur la santé humaine et sur le rendement des cultures. Les données relatives aux polluants atmosphériques utilisées dans ce rapport proviennent du modèle GAINS (*Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies*) (Amann, Klimont et Wagner, 2013^[25] ; Wagner, Amann et Schoepp, 2007^[26]). Les émissions par unité de l'activité économique correspondante (autrement dit les coefficients d'émission) varient selon le moment, le secteur et la région considérés, afin de tenir compte des différences dans le rythme de mise en œuvre des différentes technologies requises pour se conformer à la législation relative aux émissions applicable dans chaque secteur et chaque région (OCDE, 2016^[14]).

Les flux de matières, qui couvrent 60 matières différentes, dont les ressources biotiques, les combustibles fossiles, les métaux et les minéraux non métalliques, sont liés aux flux économiques recensés au niveau sectoriel détaillé (voir Tableau A.3 pour plus de précisions). La série de données sur les flux physiques de matières fournie par l'*International Resource Panel* (PNUE, 2018) sert de base à la projection de l'extraction de matières. Le postulat de base est que, pour chaque matière première, les flux physiques (utilisation de matières exprimée en tonnes) sont fonction du flux économique correspondant (demande de matières en USD). Un coefficient de consommation physique par USD de demande est calculé, avant de servir à une projection de l'utilisation de matières dans les décennies à venir ; autrement dit, les gains d'efficacité sont réputés affecter aussi bien les flux physiques que les flux monétaires liés aux matières et ne modifient donc pas le coefficient de consommation physique (OECD, 2019^[15]).

Tableau A.3. Vue d'ensemble des matières prises en compte dans le modèle

Catégorie	Matières	Flux économiques correspondants
Ressources biotiques	Biomasse pâturée, autres résidus de récolte (feuilles de betterave sucrière et fourragère, etc.), paille, cultures sucrières, bois d'œuvre (bois rond industriel), combustible ligneux et autres extractions de bois, tous autres animaux aquatiques, plantes aquatiques, capture de poissons sauvages, fruits, fruits à coque, légumes, cultures oléagineuses, fibres, blé, riz, céréales n.c.a., autres cultures n.c.a., légumineuses, racines et tubercules, épices — boissons - cultures à usage pharmaceutique, tabac	Production du secteur agricole correspondant
Combustibles fossiles	Anthracite, autres charbons bitumineux, tourbe, gaz naturel, liquides de gaz naturel, pétrole brut, schistes et sables bitumineux	Extraction de charbon, de gaz et de pétrole, respectivement
Minéraux non métalliques	Gypse, calcaire, gravier sableux et roche concassée, argiles pour la construction	Minéraux non métalliques utilisés dans la construction*
	Pierres ornementales et de construction	Intrants miniers utilisés dans la construction
	Minéraux pour l'industrie chimique n.c.a., minéraux pour l'industrie des engrais n.c.a., sel	Intrants miniers utilisés dans la production de produits chimiques, de caoutchouc et de matières plastiques
	Craie, dolomie, minéraux industriels n.c.a., sable et gravier industriels, autres minéraux non métalliques n.c.a., argiles spéciales	Intrants miniers utilisés dans la production de minéraux non métalliques
Métaux de première fusion	Minerais de fer	Intrants miniers utilisés dans la production de fer et d'acier
	Bauxite et autres minerais d'aluminium	Intrants miniers utilisés dans la production d'aluminium
	Minerais de cuivre	Intrants miniers utilisés dans la production de cuivre
	Minerais de chrome, minerais d'or, minerais de plomb, minerais de manganèse, minerais de nickel, autres minerais métalliques, minerais de métaux du groupe du platine, minerais d'argent, minerais d'étain, minerais de titane, minerais de zinc	Intrants miniers utilisés dans la production d'autres métaux non ferreux

Note : * Le secteur des minéraux non métalliques n'est pas un secteur extractif, mais l'on part ici de l'hypothèse que les matériaux de construction qui nécessitent une transformation (le ciment, par exemple) suivent le flux économique qui va du secteur de la transformation des minéraux non métalliques à celui de la construction, et non celui qui va du secteur extractif à celui des minéraux non métalliques.

Source : OCDE (2019_[15]).

Les changements d'affectation des terres sont représentés par deux indicateurs : la superficie cultivée et la production du secteur forestier. Ils obéissent à un arbre de substitution à plusieurs niveaux qui distingue les différents types d'utilisation, car il est plus facile de passer d'une culture à une autre que de convertir un pâturage en champ labourable, et plus facile d'opérer cette conversion que de mettre une friche en culture (OECD, 2017_[16]). La superficie cultivée est directement reliée à l'utilisation des terres dans le secteur agricole, moyennant un coefficient valeur-superficie calibré pour le modèle IMPACT (Robinson et al., 2015_[27]). La production du secteur forestier est mesurée en valeur.

Annex B. Description détaillée du scénario tenant compte de la pandémie de COVID-19 et des mesures de relance

Les conséquences de la pandémie de COVID-19 et des mesures de relance reposent sur les hypothèses de modélisation suivantes :

- Les augmentations des taux de chômage observées au niveau régional en 2020 sont tirées des Perspectives économiques de l'OCDE 108 (OCDE, 2020_[6]), des mises à jour des prévisions du PIB figurant dans les Perspectives intermédiaires (OCDE, 2021_[17]) et des Perspectives économiques du FMI pour les pays non couverts par les prévisions de l'OCDE (IMF, 2020_[18]). Pour les quelques pays qui ne figurent dans aucune de ces deux bases de données, des hypothèses spécifiques sont formulées sur la base des effets constatés pour des pays similaires.
- Les chocs sur la demande sectorielle affectant l'année 2020 sont pris en compte sur la base des travaux d'Arriola et Van Tongeren (forthcoming_[19]). Pour les secteurs énergétiques, les chocs sont repris de l'AIE (IEA, 2020_[20]).
- Les programmes de relance publics sont pris en compte sous la forme d'une réduction de la fiscalité sur le capital et sur le travail dans le cas des entreprises, et de l'impôt sur le revenu dans celui des ménages. La source est en l'occurrence Arriola et al. (forthcoming_[19]).
- Les chocs commerciaux prennent la forme d'une augmentation des coûts des échanges internationaux (« coûts iceberg »), avec une différenciation entre les secteurs des services et l'agriculture et les industries manufacturières. Il s'agit d'une reproduction des chocs commerciaux décrits dans Arriola et al. (forthcoming_[19]).
- Les diminutions de la productivité régionale du travail rendent compte des pertes de productivité durant le confinement (y compris les effets du télétravail) et se traduisent simplement par une baisse uniforme de la productivité dans tous les secteurs et toutes les régions, d'après les travaux d'Arriola et al. (forthcoming_[19]).
- Pour finir, des chocs sur la productivité totale des facteurs à l'échelon régional sont ajoutés au scénario en s'appuyant sur la baisse macroéconomique du PIB, afin de tenir compte des effets conjugués de tous les éléments non expressément repris ci-dessus (OCDE, 2020_[6]). Cette approche permet de faire en sorte que les effets macroéconomiques immédiats de la pandémie sont pondérés de manière à parvenir aux taux de croissance du PIB prévus pour 2020 par l'OCDE (OCDE, 2020_[6]) et par le FMI pour les pays non couverts par les prévisions de l'OCDE (IMF, 2020_[18]). En outre, un effet rebond sur la productivité totale des facteurs est pris en compte en 2021 et 2022 dans les pays où les prévisions à court terme sont plus optimistes que ne peuvent l'expliquer les taux de redressement calibrés dans le modèle.

Tous les chocs sont réputés s'estomper d'année en année après 2020. Les taux de redressement sont propres à chaque région et fondés sur les prévisions du PIB jusqu'à 2025 établies par le FMI. Cependant, l'activité économique à long terme — et les pressions environnementales connexes — ne renouent pas nécessairement avec les niveaux prévus dans le scénario de référence faisant abstraction des chocs dus à la pandémie, ce qui s'explique essentiellement par le fait que les chocs altèrent les comportements d'épargne

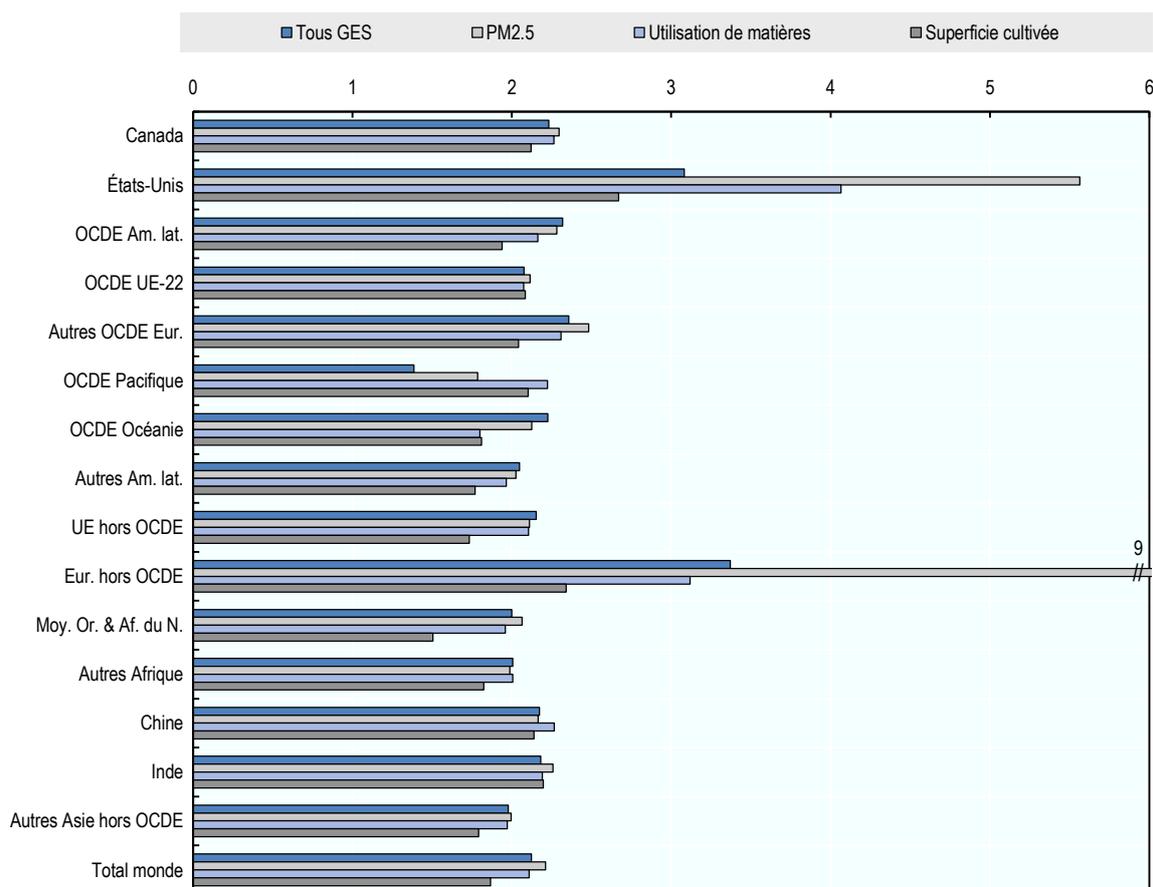
et d'investissement et donc la croissance économique et les pressions environnementales à long terme.

L'analyse est axée sur les facteurs économiques et les conséquences pour l'environnement et ne porte pas, par exemple, sur la surmortalité ou les modifications de l'espérance de vie. D'après les informations dont dispose l'auteur, il n'existe pas d'estimations des conséquences démographiques et des changements qui en résultent dans l'éducation et le capital humain, et l'analyse n'en tient donc pas compte.

Annex C. Résultats régionaux du scénario de redressement lent

Graphique C.1. Effets du scénario de redressement lent sur les pressions régionales sur l'environnement

Ratio de déviation par rapport aux projections de référence du scénario pré-COVID en 2040 entre le scénario de redressement lent et le scénario COVID.



Source : modèle ENV-Linkages.